

San José, 2 de noviembre de 2016

**Señor
Lic. Geiner Brenes García
Unidad Gestión Bienes y Servicios
Director Regional de Servicios de Salud
Región Huetar Norte
Caja Costarricense del Seguro Social
Presente**

IM-16-039-B

Estimados señores:

Con base en nuestra oferta de servicios presentamos el estudio de suelos para la construcción de un Ebais, en el Área de Salud Ciudad Quesada, San Martín y Gamonales, 140 m sur de la entrada del restaurante Rincón Tapir, que forma parte de los servicios profesionales para la contratación de Compra Directa N° 2016CD-000010-2499.

En este informe se describe la investigación efectuada en el campo y en el laboratorio, lo que permitió obtener la información básica para dar las recomendaciones que desde el punto de vista geotécnico, deberán considerarse en los diseños y construcción de este proyecto.

En espera de continuar colaborando con ustedes en el desarrollo de sus proyectos y quedando a sus órdenes para cualquier consulta del informe.

Atentamente

**Ing. Carlos Méndez Navas
Representante Legal
IMNSA Ingenieros Consultores S.A.**
cc. Archivo

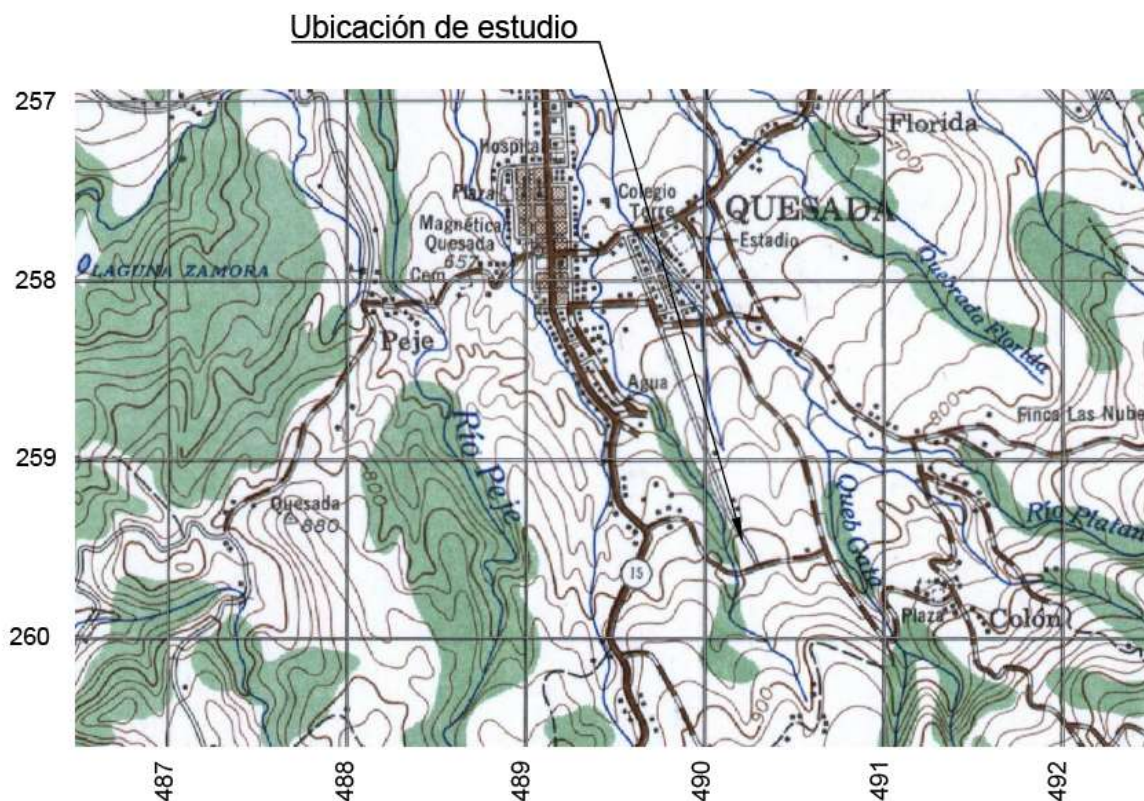
Contenido

1. INTRODUCCIÓN.....	3
2. TRABAJO REALIZADO	5
2.1. Trabajo de campo	5
2.1.1. Perforación	5
2.1.2. Perfil del suelo	6
2.1.3. Nivel freático	11
2.1.4. Caracterización geotécnica	11
3. EVALUACIÓN DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES GEOTÉCNICAS	13
3.1. Clasificación de suelos para obtener el coeficiente sísmico.....	13
3.2. Licuación por sismos	14
3.3. Capacidad de soporte.....	14
Aspectos a considerar	14
3.4. Asentamientos	16
3.5. Excavaciones.....	16
3.6. Estabilidad de taludes.....	18
3.7. Coeficientes de diseño	18
4. PRUEBAS DE INFILTRACIÓN	19
5. Prueba CBR.....	22
6. Diseño de pavimentos	24
7. RESUMEN DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES TÉCNICAS	27
8. DISCUSIÓN SOBRE LOS GRADOS DE INCERTIDUMBRE Y ALCANCE DEL ESTUDIO.....	28
9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	29
10. ANEXOS	30
10.1. Anexo A: Ubicación de perforaciones.....	31
10.2. Anexo B: Hojas de perforación	33
10.3. Anexo C: Prueba de consolidación.....	38

1. INTRODUCCIÓN

De acuerdo a la Compra Directa N° 2016CD-000010-2499, la empresa IMNSA Ingenieros Consultores S.A., procedió con la realización del siguiente estudio de suelos, que forma parte del cartel “**Servicios profesionales para estudio de mecánica de suelos para las Áreas de Salud Los Chiles y Ciudad Quesada**”.

La ubicación del proyecto se presenta en la siguiente figura.



*Figura 1: Ubicación del sitio de estudio
Hoja Quesada, escala 1:50 000*

Situado en la zona de San Martín y Gamonales

Distrito: 01 Quesada

Cantón: 10 San Carlos

Provincia: 02 Alajuela

El objetivo del estudio fue definir las características geotécnicas de los suelos existentes en el sector seleccionado, para con esto determinar el nivel de cimentación recomendado para apoyar las futuras edificaciones y brindar recomendaciones acerca de los taludes existentes.

Adicionalmente este reporte presenta los resultados de la investigación y análisis efectuado, con el fin de establecer un modelo geotécnico que describa las condiciones del terreno, para brindar recomendaciones de la capacidad de soporte del suelo y diseño de cimentaciones.

2. TRABAJO REALIZADO

2.1. Trabajo de campo

2.1.1. Perforación

Se efectuaron cinco sondeos con profundidades de entre 6,00 y 7,00 metros. Para realizar la perforación se avanzó mediante la metodología del SPT (por sus siglas en inglés *Standard Penetration Test*) hasta alcanzar la profundidad deseada, ya que no se presentó el rebote de maso.

El esquema del método de perforación a rotación se presenta en la siguiente figura:

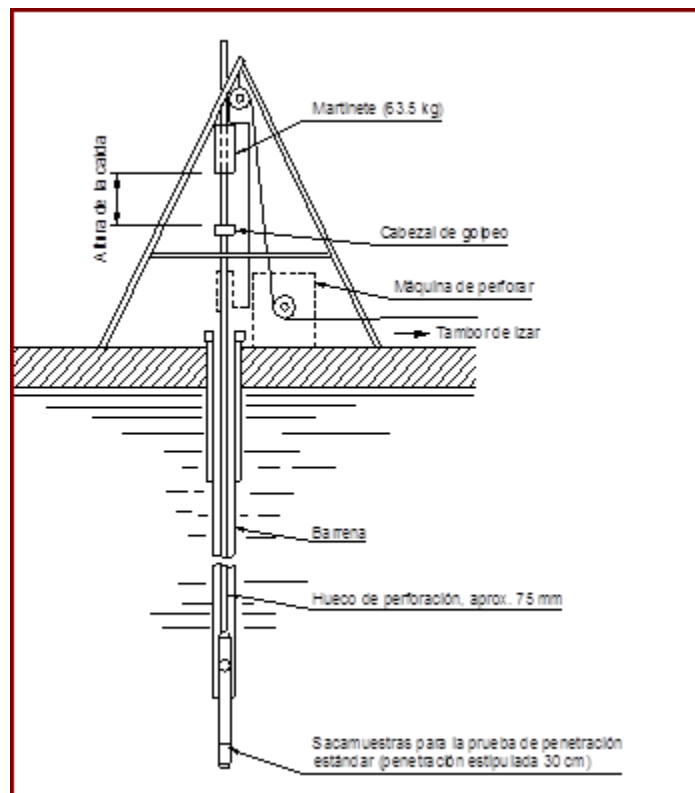


Figura 2. Esquema de la Prueba de Penetración Estándar SPT

Cuadro 1. Total de sondeos exploratorios realizados y su profundidad respectiva

Sondeo	Profundidad (m)
T-1	6,00
T-2	6,00
T-3	7,00
T-4	6,00
T-5	6,00

El objetivo de este sondeo fue el de extraer muestras para describir el perfil del suelo en profundidad. Asimismo, estas muestras fueron enviadas al laboratorio para la ejecución de ensayos de caracterización física y mecánica.

A las muestras obtenidas en los sondeos exploratorios y adonde fue posible se evaluó:

- P.U. / w (%): Densidad y Contenido de Humedad del Suelo (ASTM D-2216).
- LL/LP: Límite de Atterberg (ASTM D-4318).
- Qu: Ensayo de compresión inconfina (ASTM D-2166).
- A.Gran: Análisis Granulométrico (ASTM D-422).

Los ensayos se realizaron de acuerdo a las normas internacionales vigentes a la fecha, ASTM y AASHTO.

El estudio de suelos fue ejecutado de acuerdo con principios y prácticas de ingeniería aceptados actualmente, siguiendo las indicaciones del Código de Cimentaciones de Costa Rica.

2.1.2. Perfil del suelo

2.2.2.1 Perforación T-1

Capa 1: de 0,00 a 3,50 metros

- Arena limosa color café oscuro
- SUCS: SM
- Nspt: 4- 10
- Consistencia: suelta
- Contenido de humedad, %W: 68,2- 86,3
- Gravedad específica, Gs: 2,750
- Plasticidad: alta (IP: 28/ LL: 109)
- Relación de vacíos, e: 2,37
- % pasando la malla 200: 22,60

Capa 2: de 3,50 a 5,00 metros

- Arena limosa color café claro, presencia de pequeños bloques
- SUCS: SM
- Nspt: 8 -9
- Consistencia: Suelta
- Contenido de humedad, %W: 64,2- 77,3
- % pasando la malla 200: 42,90

Capa 3: de 5,00 a 6,00 metros

- Limo arenoso color café claro, presencia de pequeños bloques.
- SUCS: MH
- Nspt: 10- 11
- Consistencia: Compacta
- Contenido de humedad, %W: 52,4- 90,6
- Gravedad específica, Gs: 2,680
- Plasticidad: alta (IP: 18/ LL: 77)
- Relación de vacíos, e: 1,40
- % pasando la malla 200: 59,6

2.2.2.2 Perforación T-2

Capa 1: de 0,00 a 3,50 metros

- Arena limosa color café oscuro
- SUCS: SM
- Nspt: 4- 10
- Consistencia: suelta
- Contenido de humedad, %W: 73,1- 97,9
- Gravedad específica, Gs: 2,610
- Plasticidad: alta (IP: 27/ LL: 98)
- Relación de vacíos, e: 2,07
- % pasando la malla 200: 40,30

Capa 2: de 3,50 a 6,00 metros

- Arena limosa color café claro
- SUCS: SM
- Nspt: 6- 14
- Consistencia: de suelta a medianamente densa
- Contenido de humedad, %W: 66,8- 86,3
- Gravedad específica, Gs: 2,608
- Plasticidad: de media a alta (IP: 15- 22/ LL: 82- 99)
- Relación de vacíos, e: 2,27
- % pasando la malla 200: 19,10- 45,90

2.2.2.3 Perforación T-3

Capa 1: de 0,00 a 2,50 metros

- Limo elástico arenoso de color café claro. Material homogéneo
- SUCS: MH
- Nspt: 3- 6
- Consistencia: De blanda a medianamente compacta
- Contenido de humedad, %W: 69,9- 74,1
- Peso Volumétrico, γ (kg/m³): 1518,7
- Plasticidad: alta (IP: 24/ LL: 97)
- % pasando la malla 200: 73,3

Capa 2: de 2,50 a 3,50 metros

- Limo arenoso de color café claro. Material Homogéneo.
- SUCS: MH
- Nspt: 15- 20
- Consistencia: de compacta a muy compacta
- Contenido de humedad, %W: 72,6- 90,6
- Gravedad específica, Gs: 2,747
- Relación de vacíos, e: 2,49

Capa 3: de 3,50 a 7,00 metros

- Limo arenoso de color café claro. Material homogéneo.
- SUCS: MH
- Nspt: 5 -9
- Consistencia: de medianamente compacta a compacta
- Contenido de humedad, %W: 47,7- 94,1
- Peso Volumétrico, γ (kg/m³): 1751,85
- Gravedad específica, Gs: 2,718
- Relación de vacíos, e: 1,45

2.2.2.4 Perforación T-4

Capa 1: de 0,00 a 4,50 metros

- Arena limosa color café oscuro
- SUCS: SM
- Nspt: 4- 8
- Consistencia: de muy suelta a suelta
- Contenido de humedad, %W: 76,8- 89,5
- Peso Volumétrico, γ (kg/m³): 1431,99- 1537,67
- Gravedad específica, Gs: 2,641- 2,790
- Plasticidad: alta (IP: 25/ LL: 98)
- Relación de vacíos, e: 2,30- 2,36

- % pasando la malla 200: 20,70

Capa 2: de 3,50 a 6,00 metros

- Arena limosa color café oscuro
- SUCS: SM
- Nspt: 9- 27
- Consistencia: de suelta a medianamente densa
- Contenido de humedad, %W: 74,7- 79,1
- Gravedad específica, Gs: 2,736
- Plasticidad: media (IP: 15/ LL: 97)
- Relación de vacíos, e: 2,04
- % pasando la malla 200: 43,70

2.2.2.5 Perforación T-5

Capa 1: de 0,00 a 4,00 metros

- Arena limosa color café oscuro
- SUCS: SM
- Nspt: 4- 9
- Consistencia: suelta
- Contenido de humedad, %W: 80,2- 88,4
- Peso Volumétrico, Y (kg/m³): 1544,96
- Gravedad específica, Gs: 2,618
- Plasticidad: alta (IP: 33/ LL: 110)
- Relación de vacíos, e: 2,10
- % pasando la malla 200: 17,03

Capa 2: de 4,00 a 6,00 metros

- Arena limosa color café oscuro
- SUCS: SM
- Nspt: 6- 11
- Consistencia: de suelta a medianamente densa
- Contenido de humedad, %W: 67,7- 80,5
- Peso Volumétrico, Y (kg/m³): 1726,55
- Plasticidad: media (IP: 18/ LL: 79)
- % pasando la malla 200: 32,90



Figura 3: Realización de trabajos en campo

2.1.3. Nivel freático

Las condiciones freáticas de cada perforación se muestran en el siguiente cuadro:

Cuadro 2. Profundidad en la cual se encontró el nivel freático

Sondeo	Profundidad Nivel Freático (m)
T-1	No se detectó
T-2	No se detectó
T-3	No se detectó
T-4	No se detectó
T-5	No se detectó




2.1.4. Caracterización geotécnica

A continuación se detalla las capas descritas en el perfil de suelo anterior, con el fin de que se pueda apreciar fácilmente la disposición de las mismas.

Cuadro 3. Descripción estratigráfica.

Muestra	Profundidad (m)		Perforación				
			SPT				
	De	Hasta	T-1	T-2	T-3	T-4	T-5
1	0,00	0,50	4	4	3	4	4
2	0,50	1,00	6	4	4	4	5
3	1,00	1,50	6	6	6	4	4
4	1,50	2,00	6	6	6	4	4
5	2,00	2,50	6	6	6	4	4
6	2,50	3,00	10	10	20	4	6
7	3,00	3,50	6	7	15	6	4
8	3,50	4,00	8	8	5	7	9
9	4,00	4,50	9	12	5	8	11
10	4,50	5,00	8	14	6	9	8
11	5,00	5,50	10	6	7	18	6
12	5,50	6,00	11	9	8	27	8
13	6,00	6,50	--	--	8	--	--
14	6,50	7,00	--	--	9	--	--

Cuadro 4 Simbología de la descripción estratigráfica

SIMBOLOGÍA	
	Arena limosa. SUCS: SM
	Arena limosa. SUCS: SM
	Limo arenoso. SUCS: MH

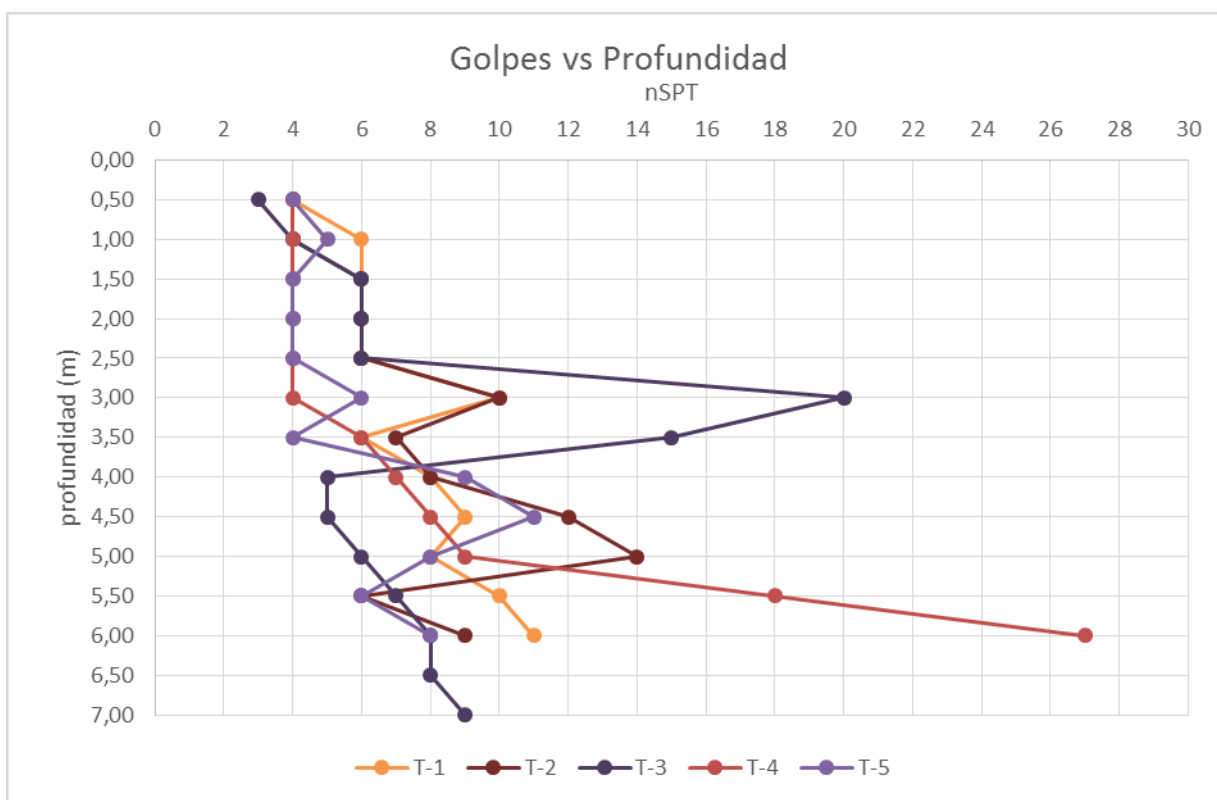


Figura 4. Gráfica de comparación nSPT vs profundidad perforada

3. 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.

3.1. Clasificación de suelos para obtener el coeficiente sísmico

Para determinar el coeficiente sísmico a utilizar en el diseño de las estructuras por construir y de acuerdo al 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 se clasifican Tipo S2, por lo que se deberá utilizar para el factor espectral dinámico (FED) la figura 5.1.

El valor de aceleración pico efectiva de diseño para un período de retorno de 475 años para la zona en estudio es $a_{ef} = 0,28 \text{ g}$.

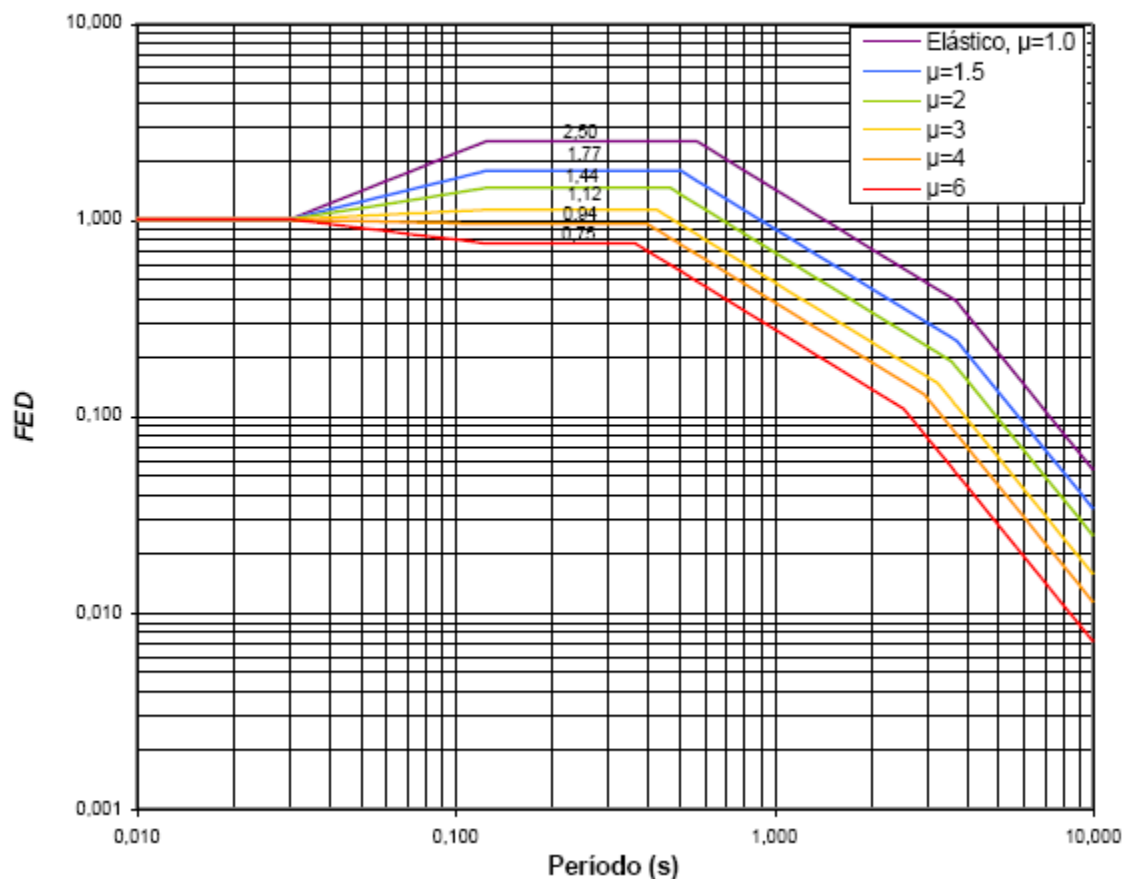


Figura 5. Factor espectral dinámico, FED para sitios Tipo S3 en Zonas II

3.2. Licuación por sismos

Para que suceda el fenómeno de licuación deben presentarse las siguientes condiciones simultáneamente:

- Arenas finas con granulometría específica.
- Que las arenas estén sumergidas bajo el nivel freático.
- Que los finos sean no plásticos.
- Que estén en condición suelta.

Para el caso del sitio ubicado en El Parque, Los Chiles, se descarta que se presente dicho fenómeno debido a la presencia de limos de alta plasticidad, además de no encontrarse bajo el nivel freático.

3.3. Capacidad de soporte

Aspectos a considerar

Los suelos encontrados en la zona corresponden a arenas limosas con fracciones finas que presentan plasticidades entre medias y altas.

Los suelos encontrados en toda la zona corresponden a suelos mayoritariamente granulares, arenas limosas (SUCS SM), salvo en la perforación T3, que se encontró en su totalidad material cohesivo, un limo arenoso. En las perforaciones, en los materiales finos se observaron limos de media a alta plasticidad.

Debido a las características observadas, se recomienda eliminar capa vegetal y colocar 20 cm de lastre o material granular bajo las losas de piso y bajo las placas de fundación. El lastre se deberá compactar hasta alcanzar el 95 % de la prueba de Proctor Estándar.

Con base en las características geotécnicas del terreno, se recomienda la utilización de cimentaciones convencionales tipo cimiento corrido.

Para efectos de este estudio, se supone que el área de estudio será desarrollada para construir un EBAIS, según lo indicado por el cliente.

En las características geotécnicas del terreno, se observó una consistencia suelta, la cual le brinda capacidad suficiente para colocar cimentaciones directamente sobre este suelo, no obstante debido a las características de este, se debe sustituir el material de los 0,2 m debajo de la placa de cimentación, tal y como se explicó anteriormente.

Tal y como se realizará la sustitución en los cimientos, las losas se pueden colocar sobre una sustitución de 20 cm de material granular debidamente compactado sin necesidad de realizar ninguna otra mejor al terreno. Para el diseño de las losas se recomienda que sea de mínimo 10 cm de espesor y se le coloque maya electrosoldada para evitar agrietamientos por retracción y temperatura.

Criterio de Diseño

Para la fundación de estructuras se calculó el valor de capacidad soportante admisible neta, el cual se obtuvo por medio de la ecuación general de capacidad de soporte:

$$Q_{ult} = \frac{\gamma_1 B}{2} * N_\gamma + C * N_c + \gamma_2 D * (N_q - 1)$$

Ecuación 1

Dónde:

- B: Ancho de la placa.
 γ_1 : Peso volumétrico del suelo por debajo del nivel de desplante.
C: Cohesión del material.
 γ_2 : Peso volumétrico del suelo por encima del nivel de desplante.
D: Profundidad de cimentación.
Nc, N_γ , N_q : Factores de capacidad de carga.

Se realizaron 5 perforaciones en total. En estas perforaciones se cuenta con capacidad suficiente para construir las edificaciones, el cuadro presenta la capacidad soportante considerando que se realizará la sustitución propuesta.

En el cuadro siguiente se muestra la capacidad soportante admisible. Para el cálculo se supuso una placa corrida de 0,60 m de ancho; el factor de seguridad utilizado es 3.

Cuadro 5. Capacidad soportante contra nivel de desplante

Nivel de desplante (m)*	Capacidad soportante admisible (ton/m²)				
	T-1	T-2	T-3	T-4	T-5
0,50	10,2	11,4	5,6	9,8	10,2
1,00	13,7	17,1	7,3	13,0	13,7
1,50	19,1	22,0	9,0	18,2	17,1
2,00	23,0	29,8	10,7	21,8	20,5
2,50	26,8	34,8	12,4	25,4	24,0
3,00	36,4	38,8	17,5	41,2	30,7

*Nivel de desplante referenciado a los niveles actuales del terreno.

**Capacidad admisible de los suelos in situ, sin realizar sustitución con material granular

*** El factor de seguridad utilizado es 3.

****Se utilizó una placa corrida de 0,60 m de ancho para el cálculo.

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

3.4. Asentamientos

La consolidación de un suelo es el proceso de cambio volumétrico (reducción de vacíos o densificación) producido por la aplicación de cargas compresivas y/o la pérdida de humedad. La construcción de obras de ingeniería, tales como edificaciones y terraplenes en la superficie de un suelo saturado, incrementa los esfuerzos compresivos totales en la masa. La pérdida de humedad relacionada con el descenso natural del nivel freático y la extracción de agua por medios artificiales genera una disminución en la presión de poros. En ambos casos, se debe producir un incremento del esfuerzo efectivo y un reacomodo de las partículas sólidas a las nuevas condiciones.

En el proceso se reduce el volumen de los vacíos y se establece un flujo de agua hasta que se alcanza una nueva condición de equilibrio en la cual el volumen (reducido) permanece constante, cesa el flujo de agua y los cambios en el esfuerzo total o la presión de poro se transfieren al esfuerzo efectivo. La consolidación ocurre en forma casi simultánea con la acción o carga en los suelos de alta permeabilidad (grano grueso), por lo que se pueden implementar soluciones inmediatas a los problemas. En los suelos de baja permeabilidad (grano fino) el proceso de consolidación ocurre en forma desfasada en el tiempo, en cuyo caso se deben considerar sus efectos a largo plazo en el comportamiento de las obras civiles y tomar previsiones.

Los cambios volumétricos que se producen como resultado de la construcción de una obra civil y la consolidación de un suelo compresible, pueden afectar negativamente el funcionamiento de la obra y hasta dañar los elementos estructurales. Si la construcción se ha realizado sobre un terreno horizontal, los cambios volumétricos más importantes van a manifestarse como un asentamiento local (diferencial) o generalizado (uniforme) de las edificaciones.

Según la prueba de consolidación realizada cuyos resultados se pueden observar en el anexo, el esfuerzo de pre-consolidación de la muestra C-2 (muestra de estudio en cuestión) es de 230 Kpa el cual es muy superior al esfuerzo que le transmitirá al suelo una estructura de uno dos o tres niveles. Por lo tanto los asentamientos por consolidación no afectarán la estructura.

3.5. Excavaciones

Considerando que se proyectan excavaciones para la construcción de los cimientos, se realizan las siguientes observaciones:

Se sugiere que en este momento se verifique la estabilidad de las paredes por medio de las recomendaciones que indica el Código de Cimentaciones de Costa Rica (CCCR-94), donde se la altura crítica de una excavación vertical está en función de la cohesión del material, el peso unitario y el valor N_c (factor recomendado según el método a utilizar).

$$H_{cr} = \frac{N_e \cdot C}{F \cdot S \cdot \gamma}$$

Donde:

Ne: Factor recomendado según el método a utilizar.

γ : Peso volumétrico del suelo de las paredes de la excavación.

C: Cohesión del material.

F.S: Factor de seguridad.

Estimando algunos valores críticos de cohesión y pesos unitarios de los materiales encontrados en sitio se encontró que un valor aproximado de altura crítica sería de 1,5 metros. Para cortes mayores de 1,50 y menores a 3,00 se recomienda colocar taludes de 1: 1, H: V. Es importante indicar que el terreno no se mantendrá estable en cortes mayores de esta altura, por lo tanto, de ser requeridos estos deben de reforzarse mediante alguna estructura de contención o bien, bajar el ángulo de los taludes de corte. Este valor de altura teórica crítica se debe corroborar en el campo.

Recomendaciones Generales para excavaciones:

A continuación se indican algunas recomendaciones generales que indica el Código de Cimentaciones de Costa Rica CCCR-94, antes y durante la excavación.

Antes de excavar verifique:

- Las condiciones del suelo.
- La proximidad de los edificios, instalaciones de servicio público, carreteras de mucho tráfico y cualquier otra fuente de vibraciones.
- Si el suelo ha sido alterado de alguna forma.
- Proximidad de alcantarillados, cableado enterrado.
- Equipos, equipos de protección del personal, materiales de apuntalamiento, letreros, luces, maquinaria etc.

Mientras se excava:

- Si las condiciones indican algo de oxígeno o gas en la zanja.
- Las condiciones del apuntalamiento y si es adecuado según avanza la obra.
- La manera de entrar o salir de la excavación.
- Cambios en el movimiento de vehículos; mantenga los camiones lejos de los muros de excavación.
- Que el material excavado esté a más de 60 cm, de los bordes de la zanja.
- Colocación de los equipos pesados o tuberías.
- Si las pantallas portátiles de protección de zanjas son adecuadas.
- Posición correcta de las riostras atravesadas o gatos y si son adecuados para evitar que pueda correrse el apuntalamiento.

- Que los trabajadores conocen los procedimientos apropiados y seguros y que no se expone pasando por alto estas verificaciones.

3.6. Estabilidad de taludes

En el lote no existen taludes que puedan sufrir problemas de inestabilidad a causa de la nueva obra.

En un costado de la propiedad se pretende construir un muro de contención, por lo que se realizaron dos perforaciones. La perforación 4 se encuentra en la parte alta de la zona donde se construirá el muro y la perforación 5 en el pie del muro. De la perforación 5 se puede obtener la capacidad de soporte para el diseño de la fundación del muro. Con base en los suelos obtenidos en la perforación 4, en el siguiente apartado se presentan los coeficientes de empuje de suelos.

3.7. Coeficientes de diseño

- **Rellenos:**

Si se requiere la utilización de rellenos, estos deberán ser de lastre compactado al 95% del Proctor modificado con un ángulo de fricción de 30 a 35 grados y un peso unitario de 1,8 a 2,2 ton/m³, $k_a = 0,33$; $k_p = 2,99$. Se recomienda que el material posea un máximo de 20 % de finos, los finos no deben ser expansivos.

Al momento de ser colocados deberá de llevarse un estricto control de compactación para lograr la humedad óptima que permita lograr el peso volumétrico máximo y la compactación deseada.

- **Empuje Lateral:**

El método propuesto por Rankine, apoyado en su Teoría de Presión de Tierra sobre muros de contención y basado en el equilibrio de fuerzas indica que:

$$\phi = 28^\circ$$

$$k_a = 0,36$$

$$k_p = 2,76$$

Estos factores se recomienda utilizarlos para el diseño del muro de contención que se planea construir.

4. PRUEBAS DE INFILTRACIÓN

Se realizaron 2 pruebas de infiltración en el sitio según el procedimiento que establece el Código de Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias en Edificaciones en el artículo 7.117.

El campo de infiltración es un cuadrado de 0,5 m por 0,5 m, con una profundidad de 0,6 m. en el centro se realiza una perforación circular de 0,1 m de diámetro y 0,3 m de profundidad.

Luego de realizar las pruebas en el sitio según el procedimiento que establece el Código de Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias en Edificaciones en el artículo 7.117, se determinó que la tasa de absorción del terreno fue aceptable, con una tasa crítica de 5,00 min/cm

Cuadro 6. Pruebas de infiltración

PRUEBA 1			
Tiempo (min)	Prof (cm)	Δ Prof (cm)	Tasa min/cm
0	0	0	
2	1	1,0	
4	3	2,0	2,00
6	5	2,0	1,00
8	8	3,0	0,67
10	10	2,0	1,00
15	13	3,0	1,67
30	16	3,0	5,00
45	20	4,0	3,75
60	30	10,0	1,50
Tasa promedio			2,07
Tasa Crítica			5,00
Velocidad de infiltración litros/m²/día 51,4			
Gasto litros/persona/día 150			
Área de Infiltración/m²/per 2,92			
Perímetros de la zanja 1,05			
Longitud de drenaje m/persona 2,78			

PRUEBA 2			
Tiempo (min)	Prof (cm)	Δ Prof (cm)	Tasa min/cm
0	0	0	
2	2	2,0	
4	4	2,0	2,00
6	5	1,0	2,00
8	8	3,0	0,67
10	10	2,0	1,00
15	13	3,0	1,67
30	16	3,0	5,00
45	20	4,0	3,75
60	30	10,0	1,50
Tasa promedio			2,20
Tasa Crítica			5,00
Velocidad de infiltración litros/m²/día 51,4			
Gasto litros/persona/día 150			
Área de Infiltración/m²/per 2,92			
Perímetros de la zanja 1,05			
Longitud de drenaje m/persona 2,78			

Para este caso, la infiltración determinó una condición de buena permeabilidad del suelo, con un valor de infiltración crítico de 5,00 min/cm, valor aceptable que está por debajo del límite mínimo permitido de infiltración de 24 min/cm. Que tiene concordancia con el material

encontrado en la zona de estudio, al ser primordialmente arenas, se espera una tasa de filtración aceptable.

Una tasa de filtración que se ve reflejada en una velocidad de filtración de 51,4 l/m²/día.

De acuerdo con los resultados obtenidos, se puede utilizar el sistema de zanjas de absorción para drenaje de aguas negras en las cercanías del sitio en donde se realizó la prueba de filtración, según lo que estipula el Código de Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias en Edificaciones del CFIA.

Los cálculos para obtener las dimensiones del campo de infiltración se realizan con el valor crítico

A continuación se presenta el cálculo de las dimensiones y geometría del campo de infiltración.

Cuadro 7. Diseño de drenajes

DISEÑO DE DRENAJES PARA ZANJAS DE ABSORCION

DATOS

Numero de personas por lote (N)	6,00	pers	Supuesto
Gasto de agua por persona (G)	150,00	lts/pers	
Gasto de aguas servidas por día (Q)	900,00	lts /día	N * G
Factor de precipitación (Fp)	2,50		
Area de lote mínimo		m2	
Area de construcción		m2	

CALCULO

Area disponible para drenaje	-	m2	
Tasa de infiltracion (T)**	5,00	min/cm	Pruebas realizadas en campo
Velocidad de infiltracion (Vf)	51,43	lts/m2/día	$V_f = 115,00 / V T$
Area de infiltracion (Af)	17,50	m2	$A_f = Q / V_f$
Area verde necesaria sin recubrimiento (Ac)	43,75	m2	$A_c = A_f * F_p$

GEOMETRIA DE CAMPO

Ancho de zanja (w)	60,00	cms	
Profundidad de zanja (h)	90,00	cms	
Perimetro efectivo (Pe) ++	1,30	mts	$++ Pe = 0.77 * (w + 56 + 2 h) / (w + 116)$
Longitud total de zanja	13,5	mts	A_f / P_e
Separacion entre zanjas	2,10	mts	1,5+ w

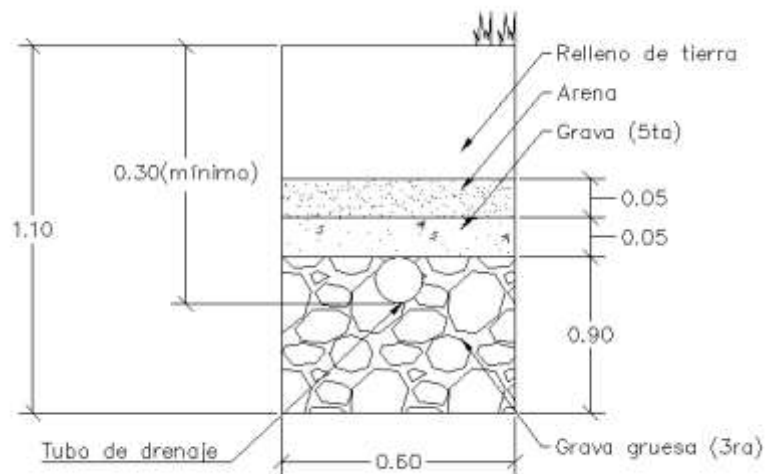


Figura 6. Sección transversal de las zanjas propuestas

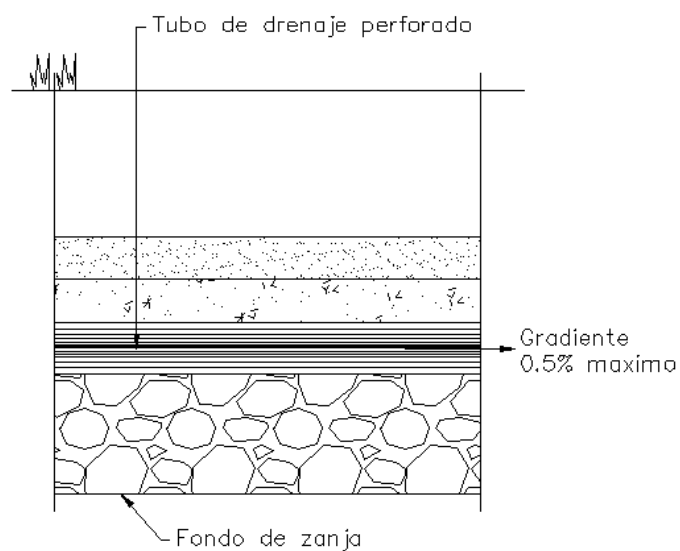


Figura 7. Sección longitudinal de las zanjas propuestas

5. Prueba CBR

Se obtuvo una muestra que consta de un saco de material extraído de la zona. Se trabajó con el material descrito anteriormente como limo elástico arenoso, SUCS: MH.

A este material se le aplicó los ensayos de relación de humedad-densidad y un ensayo de índice de soporte California (CBR), así como el ensayo de Límites de Atterberg. Los parámetros obtenidos fueron utilizados para realizar el diseño de la estructura de pavimento.

En resumen, se obtuvieron los siguientes resultados:

Ensayo de Próctor Estándar

Peso Unitario seco máximo: 820,00 kg/m³

Humedad óptima: 79,1%

Índice de soporte California, CBR

CBR 91%: 2,6

CBR 95%: 3,1

CBR 97%: 3,3

Límites de Atterberg

Límite Líquido: 99,0

Límite Plástico: 75,5

Índice de plasticidad: 23,5

Cuadro 8. Calificaciones típicas basadas en valor de CBR

CBR	Clasificación	Usos	Sistema de Clasificación de Suelos	
			S.U.C.S.	A.A.S.H.T.O.
0-3	Muy pobre	Subrasante	OH,CH, MH,OL	A5,A6, A7
3-7	Pobre a regular	Subrasante	OH,CH, MH,OL	A4,A5, A6,A7
7-20	Regular	Subbase	OL,CL,ML, SC,SM,SP	A2,A4, A6,A7
20-50	Bueno	Base, Subbase	GM,GC,SW, SM,SP,GP	A1b,A2-5, A3,A2-6
>50	Excelente	Base	GW,GM	A1a,A2-4, A3

Manual de Laboratorios de Suelos en Ingeniería Civil, J. Bowles, Página 191

De acuerdo a la información recopilada, se tiene un material que puede ser utilizado como Subrasante, ya que tiene una clasificación SUCS: MH y AASHTO: A5.

6. Diseño de pavimentos

Para la zona de parqueos del proyecto, se requiere la construcción de un área con pavimento asfáltico tipo flexible. Se recomienda este tipo de estructura pues es ventajosa por su bajo costo con respecto a otras opciones como pavimento semi rígido o rígido. Para el diseño de la estructura, se siguió la metodología del AASHTO de 1993. Se consideraron los siguientes parámetros:

1. Nivel de confianza: Parámetro que considera que el método de diseño de pavimentos AASHTO 1993 es probabilístico, de manera que los parámetros de diseño tienen un nivel de dispersión asociada, que influye en la cantidad de cargas para alcanzar el nivel de servicio terminal. Se estima el factor para una carretera local y urbana de 65%.

2. Desviación estándar para desempeño: Parámetro que cuantifica la dispersión en el desempeño de pavimentos en las mismas condiciones. Para el caso del pavimento flexible el valor es de: $S_o=0.45$.

3. Ejes equivalentes: Se estimó los ejes equivalentes (E.S.A.L) a uno estándar de 8200 kg en 50000.

4. Calidad de la base granular: Se recomienda que la construcción de la misma debe alcanzar un valor mínimo de CBR de 80.

5. El módulo resiliente: es un parámetro que toma en cuenta la naturaleza cíclica de las cargas que actúan en los materiales que conforman una estructura de pavimento, así como el comportamiento no lineal y resiliente de los materiales. De esa manera el concepto de módulo resiliente está ligado invariablemente a un proceso de carga repetitiva. Está definido como el esfuerzo desviador repetido aplicado en compresión triaxial, entre la deformación (UPC, 2015). El módulo resiliente se estimó a partir del valor de CBR al 91% de compactación el cual es de: 1.6. (ver informe de laboratorio INF-651-2016 del anexo del presente informe).

Para correlacionar el módulo resiliente, se aplica la siguiente fórmula:

$$M_R = 1500 * CBR$$

Se determinó el módulo resiliente es de 2400 psi.

6. Cambio en índice de habilidad de servicio: Diferencia entre índice de servicio inicial (estado nuevo) e índice de servicio terminal (esperando al final de período de diseño, considerando nivel de confianza aplicado). Se obtuvo un delta PSI de: 2,5.

Luego, se propone una estructura y se determina el número estructural con la siguiente fórmula:

$$SN = \sum_{i=1}^n (a_i \times m_i \times D_i)$$

$$SN = a_1 \times D_1 + a_2 \times m_2 \times D_2 + a_3 \times m_3 \times D_3$$

Donde:

n: número de capas en el paquete estructural (sobre la sub-rasante).

a: coeficiente estructural de capa. Función de la resistencia y rigidez de un material. Se refiere a la relativa calidad estructural de un espesor unitario (1 in) del material "i". Se orienta a valorar la capacidad de preservar la resistencia conforme el pavimento es cargado.

m. coeficiente de drenaje para la capa "i", no aplicable para capas asfálticas.

Para la determinación del número estructural requerido según las condiciones de carga del pavimento, se utiliza el nomograma para diseño de pavimentos flexibles de la AASHTO.

Cálculo de número estructural requerido

Se utilizaron los parámetros mencionados anteriormente para calcular el número estructural requerido el cual fue de: 2,50.

Propuesta de pavimento

Luego de determinar el requerimiento de la estructura de pavimento para las cargas mencionadas, se propone la siguiente estructura:

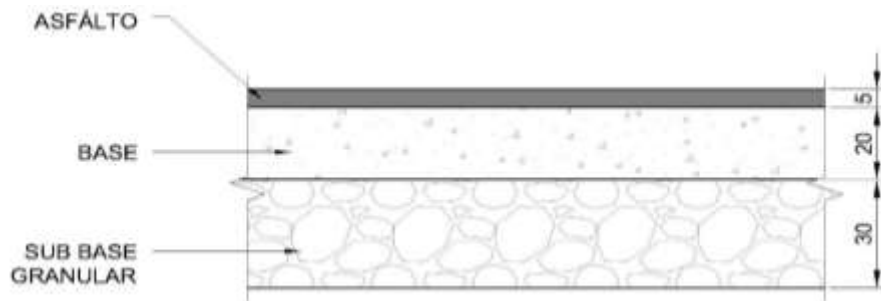


Figura 8. Esquema de la sección de estructura propuesta de pavimento flexible

El número estructural para la estructura propuesta es de: 2,70.

Por lo tanto, la estructura propuesta cumple con el requerimiento estructural de 2,5.

Recomendaciones

Colocar un geotextil separador de capas para evitar la contaminación de la sub base con finos.

Antes de iniciar con la colocación de las capas de materiales granulares del pavimento se debe compactar la subrasante a un 95% del proctor estandar y chequear su compactación con métodos nucleares en sitio.

7. RESUMEN DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES TÉCNICAS

La investigación efectuada permitió determinar el perfil del subsuelo en el área de interés y elaborar las conclusiones y recomendaciones que se presentan en este informe.

Se realizaron cinco perforaciones con una profundidad de entre 6,00 y 7,00 metros, tal y como se indica en el Capítulo 2.

El depósito de suelo estudiado está constituido por arenas (materiales granulares) con un alto contenido de finos, primordialmente limos.

Se estimó la carga admisible del terreno utilizando cimentaciones convencionales tipo placa corrida. Se debe prestar atención a las recomendaciones con respecto a la sustitución que se debe realizar para eliminar la posibilidad de asentamientos elásticos.

Si se desea calcular la capacidad soportante para otras dimensiones de placa, se deberá utilizar los siguientes valores:

- Angulo de fricción (ϕ) de 28°
- Cohesión efectiva (C_u): 0,5 de ton/m^2
- Gama 1500 kg/m^3

Debido a las características de los materiales detectados se descarta que se presente el fenómeno de licuefacción en el sitio.

Si durante la ejecución de la etapa constructiva se encuentra alguna variación de las condiciones esquematizadas en este reporte, o si se implementan cambios en el diseño del proyecto, se deberá dar información para que pueda revisarse y de ser necesario modificarla.

Debido a la capacidad de filtración del terreno se recomienda la utilización del método de zanjas de absorción, la longitud de las zanjas se especifica en el apartado correspondiente.

De acuerdo al ensayo de CBR, se obtuvo que la humedad óptima de 79,1% y compactando al 95% se obtiene un CBR de 3,1.

Para el diseño de pavimentos se contempla una sub base de 30 cm, una base de 20 y una capa de pavimento de 5 cm. Trabajando con un número estructural de 2,5

Cualquier situación no contemplada en este informe se nos deberá consultar al respecto.

8. DISCUSIÓN SOBRE LOS GRADOS DE INCERTIDUMBRE Y ALCANCE DEL ESTUDIO

Considerando que el área del proyecto está representada únicamente por cinco perforaciones, existe la posibilidad que las condiciones encontradas varíen en otros sitios por lo que se recomienda, que durante el proceso de construcción un técnico en mecánica de suelos revise los niveles en que se estarán colocando las placas para así verificar que se está cimentando sobre los estratos propuestos en este informe.

Cualquier situación no contemplada en este informe y que se presente en la etapa constructiva se nos deberá consultar al respecto.

9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

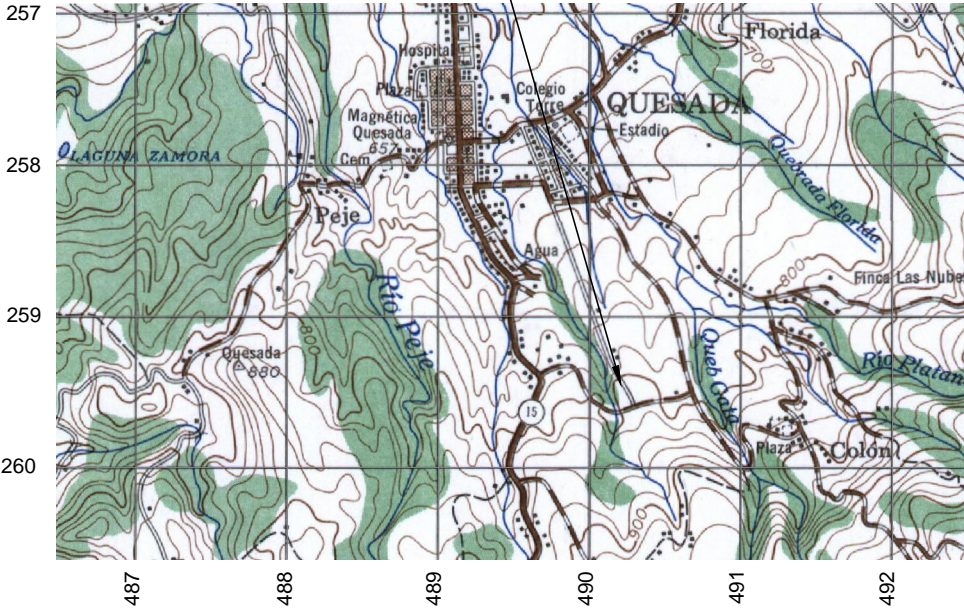
- Asociación Costarricense de Geotecnia. "Código de Cimentaciones de Costa Rica". Editorial Tecnológica de Costa Rica, 2009.
- Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos. "Código Sísmico de Costa Rica". Editorial Tecnológica de Costa Rica, 2011.
- González de Vallejo, Luis. "Ingeniería Geológica". PEARSON Educación, Madrid, 2004.
- Jiménez Salas, José. "Geotecnia y Cimientos II, Mecánica del Suelo y de las Rocas". Editorial Rueda, Madrid, España, 1981.
- Bowles, Joseph. "Foundation Analysis and Design". McGraw Hill, Inc, United States of America.
- Alvarado, G.E., Barquero, R. Taylor, W., Mora. M., Peraldo. G., Salazar. G. & Aguilar. T. 2009: Geología de la Hoja San Isidro, Costa Rica.- Rev. Geol. Amér. Central, 40: 111-122.
- Denyer, P. & Alvarado, G.E., 2007: Mapa geológico de Costa Rica.- Escala 1:400000, Librería Francesa, San José.

10. ANEXOS

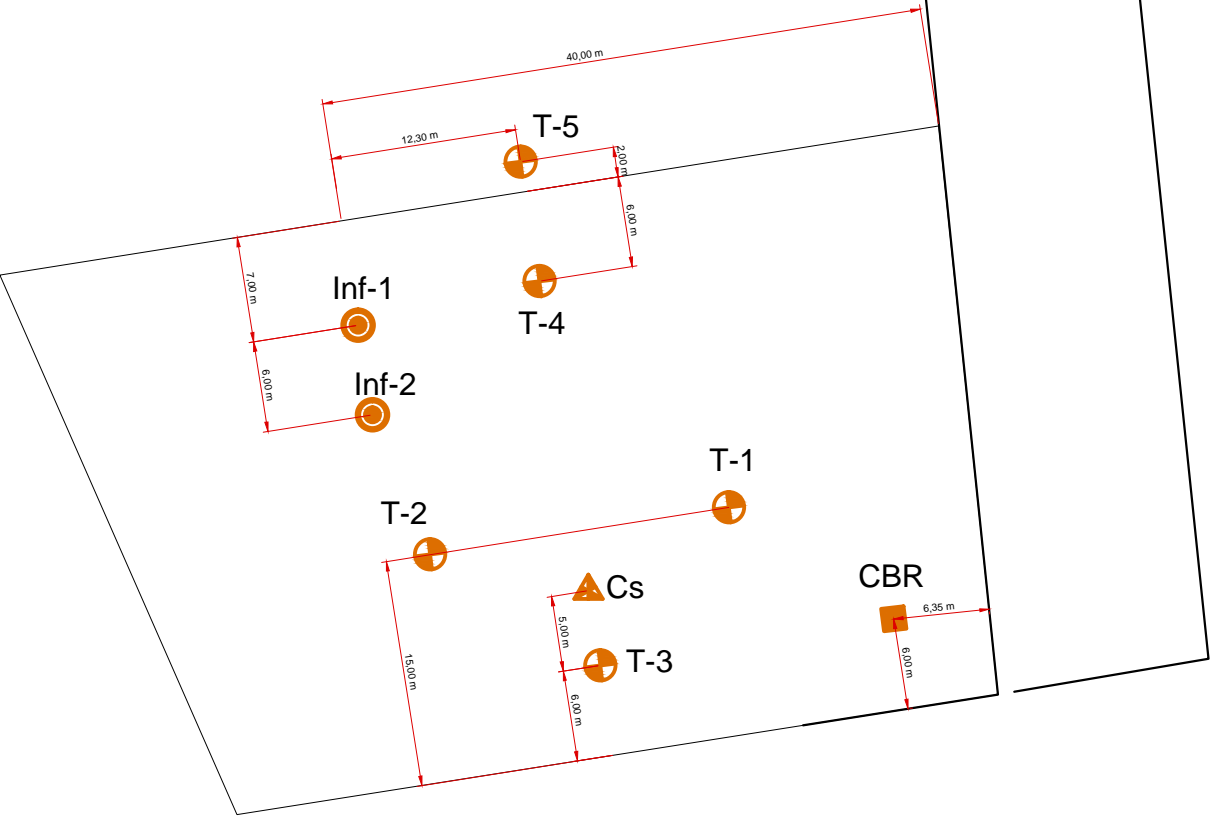
10.1. Anexo A: Ubicación de perforaciones



Ubicación de estudio



UBICACIÓN
HOJA CARTOGRÁFICA QUESADA 1:50000
ESCALA 1:50000



UBICACIÓN DE PERFORACIONES
1:500

PROPIETARIO:		ESTUDIO REALIZADO POR:		PROVINCIA	CANTÓN	DISTRITO	CONTENIDO:	CARLOS ALBERTO MÉNDEZ NAVAS IC-251			1 1	
				ALAJUELA	SAN CARLOS	LOS CHILES						
				SIMBOLOGÍA:			PROYECTO:	ESTUDIO DE SUELOS PARQUE LOS CHILES	FECHA:	ESCALA:		DIBUJO:
				 PERFORACIÓN	 INFILTRACIÓN	NOVIEMBRE 2016			INDICADA	FEMC		
				 CBR	 CONSOLIDACIÓN							

10.2. Anexo B: Hojas de perforación

RESUMEN DE LA PERFORACIÓN

Proyecto Ebais
Ubicación San Martín y Gamonales
San Carlos, Alajuela
Perforación T-1
Perforador Rogelio Ortiz

Muestra IM16-659
Fecha oct-16
Profundidad 6,00 m
Nivel Freático no se presenta
Hoja 1 de 5

Resumen de Perforación						Clasificación y descripción del material																
Muestra	Profundidad (m)		Nspt / % Recuperación	% Humedad / % RQD	Simbología	Metodología	Descripción	Consistencia / Densidad	% Pasando Malla # 200	% Ret. Ac. Malla # 4	γ	Gs	E	%S	e	Cu/Fc	LL	LP	IP	Plasticidad	SUCS	
	De	Hasta																				
1	0,00	0,50	<div><div></div></div> 4	<div><div></div></div> 75,5		SPT	Arena limosa color café oscuro, alta plasticidad	suelta	22,60	0,00							109,0	81,2	28	Alta	SM	
2	0,50	1,00	<div><div></div></div> 6	<div><div></div></div> 86,3																		
3	1,00	1,50	<div><div></div></div> 6	<div><div></div></div> 82,1																		
4	1,50	2,00	<div><div></div></div> 6	<div><div></div></div> 83,9																		
5	2,00	2,50	<div><div></div></div> 6	<div><div></div></div> 86,3																		
6	2,50	3,00	<div><div></div></div> 10	<div><div></div></div> 68,2																		
7	3,00	3,50	<div><div></div></div> 6	<div><div></div></div> 70,2																		
8	3,50	4,00	<div><div></div></div> 8	<div><div></div></div> 77,3		SPT	Arena limosa color café claro , pequeños bloques.	Suelta	42,90	0,00												
9	4,00	4,50	<div><div></div></div> 9	<div><div></div></div> 64,2																		
10	4,50	5,00	<div><div></div></div> 8																			
11	5,00	5,50	<div><div></div></div> 10	<div><div></div></div> 52,4		SPT	Limo arenoso color café claro, presencia de pequeños bloques. Plasticidad media,	Compacta				2,680			1,40							
12	5,50	6,00	<div><div></div></div> 11	<div><div></div></div> 90,6					59,60	0,00						77,0	59,5	18	Media	MH		
13	6,00	6,50																				
14	6,50	7,00																				
15	7,00	7,50																				
16	7,50	8,00																				
17	8,00	8,50																				
18	8,50	9,00																				
19	9,00	9,50																				
20	9,50	10,00																				
21	10,00	10,50																				
22	10,50	11,10																				
23	11,10	11,50																				
24	11,50	12,00																				
25	12,00	12,50																				
26	12,50	13,00																				
27	13,00	13,50																				
28	13,50	14,00																				
29	14,00	14,50																				
30	14,50	15,00																				
31	15,00	15,50																				
32	15,50	16,00																				
33	16,00	16,50																				
34	16,50	17,00																				
35	17,00	17,50																				
36	17,50	18,00																				
37	18,00	18,60																				
38	18,60	19,00																				
39	19,00	19,50																				
40	19,50	20,00																				

Simbología

SUCS: Sistema Unificado de Clasificación de Suelos
Nspt: Numero de golpes Standard Penetration Test
Rot: Perforación por Rotación
RM: Rebote del mazo

%W: Porcentaje de humedad
Y: Peso volumétrico (kg/m³)
Gs: Gravedad específica
E: Módulo Elástico No Drenado (Kg/cm²)
% S: Porcentaje de saturación

Cu: Cohesión NO Drenada (Kg/cm²) o
Fc: compresión simple (Kg/cm²)
LL: Límite líquido
LP: Límite plástico
IP: Índice de plasticidad

%RQD: Rock Quality Designation
% Rec.: Porcentaje de recuperación
e: valor de vacíos
NP: No Presenta

RESUMEN DE LA PERFORACIÓN

Proyecto Ebais
Ubicación San Martín y Gamonales
San Carlos, Alajuela
Perforación T-2
Perforador Rogelio Ortiz

Muestra IM16-658
Fecha oct-16
Profundidad 6,00 m
Nivel Freático no se presenta
Hoja 2 de 5

Resumen de Perforación					Clasificación y descripción del material																			
Muestra	Profundidad (m)		Nspt / % Recuperación	% Humedad / % RQD	Simbología	Metodología	Descripción	Consistencia / Densidad	% Pasando Malla # 200	% Ret. Ac. Malla # 4	γ	Gs	E	%S	e	Cu/Fc	LL	LP	IP	Plasticidad	SUCS			
	De	Hasta																						
1	0,00	0,50	<div><div></div></div> 4	<div><div></div></div> 73,1	<div></div>	SPT	Arena limosa color café oscuro, plasticidad alta.	Suelta																
2	0,50	1,00	<div><div></div></div> 4	<div><div></div></div> 92,1																				
3	1,00	1,50	<div><div></div></div> 6	<div><div></div></div> 78,7																				
4	1,50	2,00	<div><div></div></div> 6	<div><div></div></div> 79,1											2,610			2,07						
5	2,00	2,50	<div><div></div></div> 6	<div><div></div></div> 75,8																				
6	2,50	3,00	<div><div></div></div> 10	<div><div></div></div> 90,8																98,0	71,2	27	Alta	SM
7	3,00	3,50	<div><div></div></div> 7	<div><div></div></div> 97,9																				
8	3,50	4,00	<div><div></div></div> 8	<div><div></div></div> 86,3																				
9	4,00	4,50	<div><div></div></div> 12	<div><div></div></div> 78,5	<div></div>	SPT	Arena color café claro, plasticidad de media a alta	de suelta a medianamente densa	45,90	0,00							99,0	84,0	15	Media	SM			
10	4,50	5,00	<div><div></div></div> 14	<div><div></div></div> 87,1																				
11	5,00	5,50	<div><div></div></div> 6	<div><div></div></div> 66,8																				
12	5,50	6,00	<div><div></div></div> 9	<div><div></div></div> 82,4																				
13	6,00	6,50																						
14	6,50	7,00																						
15	7,00	7,50																						
16	7,50	8,00																						
17	8,00	8,50																						
18	8,50	9,00																						
19	9,00	9,50																						
20	9,50	10,00																						
21	10,00	10,50																						
22	10,50	11,10																						
23	11,10	11,50																						
24	11,50	12,00																						
25	12,00	12,50																						
26	12,50	13,00																						
27	13,00	13,50																						
28	13,50	14,00																						
29	14,00	14,50																						
30	14,50	15,00																						
31	15,00	15,50																						
32	15,50	16,00																						
33	16,00	16,50																						
34	16,50	17,00																						
35	17,00	17,50																						
36	17,50	18,00																						
37	18,00	18,60																						
38	18,60	19,00																						
39	19,00	19,50																						
40	19,50	20,00																						

Simbología

SUCS: Sistema Unificado de Clasificación de Suelos
Nspt: Numero de golpes Standard Penetration Test
Rot: Perforación por Rotación
RM: Rebote del mazo

%W: Porcentaje de humedad
Y: Peso volumétrico (kg/m³)
Gs: Gravedad específica
E: Módulo Elástico No Drenado (Kg/cm²)
% S: Porcentaje de saturación

Cu: Cohesión NO Drenada (Kg/cm²) o
Fc: compresión simple (Kg/cm²)
LL: Límite líquido
LP: Límite plástico
IP: Índice de plasticidad

%RQD: Rock Quality Designation
% Rec.: Porcentaje de recuperación
e: valor de vacíos
NP: No Presenta

RESUMEN DE LA PERFORACIÓN

Proyecto Ebais
Ubicación San Martín y Gamonales
San Carlos, Alajuela
Perforación T-3
Perforador Rogelio Ortiz

Muestra IM16-658
Fecha oct-16
Profundidad 7,00 m
Nivel Freático no se presenta
Hoja 3 de 5

Resumen de Perforación					Clasificación y descripción del material																		
Muestra	Profundidad (m)		Nspt / % Recuperación	% Humedad / % RQD	Simbología	Metodología	Descripción	Consistencia / Densidad	% Pasando Malla # 200	% Ret. Ac. Malla # 4	γ	Gs	E	%S	e	Cu/Fc	LL	LP	IP	Plasticidad	SUCS		
	De	Hasta																					
1	0,00	0,50	<div><div></div></div> 3	<div><div></div></div> 73,9		SPT	Limo arenoso color café claro. Plasticidad de media a alta. Material homogéneo	De blanda a medianamente compacta	73,30	0,00							97,0	72,6	24	Alta	MH		
2	0,50	1,00	<div><div></div></div> 4	<div><div></div></div> 70,9																			
3	1,00	1,50	<div><div></div></div> 6	<div><div></div></div> 74,1																			
4	1,50	2,00	<div><div></div></div> 6	<div><div></div></div> 72,3																			
5	2,00	2,50	<div><div></div></div> 6	<div><div></div></div> 69,9																			
6	2,50	3,00	<div><div></div></div> 20	<div><div></div></div> 90,6		SPT	Limo arenoso color café claro. Plasticidad de media a alta. Material homogéneo	De compacta a muy compacta				2,747			2,49								
7	3,00	3,50	<div><div></div></div> 15	<div><div></div></div> 72,6																			
8	3,50	4,00	<div><div></div></div> 5	<div><div></div></div> 94,1																			
9	4,00	4,50	<div><div></div></div> 5	<div><div></div></div> 47,7		SPT	Limo arenoso color café claro. Plasticidad de media a alta. Material homogéneo	de medianamente compacta a compacta															
10	4,50	5,00	<div><div></div></div> 6	<div><div></div></div> 73,5																			
11	5,00	5,50	<div><div></div></div> 7	<div><div></div></div> 58,1																			
12	5,50	6,00	<div><div></div></div> 8	<div><div></div></div> 53,5																			
13	6,00	6,50	<div><div></div></div> 8	<div><div></div></div> 48,4																			
14	6,50	7,00	<div><div></div></div> 9	<div><div></div></div> 48,2																			
15	7,00	7,50																					
16	7,50	8,00																					
17	8,00	8,50																					
18	8,50	9,00																					
19	9,00	9,50																					
20	9,50	10,00																					
21	10,00	10,50																					
22	10,50	11,10																					
23	11,10	11,50																					
24	11,50	12,00																					
25	12,00	12,50																					
26	12,50	13,00																					
27	13,00	13,50																					
28	13,50	14,00																					
29	14,00	14,50																					
30	14,50	15,00																					
31	15,00	15,50																					
32	15,50	16,00																					
33	16,00	16,50																					
34	16,50	17,00																					
35	17,00	17,50																					
36	17,50	18,00																					
37	18,00	18,60																					
38	18,60	19,00																					
39	19,00	19,50																					
40	19,50	20,00																					

Simbología

SUCS: Sistema Unificado de Clasificación de Suelos
Nspt: Numero de golpes Standard Penetration Test
Rot: Perforación por Rotación
RM: Rebote del mazo

%W: Porcentaje de humedad
Y: Peso volumétrico (kg/m³)
Gs: Gravedad específica
E: Módulo Elástico No Drenado (Kg/cm²)
% S: Porcentaje de saturación

Cu: Cohesión NO Drenada (Kg/cm²) o
Fc: compresión simple (Kg/cm²)
LL: Límite líquido
LP: Límite plástico
IP: Índice de plasticidad

%RQD: Rock Quality Designation
% Rec.: Porcentaje de recuperación
e: valor de vacíos
NP: No Presenta

RESUMEN DE LA PERFORACIÓN

Proyecto Ebais
Ubicación San Martín y Gamonales
San Carlos, Alajuela
Perforación T-4
Perforador Rogelio Ortiz

Muestra IM16-659
Fecha oct-16
Profundidad 6,00 m
Nivel Freático no se presenta
Hoja 4 de 5

Resumen de Perforación					Clasificación y descripción del material																			
Muestra	Profundidad (m)		Nspt / % Recuperación	% Humedad / % RQD	Simbología	Metodología	Descripción	Consistencia / Densidad	% Pasando Malla # 200	% Ret. Ac. Malla # 4	γ	Gs	E	%S	e	Cu/Fc	LL	LP	IP	Plasticidad	SUCS			
	De	Hasta																						
1	0,00	0,50	<div><div></div></div> 4	<div><div></div></div> 76,8		SPT	Arena limosa color café oscuro , plasticidad de alta	De muy suelta a suelta																
2	0,50	1,00	<div><div></div></div> 4																					
3	1,00	1,50	<div><div></div></div> 4	<div><div></div></div> 82,6								2,790			2,30									
4	1,50	2,00	<div><div></div></div> 4								1431,99													
5	2,00	2,50	<div><div></div></div> 4	<div><div></div></div> 83,6																				
6	2,50	3,00	<div><div></div></div> 4																					
7	3,00	3,50	<div><div></div></div> 6	<div><div></div></div> 89,5							20,70	0,00								98,0	73,0	25	Alta	SM
8	3,50	4,00	<div><div></div></div> 7																2,36					
9	4,00	4,50	<div><div></div></div> 8	<div><div></div></div> 89,3									1537,67											
10	4,50	5,00	<div><div></div></div> 9	<div><div></div></div> 79,1	SPT	Arena limosa color café oscuro , plasticidad media	De suelta a medianamente densa	43,70	0,00								97,0	82,4	15	Media	SM			
11	5,00	5,50	<div><div></div></div> 18																					
12	5,50	6,00	<div><div></div></div> 27	<div><div></div></div> 74,7																				
13	6,00	6,50																						
14	6,50	7,00																						
15	7,00	7,50																						
16	7,50	8,00																						
17	8,00	8,50																						
18	8,50	9,00																						
19	9,00	9,50																						
20	9,50	10,00																						
21	10,00	10,50																						
22	10,50	11,10																						
23	11,10	11,50																						
24	11,50	12,00																						
25	12,00	12,50																						
26	12,50	13,00																						
27	13,00	13,50																						
28	13,50	14,00																						
29	14,00	14,50																						
30	14,50	15,00																						
31	15,00	15,50																						
32	15,50	16,00																						
33	16,00	16,50																						
34	16,50	17,00																						
35	17,00	17,50																						
36	17,50	18,00																						
37	18,00	18,60																						
38	18,60	19,00																						
39	19,00	19,50																						
40	19,50	20,00																						

Simbología

SUCS: Sistema Unificado de Clasificación de Suelos
Nspt: Numero de golpes Standard Penetration Test
Rot: Perforación por Rotación
RM: Rebote del mazo

%W: Porcentaje de humedad
Y: Peso volumétrico (kg/m³)
Gs: Gravedad específica
E: Módulo Elástico No Drenado (Kg/cm²)
% S: Porcentaje de saturación

Cu: Cohesión NO Drenada (Kg/cm²) o
Fc: compresión simple (Kg/cm²)
LL: Límite líquido
LP: Límite plástico
IP: Índice de plasticidad

%RQD: Rock Quality Designation
% Rec.: Porcentaje de recuperación
e: valor de vacíos
NP: No Presenta

RESUMEN DE LA PERFORACIÓN

Proyecto Ebais
Ubicación San Martín y Gamonales
San Carlos, Alajuela
Perforación T-5
Perforador Rogelio Ortiz

Muestra IM16-659
Fecha oct-16
Profundidad 6,00 m
Nivel Freático no se presenta
Hoja 5 de 5

Resumen de Perforación						Clasificación y descripción del material															
Muestra	Profundidad (m)		Nspt / % Recuperación	% Humedad / % RQD	Simbología	Metodología	Descripción	Consistencia / Densidad	% Pasando Malla # 200	% Ret. Ac. Malla # 4	γ	Gs	E	%S	e	Cu/Fc	LL	LP	IP	Plasticidad	SUCS
	De	Hasta																			
1	0,00	0,50	<div><div></div></div> 4	<div><div></div></div> 83,2		SPT	Arena limosa color café oscuro , plasticidad de alta	Suelta									110,0	77,2	33	Alta	SM
2	0,50	1,00	<div><div></div></div> 5	<div><div></div></div> 83,4																	
3	1,00	1,50	<div><div></div></div> 4	<div><div></div></div> 85,6																	
4	1,50	2,00	<div><div></div></div> 4	<div><div></div></div>																	
5	2,00	2,50	<div><div></div></div> 4	<div><div></div></div> 80,2																	
6	2,50	3,00	<div><div></div></div> 6	<div><div></div></div> 80,6																	
7	3,00	3,50	<div><div></div></div> 4	<div><div></div></div> 81,7																	
8	3,50	4,00	<div><div></div></div> 9	<div><div></div></div> 88,4																	
9	4,00	4,50	<div><div></div></div> 11	<div><div></div></div> 85,4		SPT	Arena limosa color café oscuro , plasticidad media	De suelta a medianamente densa									79,0	61,0	18	Media	SM
10	4,50	5,00	<div><div></div></div> 8	<div><div></div></div> 77,3																	
11	5,00	5,50	<div><div></div></div> 6	<div><div></div></div> 67,7																	
12	5,50	6,00	<div><div></div></div> 8	<div><div></div></div> 80,5																	
13	6,00	6,50																			
14	6,50	7,00																			
15	7,00	7,50																			
16	7,50	8,00																			
17	8,00	8,50																			
18	8,50	9,00																			
19	9,00	9,50																			
20	9,50	10,00																			
21	10,00	10,50																			
22	10,50	11,10																			
23	11,10	11,50																			
24	11,50	12,00																			
25	12,00	12,50																			
26	12,50	13,00																			
27	13,00	13,50																			
28	13,50	14,00																			
29	14,00	14,50																			
30	14,50	15,00																			
31	15,00	15,50																			
32	15,50	16,00																			
33	16,00	16,50																			
34	16,50	17,00																			
35	17,00	17,50																			
36	17,50	18,00																			
37	18,00	18,60																			
38	18,60	19,00																			
39	19,00	19,50																			
40	19,50	20,00																			

Simbología

SUCS: Sistema Unificado de Clasificación de Suelos
Nspt: Numero de golpes Standard Penetration Test
Rot: Perforación por Rotación
RM: Rebote del mazo

%W: Porcentaje de humedad
Y: Peso volumétrico (kg/m³)
Gs: Gravedad específica
E: Módulo Elástico No Drenado (Kg/cm²)
% S: Porcentaje de saturación

Cu: Cohesión NO Drenada (Kg/cm²) o
Fc: compresión simple (Kg/cm²)
LL: Límite líquido
LP: Límite plástico
IP: Índice de plasticidad

%RQD: Rock Quality Designation
% Rec.: Porcentaje de recuperación
e: valor de vacíos
NP: No Presenta

10.3. Anexo C: Prueba de consolidación

San José, 31 de octubre de 2016

IP 022-2016

Señores
IMNSA Ingenieros Consultores
Presente
Estimados señores:

Nos complace presentar los resultados de los ensayos de consolidación realizados en las muestras proporcionadas por su personal, provenientes de Los Chiles y San Carlos, provincia de Alajuela.

Tabla No. 1 DESCRIPCIÓN DE LAS MUESTRAS

Muestra	Ubicación	Descripción
C1	Los Chiles	Arcilla limosa color café rojizo. Posee gran cantidad de bloques alterados.
C2	San Carlos	Limo color café claro

Tabla No. 2 RESULTADOS DE CONSOLIDACIÓN

Muestra	Prof. aprox. ⁽¹⁾ (m)	Índice de compresión C_c	Índice de recompresión C_r	Presión de preconsolidación P_c (kPa)
C1	No aportó	0,266	0,0612	170
C2	No aportó	0,579	0,0918	230

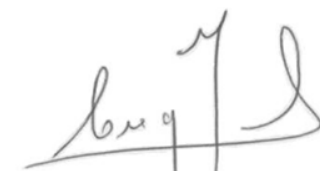
Notas:

- 1- La profundidad presentada en la tabla anterior se establece con relación al nivel actual del terreno. En este caso no se indicó la profundidad de las muestras proporcionadas.

Quedando a sus órdenes para aclarar o ampliar el contenido de este informe, nos despedimos.

Atentamente;

INGEOTEC S.A.
Ingenieros Consultores



Ing. Sergio Sáenz Aguilar
- Sección de Geotecnia-

ANEXOS

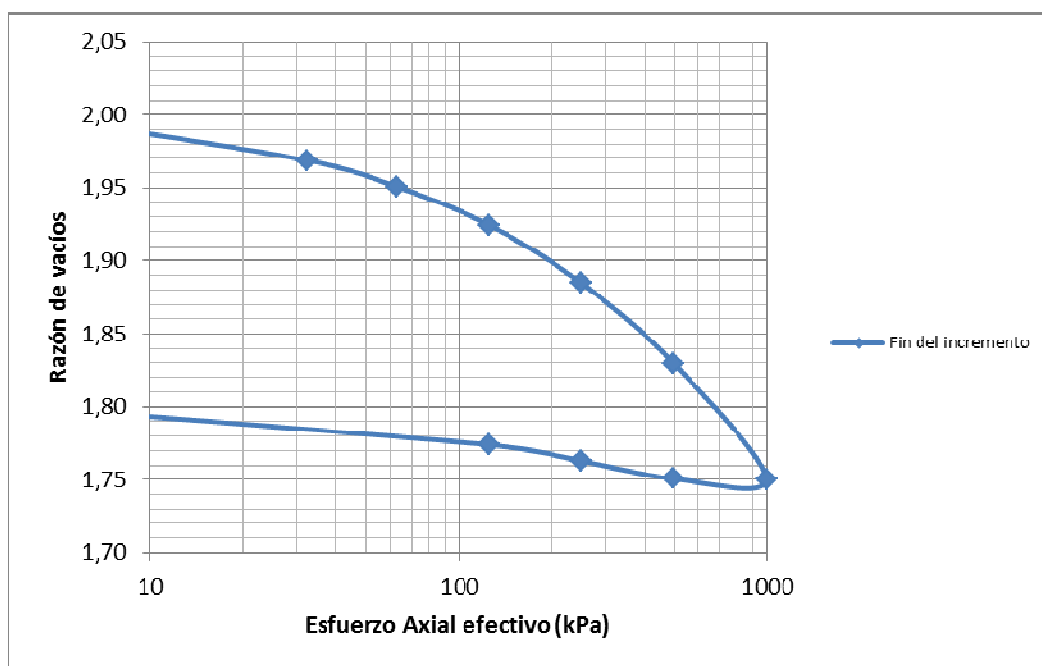


Figura 1. Consolidación muestra C1 (Los Chiles)

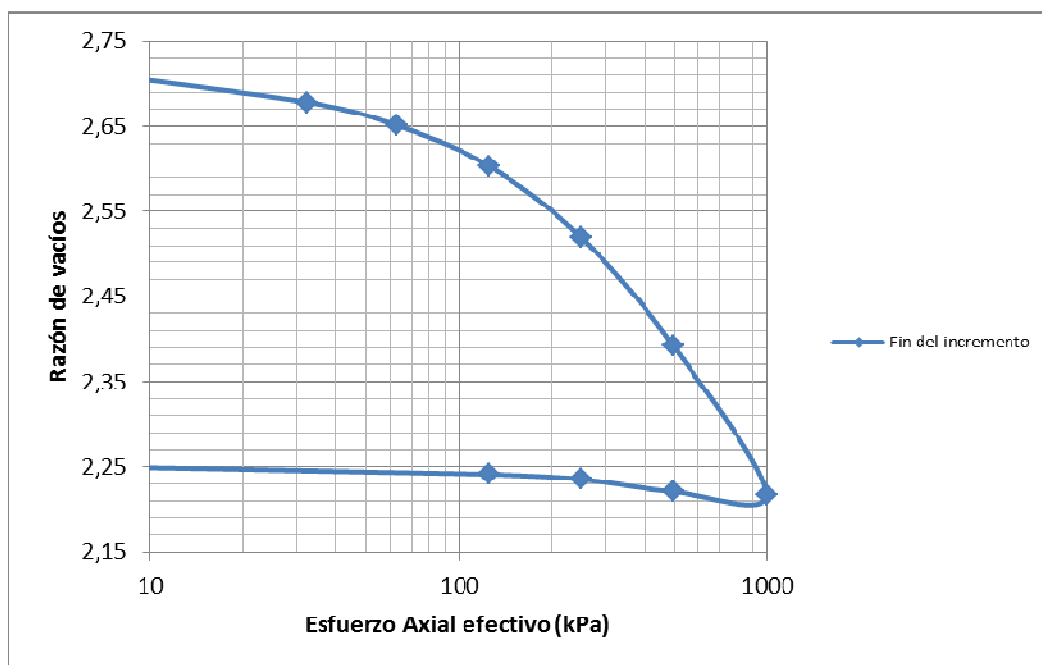


Figura 2. Consolidación muestra C2 (San Carlos)