

24 de julio de 2019  
INF-331-19

**Ingeniero**  
**Luis Diego Rivera S.**  
**Presente**

**Asunto:** Informe geotécnico

Estimado ingeniero:

Sírvase encontrar adjunto el informe geotécnico de las pruebas realizadas en el terreno ubicado en la localidad de Parrita, cantón Parrita, provincia Puntarenas, cuyo plano catastrado ha sido inscrito bajo el número: P-1991737-2017; donde se planea desarrollar el proyecto: "**Ambar**"; conforme a su solicitud.

Dichas pruebas se realizaron el día 10 de julio del presente año.

Quedando a sus órdenes para aclarar cualquier consulta,

Atentamente,

INGEOTECNIA DE EL GENERAL



Ing. Adrián Fallas Gamboa  
IC-14702  
CI-033-2013 SETENA

C.c.: Archivo





**Consultorías en Ingeniería**

## **REPORTE GEOTECNICO**

**INF-331-19**

**PARA EL PROYECTO:**

**"AMBAR"**

**TERRENO UBICADO:**

**DISTRITO PARRITA,**

**PARRITA, PUNTARENAS**

**PLANO CATASTRADO: P-1991737-2017**

**10 DE JULIO 2019**

## Índice General

1. Introducción y alcance del estudio.....	1
2. Datos del terreno.....	1
3. Labor realizada.....	3
4. Caracterización y clasificación del suelo.....	5
5. Propiedad de resistencia del suelo.....	6
6. Capacidad de soporte del suelo.....	7
7. Evaluación del potencial de licuefacción del terreno.....	10
8. Recomendaciones de cimentación.....	10
9. Análisis de asentamientos.....	13
10. Recomendaciones de Pisos.....	13
11. Tipología del suelo para diseño estructural.....	14
12. Parámetros para obras de retención o estructuras enterradas.....	15
13. Capacidad de Infiltración del Terreno.....	15
14. Materiales expansivos.....	19
15. Inspección en obra.....	19
16. Discusión sobre los grados de incertidumbre y alcance del estudio.....	19
17. Referencias bibliográficas.....	19
18. Anexos.....	21

## 1. INTRODUCCIÓN Y ALCANCE DEL ESTUDIO

---

Se presenta el siguiente informe geotécnico para la evaluación de las cimentaciones de las futuras obras del proyecto de vivienda: "**Ambar**", el mismo tiene como objetivos fundamentales:

- ✓ Proporcionar un conocimiento de las características geotécnicas del subsuelo de acuerdo con la construcción prevista.
- ✓ Conocer y evaluar las posibles problemáticas geotécnicas de la zona, que puedan incidir sobre la futura construcción.
- ✓ Definir y analizar el tipo de cimentación más recomendable para el tipo de construcción prevista de acuerdo a los condicionantes geotécnicos.

Por otro lado, es importante indicar, que dicho estudio se enmarca en la categoría de Estudios Preliminares, según el Código de Cimentaciones de Costa Rica, ya que el mismo va orientado a la verificación de que no existen problemas mayores, como, por ejemplo: arcillas expansivas, rellenos orgánicos, riesgo de deslizamiento y otros que comprometan la seguridad del proyecto.

Debido a lo anterior, se recomienda realizar Estudios de Comprobación, con el fin de verificar el modelo geotécnico establecido a partir de los resultados del presente informe, dichos estudios se llevan a cabo durante las excavaciones que se realizan para la construcción de las cimentaciones de la obra, antes que las mismas sean construidas, pues podría requerirse alguna modificación al diseño para ajustarse a las condiciones reales del sitio.

## 2. DATOS DEL TERRENO

---

### Localización

El terreno estudiado se encuentra ubicado en la localidad de Parrita, cantón Parrita, provincia Puntarenas, cuyo plano catastrado ha sido inscrito bajo el número: P-1991737-2017; las Figuras 1 y 2 muestran la localización del mismo.

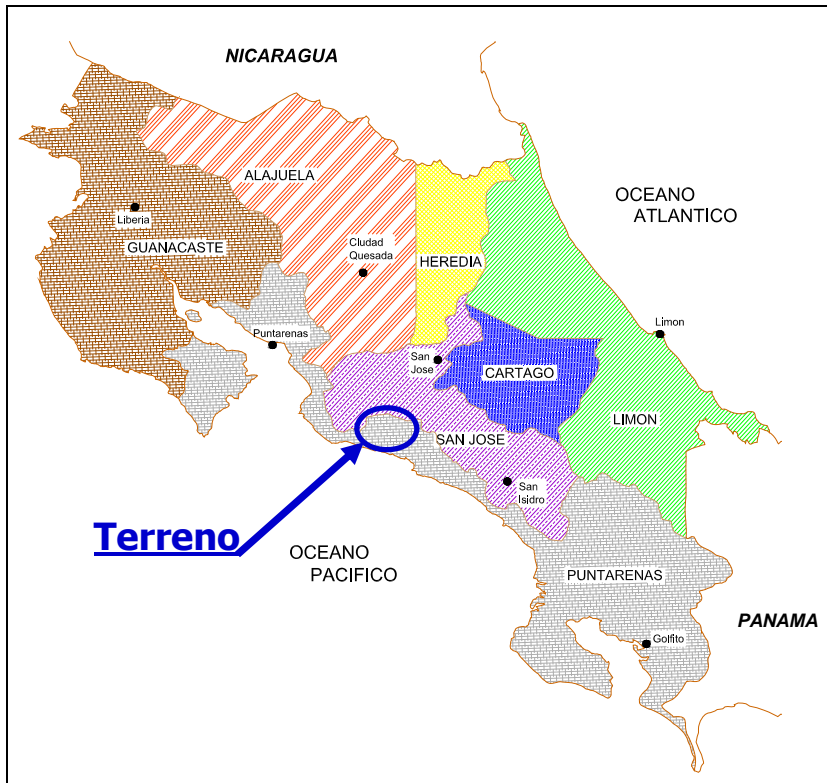


Figura 1. Localización geográfica - Mapa de Costa Rica

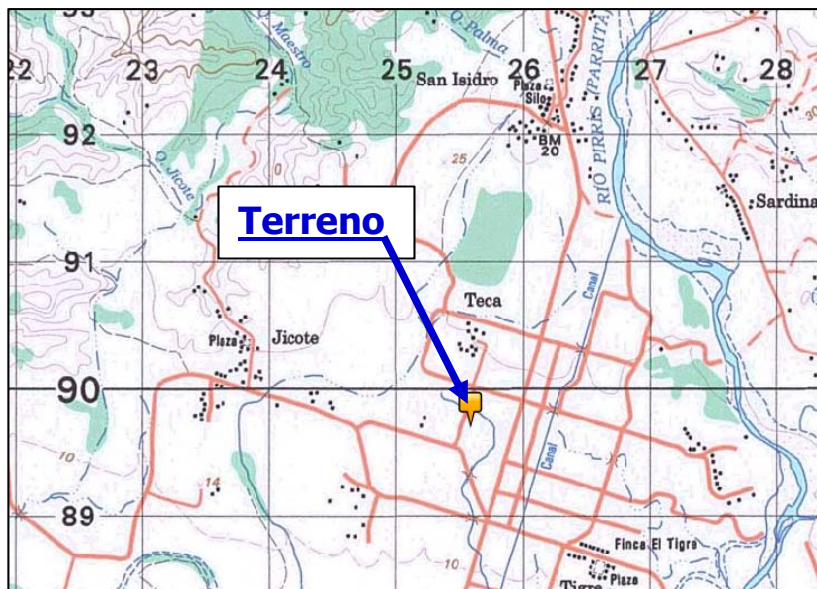


Figura 2. Localización geográfica - Hoja 1 : 50.000 Parrita

Generalidades del terreno

El terreno se encuentra a nivel de calle, el mismo posee una topografía relativamente plana; en el momento de la visita no se observan obras construidas, solamente dos viviendas en la colindancia.



Figura 3. Imágenes del Terreno

### 3. LABOR REALIZADA

Se realizaron nueve sondeos, esto con el objetivo de realizar un reconocimiento geotécnico y determinar capacidades soportantes, además se efectuaron nueve pruebas de infiltración con el fin de establecer las condiciones de drenaje del terreno; la figura 4 muestra la ubicación de la exploración.

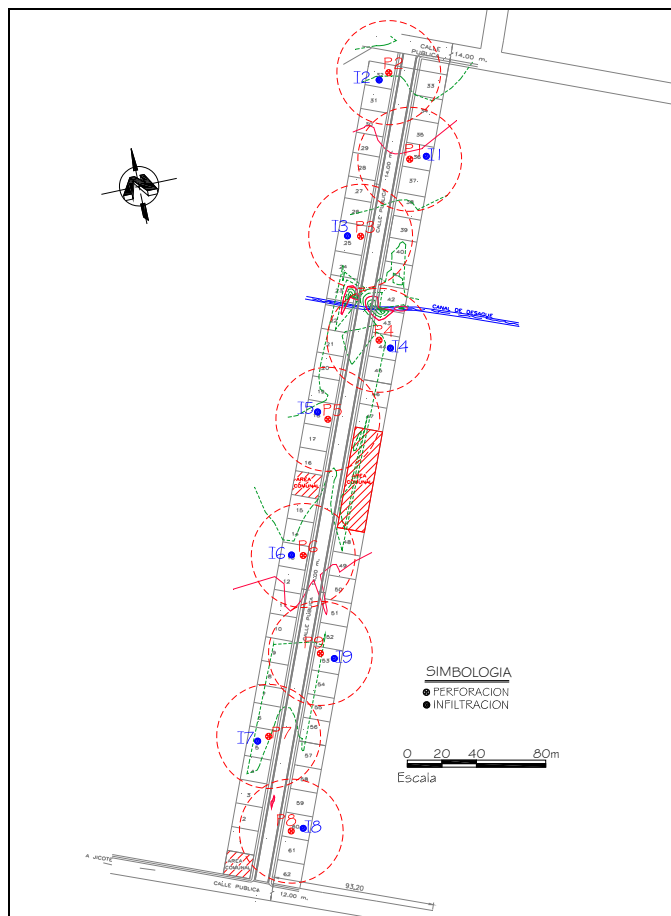


Figura 4. Ubicación de la exploración

### Metodología de exploración:

Los sondeos se realizaron según las especificaciones de ASTM D-1586-84 para lo cual se utilizó el equipo llamado "S.P.T.", por sus siglas en inglés (*Standard Penetration Test*), este ensayo determina la resistencia de los suelos a la penetración de un sacamuestras partido unido a un dispositivo de acero, mediante la caída libre de una masa de 63.5 kg desde una altura de 76.2 cm, se registra la cantidad de golpes necesaria para lograr dicho objetivo, proporcionando información sobre la variabilidad y rigidez del suelo; además permite obtener muestras alteradas de suelo dentro de los sondeos para su identificación.

En el proceso de ejecución del ensayo se distinguen dos fases. Una hinca de colocación de 15cm (incluyendo la penetración inicial del tomamuestras bajo su propio peso) y la segunda fase o ensayo de hinca propiamente dicho, en la cual se anota el número de golpes necesarios para penetrar adicionalmente 30cm; este número obtenido se denomina resistencia a la penetración  $N_{SPT}$ ; la Figura 5 se muestra un diagrama del equipo.

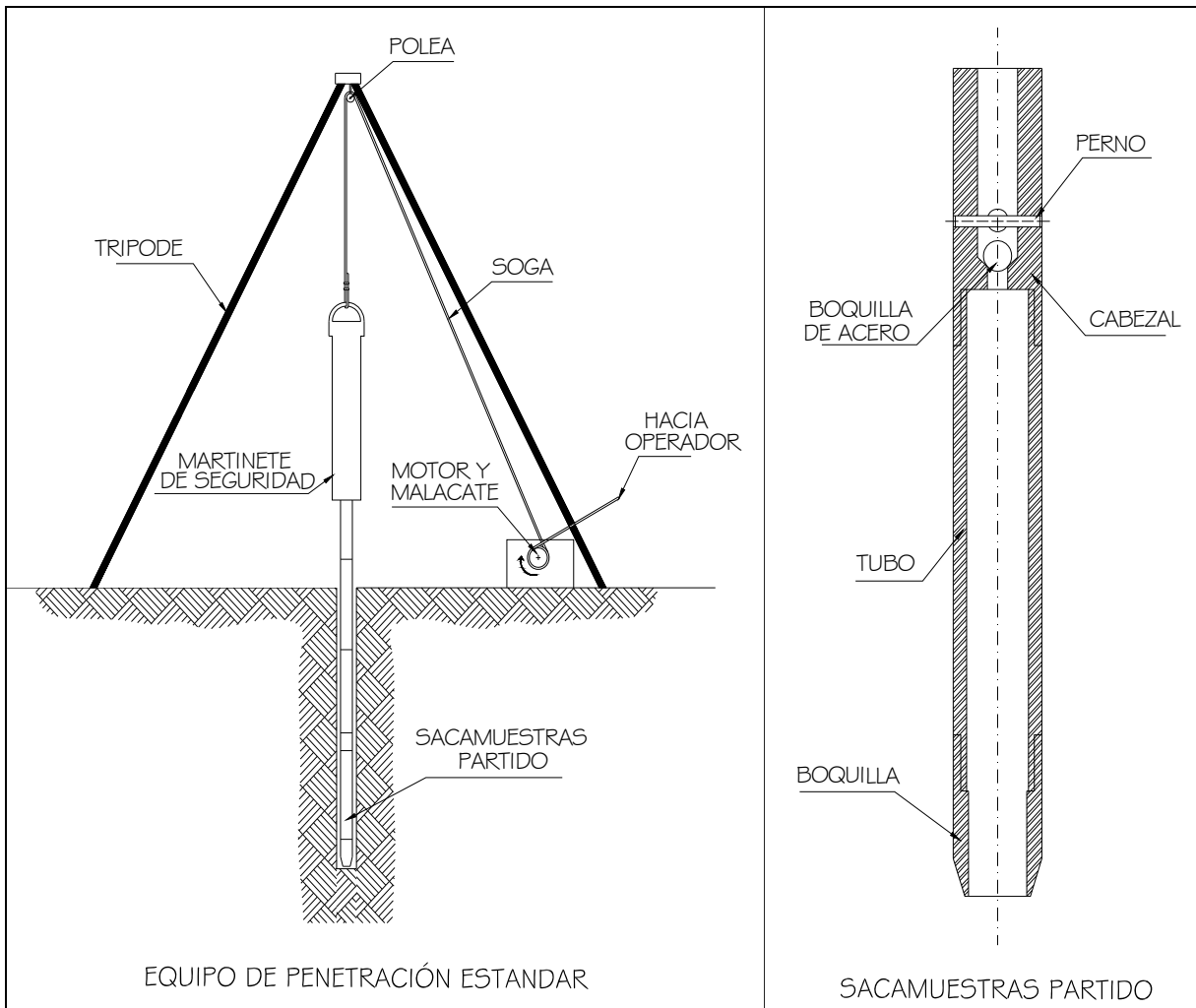


Figura 5. Equipo "SPT"

En caso de determinar suelo muy resistente se detiene la prueba al alcanzar el rebote del mazo (reb), el sondeo se puede dar por finalizado cuando:

- ✓ Se registre un total de 50 golpes en cualquiera de los tres incrementos de 15 cm.
- ✓ Se registre un total de 100 golpes.
- ✓ No se observe avance del muestreador mediante la aplicación de 10 golpes sucesivos del mazo.
- ✓ El muestreador avance 45 cm completos, sin alcanzar las cuentas límites de golpes, descritos en los incisos anteriores.

#### Ensayos realizados:

Los siguientes son los ensayos realizados en el laboratorio a las muestras alteradas extraídas durante la exploración; dichas pruebas estuvieron a cargo del Técnico: José Santos González Jiménez (Laboralista de Obras Viales - LANAMME). En el anexo A se muestra el resumen de los resultados obtenidos en los ensayos.

Tabla 1. Ensayos de laboratorio

Ensayo	Norma
Humedad natural	ASTM D-2216
Límites de Atterberg	ASTM D-4318
Análisis granulométrico	ASTM C-136
Clasificación de suelos	ASTM D-2487

#### **4. CARACTERIZACIÓN Y CLASIFICACIÓN DEL SUELO**

---

A continuación, se presenta el perfil estratigráfico del suelo, determinado por la observación de las diferentes muestras en el laboratorio y campo; dicho perfil es generalizado y los resultados puntuales de perforaciones pueden variar.

Tabla 2. Perfil estratigráfico

Capa	Descripción del suelo
<b>Capa 1</b>	Limo arcilloso café, posee algunas vetas rojizas, además de partículas meteorizadas. Materiales de consistencia variable entre blanda y rígida. Clasificación SUCS: <b>MH</b> . Humedad varía entre 22 y 32%, Limite liquido varía entre 54% y 67%. Cohesión varía entre 0.32 y 0.80 kg/cm <sup>2</sup> . Esta capa fue detectada en todos los sondeos.



... continuación Tabla 2

<b>Capa 2</b>	Limo arenoso café (arena limosa), posee algunas vetas amarillentas y rojizas, además de partículas meteorizadas. Materiales de consistencia variable entre rígida y dura. Clasificación SUCS: <b>MH</b> . Esta capa aparece subyaciendo al suelo de la Capa 1. Humedad varía entre 11 y 26%, Limite liquido varía entre 50% y 57%. Cohesión varía entre 0.46 y 0.98 kg/cm <sup>2</sup> .
---------------	--

#### Nivel Freático:

No se determinó la presencia de nivel freático en los sondeos realizados; sin embargo, esta situación no debe considerarse estable, ya que la profundidad del nivel freático experimenta variaciones en el tiempo, derivadas del régimen hídrico de precipitaciones, de las condiciones hidrogeológicas, de aportes artificiales (riegos), extracciones próximas (bombeos), etc.

## **5. PROPIEDADES DE RESISTENCIA DEL SUELO**

La Tabla 3, muestra los valores " $N_{spt}$ " obtenidos para los sondeos realizados.

Tabla 3. Valores  $N_{SPT}$

Tramo	Sondeo								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0.00 - 0.55	2	6	3	6	6	12	10	13	12
0.55 - 1.00	5	11	7	11	6	13	10	23	15
1.00 - 1.45	10	10	10	12	10	10	17	22	17
1.45 - 1.90	10	14	10	15	11	17	23	24	17
1.90 - 2.35	13	17	47	63	21	17	28	34	17
2.35 - 2.80	53	23	reb	reb	45	47	63	49	14
2.80 - 3.25	reb	46	-	-	reb	reb	reb	reb	12
3.25 - 3.70	-	reb	-	-	-	-	-	-	10
3.70 - 4.15	-	-	-	-	-	-	-	-	11
4.15 - 4.60	-	-	-	-	-	-	-	-	10
4.60 - 5.05	-	-	-	-	-	-	-	-	11
5.05 - 5.50	-	-	-	-	-	-	-	-	33
5.50 - 5.95	-	-	-	-	-	-	-	-	reb

Tal y como se mostró en el perfil estratigráfico de la sección 4, en las zonas sondeadas se localizaron suelos mayormente limo arcillosos, a la profundidad donde eventualmente se podría cimentar, de esta forma la consistencia y la resistencia del suelo pueden entonces estimarse de acuerdo con la Tabla 4.

Tabla 4. Estimación de la resistencia del suelo de acuerdo con el  $N_{SPT}$  (Desarrollado por Terzaghi y Peck).

$N_{SPT}$	Consistencia	Resistencia a la compresión simple $q_u$ (ton/m <sup>2</sup> )
< a 2	Muy Blanda	0.0 a 2.5
2-5.	Blanda	2.5 a 5.0
5-10.	Medianamente rígida	5.0 a 10.0
10-20.	Rígida	10.0 a 20.0
20-30.	Muy rígida	20.0 a 40.0
> a 30	Dura	> a 40.0

## 6. CAPACIDAD DE SOPORTE DEL SUELO

Para estimar la capacidad de carga del suelo se utilizó la teoría de Terzaghi para suelos cohesivos en esfuerzos totales, la fórmula general de carga admisible en suelos es la siguiente:

$$q_{adm} = \frac{q_h}{F_s} = \frac{c \cdot N_c \cdot \xi_c + q \cdot N_q \cdot \xi_q + \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma \cdot \xi_\gamma}{3} + q \quad (\text{Ecuación \#1})$$

Dónde:

$q_h$ : corresponde a la carga de hundimiento.

$c$ : corresponde a la cohesión del terreno.

$q$ : corresponde a la sobrecarga sobre el nivel de cimentación.

$\gamma$ : corresponde al peso unitario del suelo.

$B$ : corresponde al ancho de la placa de cimentación.

$F_s$ : corresponde al Factor de Seguridad = 3.

$\xi_c$ ,  $\xi_q$  y  $\xi_\gamma$ : corresponde a factores de corrección, según distintos autores.

$N_c$ ,  $N_q$  y  $N_\gamma$ : corresponde a factores de capacidad de carga, función del ángulo de rozamiento del suelo, según distintos autores.

En materiales limosos - arcillosos, el valor más desfavorable de la carga de hundimiento se obtiene para una condición a corto plazo, donde el ángulo de rozamiento interno es nulo y la cohesión corresponde con la resistencia al corte no drenada. En este caso el Factor  $N_c$  tiene un valor de 5.14 y la expresión queda:

$$q_{adm} = \frac{q_h}{F_s} = \frac{c_u \cdot N_c}{3} \quad (\text{Ecuación \#2})$$

Para el cálculo de la cohesión no drenada, se utilizará la expresión propuesta por Stroud (1974), donde dicho valor se estima a partir de la prueba SPT:

$$c_u = K \cdot N_{60} \quad (\text{Ecuación \#3})$$

Dónde:

- K: corresponde a una constante, que varía de 3.5-6.5 KN/m<sup>2</sup> (se utilizará el valor de 6.5 KN/m<sup>2</sup>)
- N<sub>60</sub>: corresponde al valor del número de penetración estándar obtenido de la prueba de campo SPT.

Se considera capacidad de carga neta porque se supone que el cimiento quedará enterrado, por lo cual en la estimación de cargas debe considerarse el peso del suelo sobre el cimiento; de esta forma, en la Tabla 5 se muestran las capacidades de carga para las diferentes profundidades exploradas, dichas capacidades se consideran con un factor de seguridad de 3 y los valores deberán ser utilizados en la proyección del sistema estructural de transmisión de la carga de la superestructura al suelo.

Tabla 5. Capacidad de Carga de Admisible en Ton/m<sup>2</sup>,  
Factor de seguridad, FS=3

Nivel de desplante (m)	Sondeo								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0.55	1.1	5.1	1.7	5.1	5.1	10.2	8.5	11.1	10.2
1.00	2.8	9.4	6.0	9.4	5.1	11.1	8.5	19.6	12.8
1.45	8.5	8.5	8.5	10.2	8.5	8.5	14.5	18.8	14.5
1.90	8.5	11.9	8.5	12.8	9.4	14.5	19.6	20.0	14.5
2.35	11.1	14.5	20.0	20.0	17.9	14.5	20.0	20.0	14.5
2.80	20.0	19.6	reb	reb	20.0	20.0	20.0	20.0	11.9
3.25	reb	20.0	-	-	reb	reb	reb	reb	10.2
3.70	-	reb	-	-	-	-	-	-	8.5
4.15	-	-	-	-	-	-	-	-	9.4
4.60	-	-	-	-	-	-	-	-	8.5
5.05	-	-	-	-	-	-	-	-	9.4
5.50	-	-	-	-	-	-	-	-	20.0
5.95	-	-	-	-	-	-	-	-	reb

En rojo valores menores a 8.0 Ton/m<sup>2</sup> (carga mínima para el uso del método de Diseño simplificado del Código Sísmico 2010, sección 17.1, carga última 24.0 Ton/m<sup>2</sup>)

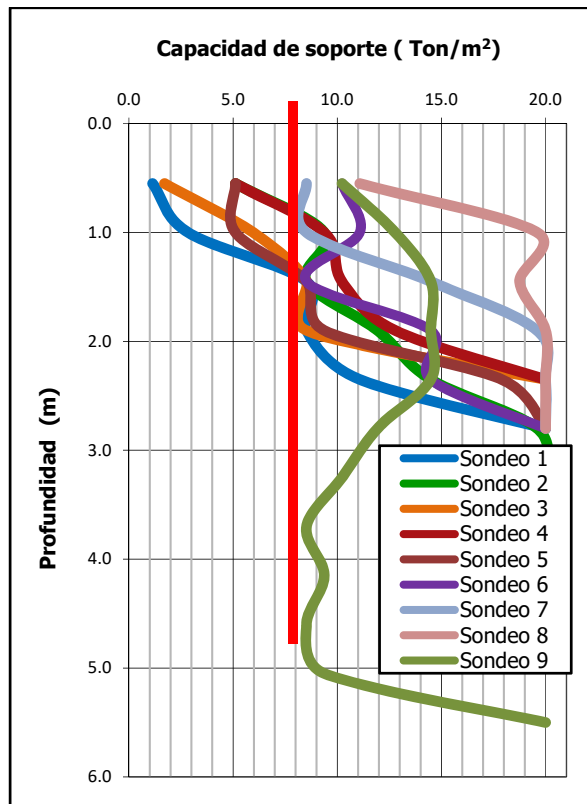


Figura 6. Capacidad de Carga de Admisible vrs Profundidad

Es importante recordar del Código Sísmico de Costa Rica 2010 (CSCR-2010), que para soportar las cargas últimas resultantes de las cuatro combinaciones de carga última del inciso 6.2.1 del CSCR-2010, se debe de satisfacer la siguiente desigualdad:

$$q_{u\max} \leq \phi \cdot q_n \text{ (Ecuación \#4)}$$

Donde  $q_{u\max}$  es la presión última máxima transmitida al suelo en el sitio de cimentación y  $q_n$  es la capacidad de soporte nominal del suelo según los parámetros en el sitio, que es equivalente al término  $q_u$  que se utiliza en el Código de Cimentaciones de Costa Rica (valores de la Tabla 5 que se deben de multiplicar por el Factor de Seguridad de 3). Los factores  $\phi$  de reducción de resistencia se muestran en la tabla 6.

En la tabla anterior  $q_{u\max}$  y  $q_{u\min}$  son las presiones últimas máxima y mínima respectivamente en el suelo, que se calculan suponiendo una distribución lineal de presiones, siempre que se cumplan los requisitos de rigidez que establece el Código de Cimentaciones de Costa Rica.

El caso  $\frac{q_{u\min}}{q_{u\max}} < 0.25$  incluye el caso de una distribución triangular de presiones.

Tabla 6. Factores  $\phi$  de reducción para la capacidad soportante de los suelos  
 Tabla 13.1 del Código Sísmico de Costa Rica 2010

Combinaciones de ecuaciones 6-1 y 6-2	$\phi$
$\frac{q_{u \min}}{q_{u \max}} \geq 0.25$	0.45
$\frac{q_{u \min}}{q_{u \max}} < 0.25$	0.60
Combinaciones de ecuaciones 6-3 y 6-4	$\phi$
$\frac{q_{u \min}}{q_{u \max}} \geq 0.25$	0.65
$\frac{q_{u \min}}{q_{u \max}} < 0.25$	0.85

## 7. EVALUACIÓN DEL POTENCIAL DE LICUEFACCIÓN DEL TERRENO

El Código de Cimentaciones de Costa Rica establece que *"la licuación es la pérdida temporal de la resistencia y la rigidez de los depósitos de suelo granular, no arcillosos, saturados, poco densos, producido por el paso de las ondas sísmicas. Este fenómeno puede estar acompañado de un comportamiento del suelo similar al de un líquido viscoso."*

Por lo general, se considera que la licuación sucede en arenas limpias, finas, uniformes, con baja compacidad relativa y presencia de nivel freático, sin embargo, se ha determinado que dicho fenómeno se ha generado en gravas y limos. En el caso de los suelos finos se ha observado que pueden ser susceptibles a licuación si presentan algunas de los siguientes criterios:

- Fracción con tamaños menores a 0.005 mm < 15%.
- Limite líquido (LL) < 35%.
- Humedad natural (w) > 0,9·LL.
- Índice de liquidez (IL) < 75%.

Debido a las consideraciones anteriores y luego de evaluar las condiciones del suelo encontrado hasta la profundidad explorada, no existe aparente riesgo de licuación

## 8. RECOMENDACIONES DE CIMENTACIÓN

Luego de analizar las condiciones de soporte reportadas en las exploraciones 2, 4, 6, 7, 8 y 9, se concluye que para los alrededores de las zonas de perforación se podrá utilizar un sistema

de cimentación convencional por ejemplo placas de cimentación individuales unidas a través de vigas de amarre o bien placas corridas, utilizando como mínimo un nivel de desplante de 1.0m de profundidad en los alrededores de dichos sondeos, siempre y cuando la carga última transmitida al suelo sea de 8.0 Ton/m<sup>2</sup>.

En caso de que la carga última transmitida por la obra es mayor a 8.0 Ton/m<sup>2</sup>, se deberá de revisar en la Tabla 5 a que profundidad de desplante se obtiene la capacidad de soporte admisible necesaria.

En el caso de los sondeos **1, 3 y 5**, se concluye que se determinó una capa de material limoso con valores de capacidad de soporte admisible menores a 8.0 Ton/m<sup>2</sup>; de 1.0m de espesor, los suelos encontrados corresponden a materiales no consolidados, compresibles y susceptibles a generar problemas de asentamientos bajo presiones de fundación; debido a dicha situación se deberá de utilizar un sistema de cimentación especial en dicha zona o realizar un movimiento de tierras que garantice la eliminación total de dicha capa.

Se advierte que la colocación de cimentaciones convencionales a niveles superficiales sin tomar en cuenta las características de los suelos existentes, puede provocar problemas futuros de asentamientos y efectos desfavorables de mal comportamiento dinámico del terreno en caso de sismos.

Se recomiendan las siguientes opciones a fin de obtener una condición admisible para cimentar alguna obra, como lo establece el Código de Cimentaciones de Costa Rica, sin embargo, quedará a criterio del diseñador estructural conforme a la información presentada por este estudio, el sistema de fundación que se seleccione finalmente, la capacidad de soporte admisible y el nivel de fundación más apropiado de acuerdo a la magnitud de las cargas de la estructura y al tipo de proyecto.

**Sistemas prefabricados**, se deberá emplear el método propuesto por cada fabricante para su sistema, adaptándose las cimentaciones a la condición de suelo blando. Dicho sistema requiere como mínimo que la carga máxima admisible sea de al menos 8.0 ton/m<sup>2</sup> y que los asentamientos sean aceptables. A manera de ejemplo, se menciona una propuesta con el fin de variar la cimentación típica de estos sistemas para el caso de zonas de suelo blando, dicha propuesta pretende disminuir la carga aplicada sobre el terreno y evitar la generación de asentamientos diferenciales; se deberá de garantizar la estabilidad de los taludes para utilizar este sistema.

**Sistemas prefabricados de columnas y baldosas horizontales**, en este sistema los elementos que soportan y transmiten el peso de la estructura son las columnas; por lo que se sugiere aumentar las dimensiones del bloque de fundación (placa aislada) a fin de transmitir presiones más bajas al suelo. Adicionalmente, se podrá complementar la fundación con un sistema de placas corridas que integre las placas aisladas de las columnas de tal manera que todo el conjunto trabaje en forma integral (ver Figura 7).

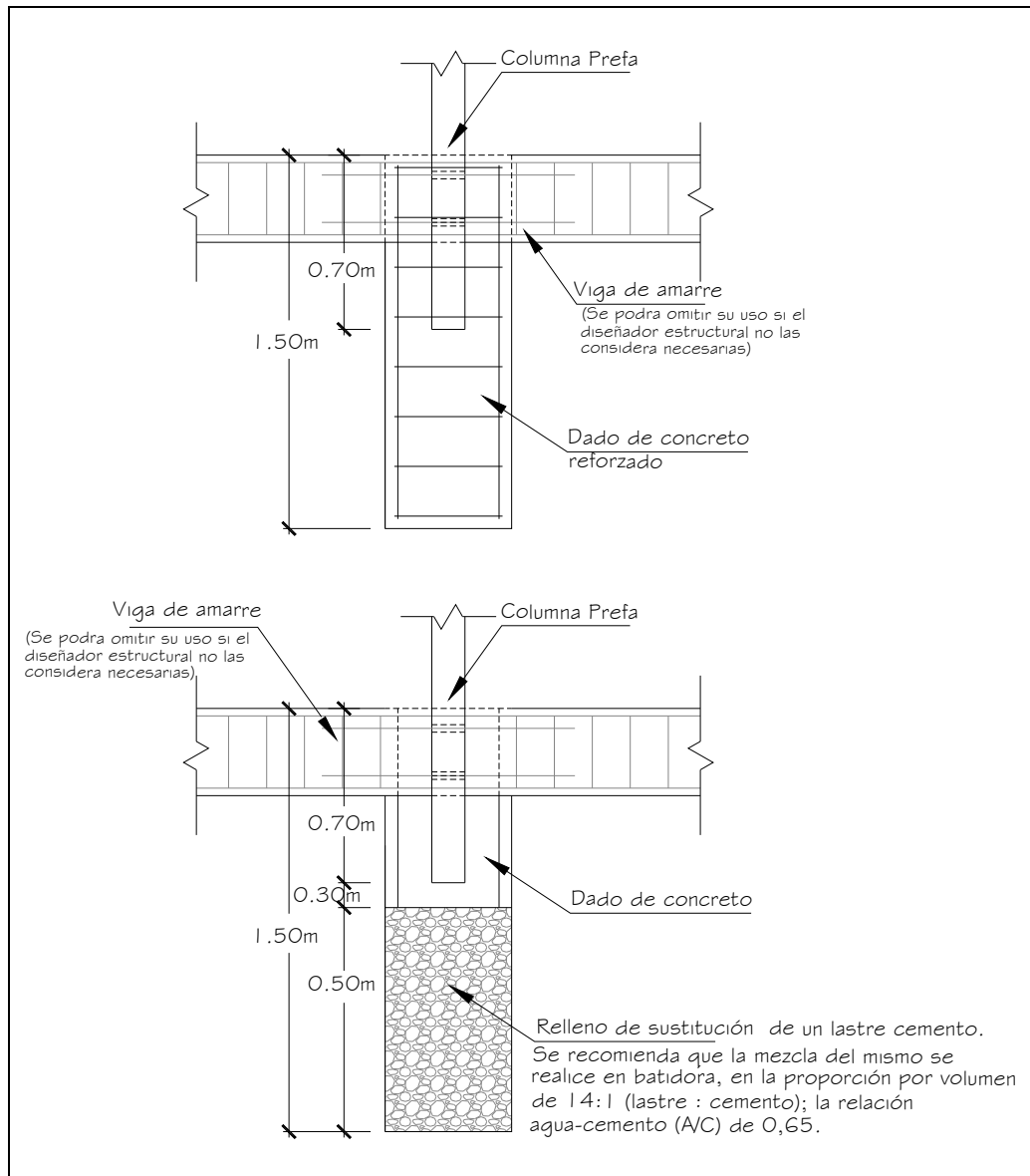


Figura 7. Posible detalle de fundación

**Fundación reforzada con geosintéticos**, se podrá considerar realizar un mejoramiento de las propiedades mecánicas del suelo bajo las cimentaciones con geosintéticos, por ejemplo, utilizando el geotextil tejido TenCate Mirafi® RS580i o similar. El diseño de dicha solución deberá de estar a cargo de un especialista en geosintéticos.

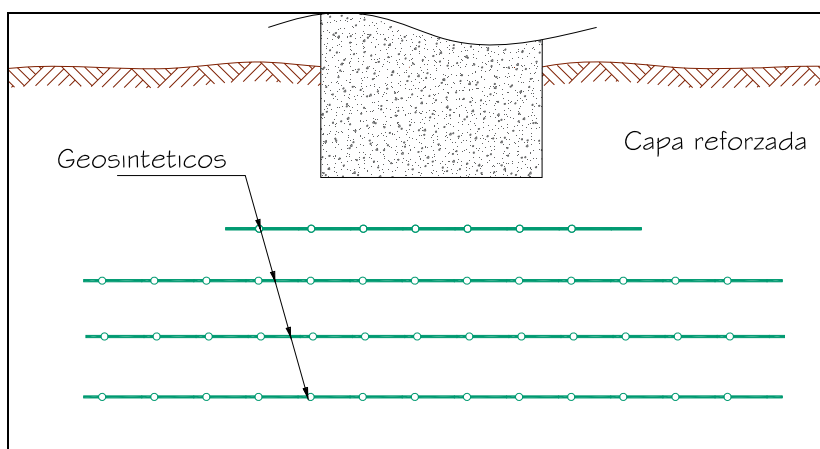


Figura 8. Ejemplo de refuerzo de cimentación con geosintéticos

Se debe indicar que las consideraciones expuestas han sido deducidas de ensayos puntuales, constituyendo una extrapolación al conjunto del terreno de estudio en las condiciones actuales del subsuelo; por ello, se recomienda la inspección en obra durante la excavación, para verificar que las características aparentes del terreno se corresponden con las que han servido de base a estas recomendaciones.

## 9. ANÁLISIS DE ASENTAMIENTOS

---

Es importante poner especial énfasis en el control de los potenciales asentamientos del terreno (tanto elásticos como diferidos) que induzca la carga de cimentación en el terreno, debido a esto se exhorta al uso de los sistemas de cimentación recomendados, pues en caso contrario es de esperar problemas de asentamientos diferenciales dada la condición de suelo encontrada. Por otro lado, para realizar un análisis de asentamientos se requiere de la realización de ensayos especiales (por ejemplo, Consolidación Unidimensional).

Un asentamiento suficientemente alto, podría producir problemas de niveles, ruptura o mal funcionamiento de tuberías, etc.); debido a esto, se deberán de tomar las previsiones del caso para los sistemas de evacuación de aguas negras y pluviales y cualquier otra obra subterránea (acometidas, etc), debido a la probabilidad de que se generen asentamientos.

## 10. RECOMENDACIONES DE PISOS

---

En caso de que se necesite colar pisos de concreto, se recomienda colocar una subbase de lastre de 10-15cm de espesor, la cual debe de poseer un CBR de al menos 30% y se debe compactar con el fin de obtener el 95% de la densidad óptima del Ensayo Proctor Modificado; además dicha subbase debe cumplir las especificaciones dispuestas por el CR-



2010, mismas que se detallan en la tabla 7; además se recomienda colocar un refuerzo de acero, diseñado según las necesidades estructurales de la obra.

Tabla 7. Especificaciones del material de subbase según CR-2010

Ítem	Valor	Graduación (A)	
Límite líquido	< 25%	Apertura de la Malla	% Pasando
Índice plástico	< 4%	63 mm	100
Índice de soporte (CBR)	> 30%	50 mm	97-100
		25 mm	65-79
		12.5 mm	45-59
		4.75 mm	28-42
		425 $\mu\text{m}$	9-17
		75 $\mu\text{m}$	4-8

## 11. TIPOLOGÍA DEL SUELO PARA DISEÑO ESTRUCTURAL

Se debe indicar que el proyecto se ubica en Zona Sísmica IV, según establece la sección 2.1 del Código Sísmico de Costa Rica 2010, por otro lado, los suelos encontrados se clasifican como tipo S3 debido a esto el Factor Espectral Dinámico a utilizar para diseño es el que se muestra en la Figura 9 y la Aceleración pico efectiva de diseño ( $a_{ef}$ ) para un período de retorno de 475 años, tendrá un valor de 0,40.

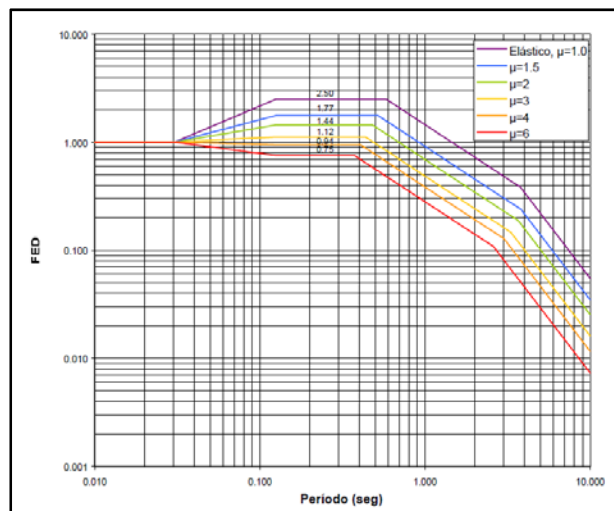


Figura 9. Factor espectral dinámico (amortiguamiento  $\zeta=5\%$ ; ductilidades  $\mu=1, 1.5, 2, 3, 4, 6$ )  
Tomado de: Código Sísmico de Costa Rica 2010

## 12. PARÁMETROS PARA OBRAS DE RETENCIÓN Y ESTRUCTURAS ENTERRADAS

---

Para los fines que correspondan, en la Tabla 8 se muestran los coeficientes de empuje del suelo; para el cálculo de dichos coeficientes se utilizó la teoría desarrollada por Rankine.

Tabla 8. Estimación de parámetros de empuje

Ítem	Capa 1
Peso unitario húmedo ( $\gamma$ ) (kg/m <sup>3</sup> )	1500
Angulo de fricción ( $\phi$ )	28.0 °
Coefficiente de presión activa ( $K_a$ )	0.36
Coefficiente de presión pasiva ( $K_p$ )	2.77
Cohesión efectiva a futuro	nula

\* Valor promedio de las correlaciones según: JNR (Japan National Railway, 1999), JRB (Japan Road Bureau, 1986), Hatanaka & Uchida (1996) y Montenegro & González (2014).

Adicionalmente se recomienda utilizar las siguientes fórmulas para obtener los valores de presión activa y pasiva que actuarán sobre las estructuras:

$$P_a = K_a \cdot (\gamma \cdot h + q) \quad (\text{Ecuación \#5})$$

$$P_p = K_p \cdot \gamma \cdot h \quad (\text{Ecuación \#6})$$

Dónde:

- $\gamma$ : Peso volumétrico del suelo
- h: Profundidad
- q: Sobrecarga

Es importante indicar, que todo muro o estructura de retención, debe disponer de un eficiente sistema de drenaje en la parte en contacto con el suelo, con el fin de evitar que el mismo pueda ser cargado por presiones hidrostáticas producidas por aguas provenientes desde zonas más altas y además minimizar la posibilidad de que el material de fundación se sature y pueda sufrir pérdida apreciable de su capacidad de soporte.

## 13. CAPACIDAD DE INFILTRACIÓN DEL TERRENO

---

### Metodología utilizada

Se realizaron seis pruebas de infiltración, según las especificaciones que establece el Código de Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias de Edificaciones de Costa Rica, la Figura 10 muestra el detalle del agujero realizado para las pruebas.

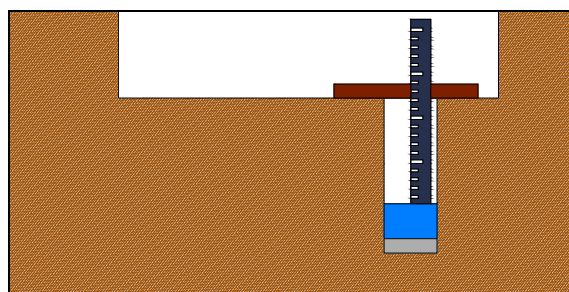


Figura 10. Detalle de agujero de prueba

### Información de Campo y cálculos de Tasas de Infiltración

Los datos de campo y la estimación de tasas de infiltración se pueden observar en la tabla a continuación:

Tabla 9. Valores de tasa de infiltración  
Ensayos realizados a 90cm de profundidad

<b>Prueba</b>	<b>Tasa Seleccionada (min / cm)</b>	<b>Velocidad de Infiltración (m / s)</b>
1	3.8	6.87E-07
2	7.5	4.86E-07
3	7.5	4.86E-07
4	7.5	4.86E-07
5	7.5	4.86E-07
6	4.3	6.43E-07
7	4.3	6.43E-07
8	5.0	5.95E-07
9	5.0	5.95E-07
<b>Seleccionado</b>	<b>7.5</b>	<b>4.86E-07</b>

### Resultados

Analizando los valores de tasa de infiltración registrados, se concluye que posee una tasa crítica de infiltración de 7.50 min/cm, por lo que en los alrededores de dichas pruebas el suelo es apto para el uso de sistemas de tratamiento de aguas residuales mediante zanjas de absorción (zanjas de drenaje), según establece el *Código de Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias en Edificaciones*.

### Recomendaciones

Debido a la condición que presenta el suelo, en los alrededores de las zonas de infiltración se recomienda el uso de un sistema de tanque séptico y zanjas de drenaje; de tal forma se procedió a realizar un análisis específico, siguiendo el procedimiento sugerido en el Código de

Instalaciones Hidráulicas; el diseño se muestra en la Tabla 10; es importante indicar, que para diseñar el campo de infiltración se consideraron las siguientes condiciones:

- Construcción: vivienda
- Ocupación promedio: 6 personas
- Dotación de agua: 150 litros/persona/día
- Tasa de infiltración: 7.50 min/cm
- Velocidad de infiltración: 4.86 E-07 m/s

Tabla 10. Cálculo de longitud de zanjas de drenaje

	Ítem	Simbología	Valor	Unidades
<b>Datos de Diseño</b>				
1	Tasa de infiltración	T	<b>7.5</b>	min/cm
2	Velocidad de infiltración	Vp	4.86E-07	m/s
3	Número de personas servidas	N	<b>6</b>	personas
4	Dotación	q	<b>150</b>	l/día/persona
5	Gasto de aguas residuales de diseño	$Q=N*q$	1.04E-05	m <sup>3</sup> /s
6	Área de infiltración	$A_i=Q/V_p$	21.43	m <sup>2</sup>
7	Factor de precipitación	Fp	2.50	
8	Superficie o área verde	$A'c=F_p*A_i$	53.58	m <sup>2</sup>
9	Razón de revestimiento	rc	0	
10	Superficie del campo de infiltración	$A_c=A'c/(1-rc)$	53.58	m <sup>2</sup>
<b>Geometría del campo de infiltración</b>				
11	Ancho de zanja	W	0.60	m
12	Grava bajo el tubo infiltrante	D	0.70	m
13	Perímetro efectivo	Pe	1.12	m
14	Longitud total de zanjas	$L_z=A_i/P_e$	20.0	m
15	Longitud individual de zanja	L	<b>5.0</b>	m
16	Número de zanjas	$N_z=L_z/L$	<b>4.0</b>	
17	Separación entre zanjas (>2.0m)	$L_s=A_c/L_z$	<b>2.5</b>	m

Las características del sistema de tratamiento de aguas negras propuesto son las siguientes:

- Se deberán de construir al menos 20.0m de drenaje por vivienda, pudiéndose distribuir de la siguiente forma: 4 zanjas de 5.0m de longitud y 0.60m de ancho; con

una distancia de 2.50m entre las líneas de drenajes (centro a centro), ver detalles en la Figura 11, siempre y cuando el terreno presente un desnivel menor al 15%.

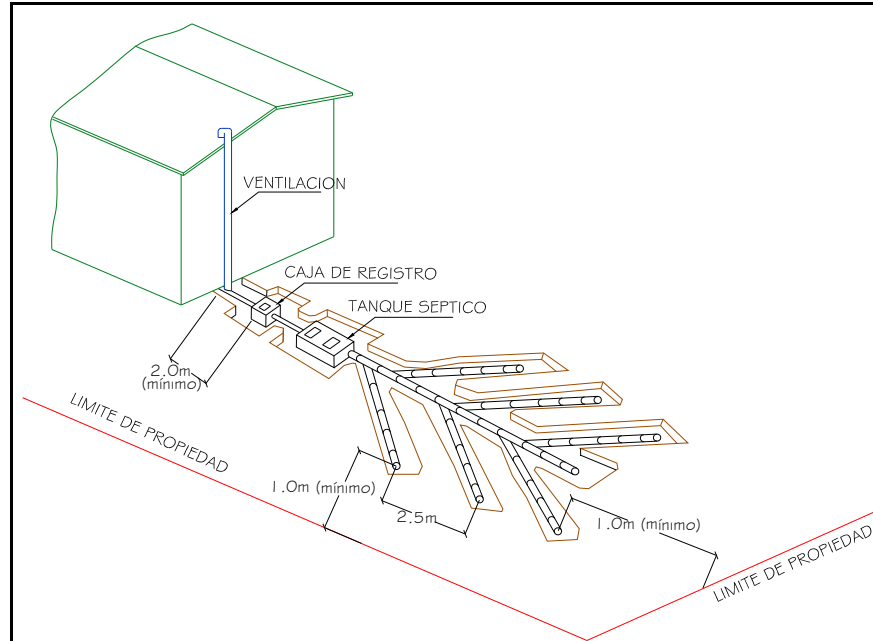


Figura 11. Esquema de zanjas de drenaje en terreno con pendiente (0 – 15%)

- Las tuberías empleadas en el drenaje se extenderán en las zanjas sobre una capa de grava gruesa (piedra tercera) de 0.70 m de espesor.
- El fondo de la zanja y la tubería de drenaje deben nivelarse, con una pendiente máxima del 0.5%.
- Las zanjas no deben excavarse cuando el suelo esté muy húmedo para evitar su remoldeo; además las zanjas abiertas deben protegerse de escurrimientos superficiales, si fuese necesario caminar en la zanja, se deberá de colocar una tabla provisional descansando en el fondo.
- Todas las superficies remoldeadas y compactadas deberá de rastrillarse a una profundidad de 2,5cm y el material suelto debe retirarse antes de colocar la grava en la zanja.
- Las zanjas no deben excavarse cuando el suelo esté muy húmedo para evitar su remoldeo; además las zanjas abiertas deben protegerse de escurrimientos superficiales, si fuese necesario caminar en la zanja, se deberá de colocar una tabla provisional descansando en el fondo.
- Se deberá respetar los retiros que exige el Código de Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias en Edificaciones.

El campo de infiltración calculado puede cambiar según las necesidades del proyecto y el criterio del diseñador.

## **14. MATERIALES EXPANSIVOS**

---

En las perforaciones realizadas no se determinaron materiales arcillosos expansivos, se recomienda la inspección en obra durante las excavaciones, para verificar que no se encuentran dichos materiales.

## **15. INSPECCIÓN EN OBRA**

---

Tanto la elección de la cota de cimentación como la verificación de la tensión admisible considerada e idoneidad del tipo de cimentación deberán ser aprobadas en último término por el diseñador de la obra.

El nivel de apoyo de la cimentación deberá ser supervisado, si aparecieran elementos extraños, bolsas blandas, restos arqueológicos, restos metálicos y/o plásticos, etc; deberán ser retirados y se rebajará lo suficiente el nivel de fondo de excavación, hasta verificar que apoyen en condiciones homogéneas en el nivel geotécnico considerado.

Por otra parte, debe indicarse que las consideraciones expuestas en el presente informe han sido deducidas de ensayos puntuales, constituyendo una extrapolación al conjunto del terreno de estudio en las condiciones actuales del subsuelo; por ello, se recomienda la inspección en obra durante la excavación, para verificar que las características aparentes del terreno se corresponden con las que han servido de base a este informe.

## **16. DISCUSIÓN SOBRE LOS GRADOS DE INCERTIDUMBRE Y ALCANCE DEL ESTUDIO**

---

Como en cualquier estudio derivado de resultados de sondeos, solamente se puede tener certeza plena de las condiciones del suelo en los sitios puntuales en donde se realizaron las exploraciones. Se concluye que de los resultados obtenidos que el proyecto a desarrollar es factible, teniendo en cuenta siempre las condiciones del terreno soportante y las recomendaciones indicadas en el presente informe.

## **17. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

---

- Asociación Costarricense de Geotecnia. *Código de Cimentaciones de Costa Rica*. Editorial Tecnológica, 2da edición, 2009.
- Braja M. Das. *Advanced Soil Mechanics*. Third Edition, Taylor and Francis, 2008.
- Braja M. Das. *Principles of Foundation Engineering*. PWS Publishing Company, 1996.

- Colegio Federado de Ingenieros y de Arquitectos. *Código Sísmico de Costa Rica*.
- E. Juárez, A. Rico. *Mecánica de Suelos, Tomo I y II*. Editorial Limusa, México.
- González de Vallejo, L. *Ingeniería Geológica*. Prentice Hall, Madrid, 2002.
- Keller, G. *Ingeniería de caminos rurales*, USDA Forest Service, California, USA, 2008
- Sowers, B. *Introducción a la Mecánica de Suelos y Cimentaciones*. Ed. Limusa, 1990.
- Terzaghi & Peck. *Soil Mechanics in Engineering Practice*. Ed. John Wiley & Sons, 1962.

## **ANEXOS**






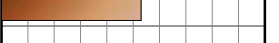
---


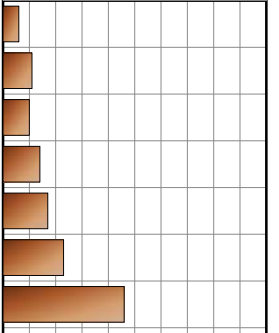


## **ANEXO A**

### **“RESUMEN DE LA EXPLORACION REALIZADA”**

---

		REGISTRO DE SONDEO				Sondeo N°:		S-1						
						Fecha :		10 jul 19						
Sistema de Perforación:		Percusión, Norma ASTM D-1586-84		Profundidad:		3.25 m								
Perforador:		Téc. Mauricio M.		Ubicación (WGS-84)		Latitud: -								
		Proyecto: "AMBAR"				Longitud: -								
		Ubicación: Parrita, cantón Parrita, provincia Puntarenas				Elevación: -								
				Número Informe:		INF-331-19								
PROFUNDIDAD (m)	NIVEL FREÁTICO	DESCRIPCIÓN VISUAL	N° DE GOLPES S.P.T.		MUESTRAS	Propiedades del Suelo								
						% Partículas < 75µm	HUMEDAD (%)	LÍMITES DE ATTERBERG		I.L.	PESO UNITARIO (g/cm³)	COHESIÓN (kg/cm²)	CLASIFICACION S.U.C.S.	
								L.L. (%)	I.P. (%)					
0.55	No se determinó en la profundidad explorada	Limo arcilloso café, posee algunas vetas rojizas y partículas			2	SPT	97.9	30.8	56.6	26.5	0.0			MH
1.45					5									
2.35		Limo arenoso café (arena limosa), posee vetas amarillentas y rojizas			10									
3.25					13	SPT	38.6	11.9	-	-	-			SM
4.15	Fin del sondeo - Suelo muy rígido, no permitió el avance del equipo de perforación.			53										
5.05					reb									
5.95														
6.85														
7.75														
8.65														
9.55														
10.45														
OBSERVACIONES:						Técnico encargado de las pruebas de Laboratorio: José Santos González Jiménez Laboratorista de Obras Viales - LANAMME								
<b>SIMBOLOGIA:</b> L.L. = Límite líquido I.P. = Índice de plasticidad I.L. = Índice de liquidez N.P. = No Plástico Peso Unitario = Peso unitario "in situ" Humedad = Humedad "in situ" C. = Cohesión (Compresión Inconfinada) SPT = Muestra alterada recuperada con muestreador S.U.C.S. = Sistema Unificado de Clasificación de Suelos % partículas < 75mm = Porcentaje de material que pasa la malla #200 MI = Muestra inalterada MNR = Muestra no recuperada Tr = Trépano N = Número de golpes cada 30,5cm														

		REGISTRO DE SONDEO				Sondeo N°:		S-2																
						Fecha:		10 jul 19																
Sistema de Perforación:		Percusión, Norma ASTM D-1586-84		Profundidad:		3.70 m		Ubicación (WGS-84)																
Perforador:		Téc. Mauricio M.		Proyecto:		"AMBAR"		Latitud: -																
		Ubicación:		Parrita, cantón Parrita, provincia Puntarenas		Longitud: -		Elevación: -																
						Número Informe:		INF-331-19																
PROFUNDIDAD (m)	NIVEL FREÁTICO	DESCRIPCIÓN VISUAL	N° DE GOLPES S.P.T.		MUESTRAS	Propiedades del Suelo																		
			N			% partículas < 75µm	HUMEDAD (%)	LÍMITES DE ATTERBERG		I.L.	PESO UNITARIO (g/cm³)	COHESIÓN (kg/cm²)	CLASIFICACION S.U.C.S.											
			0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100											
0.55	No se determinó en la profundidad explorada	Limo arcilloso café, posee algunas vetas rojizas y partículas												6	SPT	59.2	23.8	56.7	23.2	-0.4			MH	
1.45			10																					
2.35		17																						
3.25		46																						
4.15		reb																						
5.05		Limo arenoso café (arena limosa), posee vetas amarillentas y rojizas																						
5.95																								
6.85		Fin del sondeo - Suelo muy rígido, no permitió el avance del equipo de perforación.																						
7.75																								
8.65																								
9.55																								
10.45																								

OBSERVACIONES:

Técnico encargado de las pruebas de Laboratorio:  
 José Santos González Jiménez  
 Laboratorista de Obras Viales - LANAMME

**SIMBOLOGIA:**

L.L. = Limite líquido

I.P. = Índice de plasticidad

I.L. = Índice de liquidez

N.P. = No Plástico

Peso Unitario = Peso unitario "in situ"

Humedad = Humedad "in situ"

C. = Cohesión (Compresión Inconfinada)

SPT = Muestra alterada recuperada con muestreador

S.U.C.S. = Sistema Unificado de Clasificación de Suelos





% partículas < 75mm = Porcentaje de material que pasa la malla #200

MI = Muestra inalterada

MNR = Muestra no recuperada

Tr = Trépano

N = Número de golpes cada 30,5cm


		REGISTRO DE SONDEO				Sondeo N°:	S-3								
						Fecha:	10 jul 19								
Sistema de Perforación: Percusión, Norma ASTM D-1586-84		Proyecto:	"AMBAR"			Profundidad:	2.80 m								
		Ubicación:	Parrita, cantón Parrita, provincia Puntarenas			Ubicación (WGS-84)	Latitud: - Longitud: - Elevación: -								
Perforador:	Téc. Mauricio M.					Número Informe:	INF-331-19								
PROFUNDIDAD (m)	NIVEL FREÁTICO	DESCRIPCIÓN VISUAL	N° DE GOLPES S.P.T.		MUESTRAS	Propiedades del Suelo									
			0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100	N		% partículas < 75µm	HUMEDAD (%)	LÍMITES DE ATTERBERG		I.L.	PESO UNITARIO (g/cm³)	COHESIÓN (kg/cm²)	CLASIFICACION S.U.C.S.		
								L.L. (%)	I.P. (%)						
0.55	No se determinó en la profundidad explorada	Limo arcilloso café, posee algunas vetas rojizas y partículas		3	SPT	83.4	27.8	57.6	21.7	-0.4				MH	
1.45		Limo arenoso café (arena limosa), posee vetas amarillentas y rojizas		7											10
2.35				10											47
3.25		Fin del sondeo - Suelo muy rígido, no permitió el avance del equipo de perforación.		reb											
4.15															
5.05															
5.95															
6.85															
7.75															
8.65															
9.55															
10.45															


OBSERVACIONES:





Técnico encargado de las pruebas de Laboratorio:  
 José Santos González Jiménez  
 Laboratorista de Obras Viales - LANAMME

**SIMBOLOGIA:**

- |   |   |                                  |
|---|---|----------------------------------|
| L.L. = Límite líquido                   | Humedad = Humedad "in situ"   | MI = Muestra inalterada          |
| I.P. = Índice de plasticidad            | C. = Cohesión (Compresión Inconfinada)                              | MNR = Muestra no recuperada      |
| I.L. = Índice de liquidez               | SPT = Muestra alterada recuperada con muestreador                   | Tr = Trépano                     |
| N.P. = No Plástico                      | S.U.C.S. = Sistema Unificado de Clasificación de Suelos             | N = Número de golpes cada 30,5cm |
| Peso Unitario = Peso unitario "in situ" | % partículas < 75mm = Porcentaje de material que pasa la malla #200 |                                  |

		REGISTRO DE SONDEO				Sondeo N°:	S-4																					
						Fecha :	10 jul 19																					
						Profundidad:	2.80 m																					
		Proyecto:	"AMBAR"			Ubicación (WGS-84)	Latitud:	-																				
		Ubicación:	Parrita, cantón Parrita, provincia Puntarenas				Longitud:	-																				
Sistema de Perforación:	Percusión, Norma ASTM D-1586-84						Elevación:	-																				
Perforador:	Téc. Mauricio M.						Número Informe:	INF-331-19																				
PROFUNDIDAD (m)	NIVEL FREÁTICO	DESCRIPCIÓN VISUAL	N° DE GOLPES S.P.T.		MUESTRAS	Propiedades del Suelo																						
			0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100			% partículas < 75µm	HUMEDAD (%)	LÍMITES DE ATTERBERG		I.L.	PESO UNITARIO (g/cm <sup>3</sup> )	COHESIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )	CLASIFICACION S.U.C.S.															
		N		L.L. (%)	I.P. (%)																							
0.55	No se determinó en la profundidad explorada	Limo arcilloso café, posee algunas vetas rojizas y partículas	6	11	SPT	98.0	32.0	60.0	25.7	-0.1			MH															
1.45		Limo arenoso café (arena limosa)	12	15																								
2.35		Fin del sondeo - Suelo muy rígido, no permitió el avance del equipo de perforación.	63	reb																								
3.25																												
4.15																												
5.05																												
5.95																												
6.85																												
7.75																												
8.65																												
9.55																												
10.45																												
OBSERVACIONES:					Técnico encargado de las pruebas de Laboratorio: José Santos González Jiménez Laboratorista de Obras Viales - LANAMME																							
<p><b>SIMBOLOGIA:</b></p> <table border="0"> <tr> <td>L.L. = Limite líquido</td> <td>Humedad = Humedad "in situ"</td> <td>MI = Muestra inalterada</td> </tr> <tr> <td>I.P. = Índice de plasticidad</td> <td>C. = Cohesión (Compresión Inconfinada)</td> <td>MNR = Muestra no recuperada</td> </tr> <tr> <td>I.L. = Índice de liquidez</td> <td>SPT = Muestra alterada recuperada con muestreador</td> <td>Tr = Trépano</td> </tr> <tr> <td>N.P. = No Plástico</td> <td>S.U.C.S. = Sistema Unificado de Clasificación de Suelos</td> <td>N = Número de golpes cada 30,5cm</td> </tr> <tr> <td>Peso Unitario = Peso unitario "in situ"</td> <td>% partículas &lt; 75mm = Porcentaje de material que pasa la malla #200</td> <td></td> </tr> </table>														L.L. = Limite líquido	Humedad = Humedad "in situ"	MI = Muestra inalterada	I.P. = Índice de plasticidad	C. = Cohesión (Compresión Inconfinada)	MNR = Muestra no recuperada	I.L. = Índice de liquidez	SPT = Muestra alterada recuperada con muestreador	Tr = Trépano	N.P. = No Plástico	S.U.C.S. = Sistema Unificado de Clasificación de Suelos	N = Número de golpes cada 30,5cm	Peso Unitario = Peso unitario "in situ"	% partículas < 75mm = Porcentaje de material que pasa la malla #200	
L.L. = Limite líquido	Humedad = Humedad "in situ"	MI = Muestra inalterada																										
I.P. = Índice de plasticidad	C. = Cohesión (Compresión Inconfinada)	MNR = Muestra no recuperada																										
I.L. = Índice de liquidez	SPT = Muestra alterada recuperada con muestreador	Tr = Trépano																										
N.P. = No Plástico	S.U.C.S. = Sistema Unificado de Clasificación de Suelos	N = Número de golpes cada 30,5cm																										
Peso Unitario = Peso unitario "in situ"	% partículas < 75mm = Porcentaje de material que pasa la malla #200																											

		REGISTRO DE SONDEO		Sondeo N°:	S-5	
				Fecha:	10 jul 19	
				Profundidad:	3.25 m	
Sistema de Perforación:	Percusión, Norma ASTM D-1586-84	Proyecto:	"AMBAR"	Ubicación (WGS-84)	Latitud:	-
Perforador:	Téc. Mauricio M.	Ubicación:	Parrita, cantón Parrita, provincia Puntarenas		Longitud:	-
					Elevación:	-
					Número Informe:	INF-331-19

PROFUNDIDAD (m)	NIVEL FREÁTICO	DESCRIPCIÓN VISUAL	N° DE GOLPES S.P.T.		MUESTRAS	Propiedades del Suelo							
			0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100	N		% partículas < 75µm	HUMEDAD (%)	LÍMITES DE ATTERBERG		I.L.	PESO UNITARIO (g/cm³)	COHESIÓN (kg/cm²)	CLASIFICACION S.U.C.S.
								L.L. (%)	I.P. (%)				
0.55	No se determinó en la profundidad explorada	Limo arcilloso café, posee algunas vetas rojizas y partículas		6	SPT	68.7	26.5	63.8	21.7	-0.7			MH
1.45		Limo arenoso café (arena limosa), posee vetas amarillentas y rojizas		10									
2.35		Limo arenoso café (arena limosa), posee vetas amarillentas y rojizas		21									
3.25		Fin del sondeo - Suelo muy rígido, no permitió el avance del equipo de perforación.		45									
4.15				reb									
5.05													
5.95													
6.85													
7.75													
8.65													
9.55													
10.45													

OBSERVACIONES:	Técnico encargado de las pruebas de Laboratorio: José Santos González Jiménez Laboratorista de Obras Viales - LANAMME
----------------	---

**SIMBOLOGIA:**

L.L. = Límite líquido

I.P. = Índice de plasticidad

I.L. = Índice de liquidez

N.P. = No Plástico

Peso Unitario = Peso unitario "in situ"

Humedad = Humedad "in situ"

C. = Cohesión (Compresión Inconfinada)

SPT = Muestra alterada recuperada con muestreador

S.U.C.S. = Sistema Unificado de Clasificación de Suelos














% partículas < 75mm = Porcentaje de material que pasa la malla #200


MI = Muestra inalterada

MNR = Muestra no recuperada





Tr = Trépano


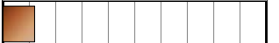











N = Número de golpes cada 30,5cm

		REGISTRO DE SONDEO				Sondeo N°:		S-6						
						Fecha:		10 jul 19						
Sistema de Perforación:		Percusión, Norma ASTM D-1586-84		Profundidad:		3.25 m		Ubicación (WGS-84)						
Perforador:		Téc. Mauricio M.		Proyecto:		"AMBAR"		Latitud: -						
		Ubicación:		Parrita, cantón Parrita, provincia Puntarenas		Longitud: -		Elevación: -						
						Número Informe:		INF-331-19						
PROFUNDIDAD (m)	NIVEL FREÁTICO	DESCRIPCIÓN VISUAL	N° DE GOLPES S.P.T.		MUESTRAS	Propiedades del Suelo								
			0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100			% partículas < 75µm	HUMEDAD (%)	LÍMITES DE ATTERBERG		I.L.	PESO UNITARIO (g/cm³)	COHESIÓN (kg/cm²)	CLASIFICACION S.U.C.S.	
								L.L. (%)	I.P. (%)					
0.55	No se determinó en la profundidad explorada	Limo arcilloso café, posee algunas vetas rojizas y partículas			12	SPT	56.2	22.3	59.3	24.7	-0.5			MH
1.45					10									
2.35		Limo arenoso café (arena limosa), posee vetas amarillentas y rojizas			17									
3.25		Fin del sondeo - Suelo muy rígido, no permitió el avance del equipo de perforación.			17									
4.15					47									
5.05					47									
5.95					47									
6.85					47									
7.75					47									
8.65					47									
9.55					47									
10.45					47									
OBSERVACIONES:						Técnico encargado de las pruebas de Laboratorio: José Santos González Jiménez Laboratorista de Obras Viales - LANAMME								
<b>SIMBOLOGIA:</b> L.L. = Límite líquido I.P. = Índice de plasticidad I.L. = Índice de liquidez N.P. = No Plástico Peso Unitario = Peso unitario "in situ" Humedad = Humedad "in situ" C. = Cohesión (Compresión Inconfinada) SPT = Muestra alterada recuperada con muestreador S.U.C.S. = Sistema Unificado de Clasificación de Suelos % partículas < 75mm = Porcentaje de material que pasa la malla #200 MI = Muestra inalterada MNR = Muestra no recuperada Tr = Trépano N = Número de golpes cada 30,5cm														

		REGISTRO DE SONDEO				Sondeo N°:		S-7					
						Fecha:		10 jul 19					
Sistema de Perforación:		Percusión, Norma ASTM D-1586-84		Profundidad:		3.25 m							
Perforador:		Téc. Mauricio M.		Ubicación (WGS-84)		Latitud: -							
		Proyecto: "AMBAR"				Longitud: -							
		Ubicación: Parrita, cantón Parrita, provincia Puntarenas				Elevación: -							
				Número Informe:		INF-331-19							
PROFUNDIDAD (m)	NIVEL FREÁTICO	DESCRIPCIÓN VISUAL	N° DE GOLPES S.P.T.		MUESTRAS	Propiedades del Suelo							
			0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100			% partículas < 75µm	HUMEDAD (%)	LÍMITES DE ATTERBERG		I.L.	PESO UNITARIO (g/cm³)	COHESIÓN (kg/cm²)	CLASIFICACION S.U.C.S.
								L.L. (%)	I.P. (%)				
0.55	No se determinó en la profundidad explorada	Limo arcilloso café, posee algunas vetas rojizas y partículas	10		SPT	63.7	28.9	55.4	19.6	-0.4			MH
1.45			17										
2.35		23											
2.35		Limo arenoso café (arena limosa), posee vetas amarillentas y rojizas	28										
2.35			63										
3.25		Fin del sondeo - Suelo muy rígido, no permitió el avance del equipo de perforación.	reb										
4.15													
5.05													
5.95													
6.85													
7.75													
8.65													
9.55													
10.45													
OBSERVACIONES:					Técnico encargado de las pruebas de Laboratorio: José Santos González Jiménez Laboratorista de Obras Viales - LANAMME								
<b>SIMBOLOGIA:</b> L.L. = Límite líquido I.P. = Índice de plasticidad I.L. = Índice de liquidez N.P. = No Plástico Peso Unitario = Peso unitario "in situ" Humedad = Humedad "in situ" C. = Cohesión (Compresión Inconfinada) SPT = Muestra alterada recuperada con muestreador S.U.C.S. = Sistema Unificado de Clasificación de Suelos % partículas < 75mm = Porcentaje de material que pasa la malla #200 MI = Muestra inalterada MNR = Muestra no recuperada Tr = Trépano N = Número de golpes cada 30,5cm													



		REGISTRO DE SONDEO				Sondeo N°:		S-8					
						Fecha:		10 jul 19					
Sistema de Perforación:		Percusión, Norma ASTM D-1586-84		Profundidad:		3.25 m							
Perforador:		Téc. Mauricio M.		Ubicación (WGS-84)		Latitud: -							
		Proyecto: "AMBAR"				Longitud: -							
		Ubicación: Parrita, cantón Parrita, provincia Puntarenas				Elevación: -							
				Número Informe:		INF-331-19							
PROFUNDIDAD (m)	NIVEL FREÁTICO	DESCRIPCIÓN VISUAL	N° DE GOLPES S.P.T.		MUESTRAS	Propiedades del Suelo							
			0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100			% partículas < 75µm	HUMEDAD (%)	LÍMITES DE ATTERBERG		I.L.	PESO UNITARIO (g/cm³)	COHESIÓN (kg/cm²)	CLASIFICACION S.U.C.S.
								L.L. (%)	I.P. (%)				
0.55	No se determinó en la profundidad explorada	Limo arcilloso café, posee algunas vetas rojizas y partículas											
1.45			23										
2.35		Limo arenoso café (arena limosa), posee vetas amarillentas y rojizas											
3.25			24										
3.25		Fin del sondeo - Suelo muy rígido, no permitió el avance del equipo de perforación.			SPT	82.5	27.8	54.5	21.4	-0.2			MH
4.15	49												
5.05					reb								
5.95													
6.85													
7.75													
8.65													
9.55													
10.45													
OBSERVACIONES:					Técnico encargado de las pruebas de Laboratorio: José Santos González Jiménez Laboratorista de Obras Viales - LANAMME								
<b>SIMBOLOGIA:</b> L.L. = Límite líquido I.P. = Índice de plasticidad I.L. = Índice de liquidez N.P. = No Plástico Peso Unitario = Peso unitario "in situ" Humedad = Humedad "in situ" C. = Cohesión (Compresión Inconfinada) SPT = Muestra alterada recuperada con muestreador S.U.C.S. = Sistema Unificado de Clasificación de Suelos % partículas < 75mm = Porcentaje de material que pasa la malla #200 MI = Muestra inalterada MNR = Muestra no recuperada Tr = Trépano N = Número de golpes cada 30,5cm													

		REGISTRO DE SONDEO				Sondeo N°:		S-9						
						Fecha:		10 jul 19						
Sistema de Perforación:		Percusión, Norma ASTM D-1586-84		Profundidad:		5.95 m								
Perforador:		Téc. Mauricio M.		Ubicación (WGS-84)		Latitud: -								
		Proyecto: "AMBAR"				Longitud: -								
		Ubicación: Parrita, cantón Parrita, provincia Puntarenas				Elevación: -								
				Número Informe:		INF-331-19								
PROFUNDIDAD (m)	NIVEL FREÁTICO	DESCRIPCIÓN VISUAL	N° DE GOLPES S.P.T.		MUESTRAS	Propiedades del Suelo								
			0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100			% partículas < 75µm	HUMEDAD (%)	LÍMITES DE ATTERBERG		I.L.	PESO UNITARIO (g/cm³)	COHESIÓN (kg/cm²)	CLASIFICACION S.U.C.S.	
								L.L. (%)	I.P. (%)					
0.55	No se determinó en la profundidad explorada	Limo arcilloso café, posee algunas vetas rojizas y partículas			12									
1.45					15									
2.35					17	SPT	80.6	24.7	66.9	22.8	-0.9			MH
3.25					17									
4.15		Limo arenoso café (arena limosa), posee vetas amarillentas y rojizas			14									
5.05					12									
5.95					10	SPT	59.8	25.9	56.8	18.6	-0.7			MH
6.85		Fin del sondeo - Suelo muy rígido, no permitió el avance del equipo de perforación.			11									
7.75					10									
8.65					11	SPT	42.1	23.6	-	-	-			SM
9.55			33											
10.45					reb									

**OBSERVACIONES:**

Técnico encargado de las pruebas de Laboratorio:  
 José Santos González Jiménez  
 Laboratorista de Obras Viales - LANAMME

**SIMBOLOGIA:**

L.L. = Límite líquido

Humedad = Humedad "in situ"

MI = Muestra inalterada

I.P. = Índice de plasticidad

C. = Cohesión (Compresión Inconfinada)

MNR = Muestra no recuperada

I.L. = Índice de liquidez

SPT = Muestra alterada recuperada con muestreador

Tr = Trépano

N.P. = No Plástico

S.U.C.S. = Sistema Unificado de Clasificación de Suelos

N = Número de golpes cada 30,5cm

Peso Unitario = Peso unitario "in situ"

% partículas < 75mm = Porcentaje de material que pasa la malla #200

**ANEXO B**

**“IMAGENES”**

---



Imágenes del terreno estudiado





Imágenes del terreno estudiado