
CASA DEL SOL

INFORME TÉCNICO DEL ESTUDIO DE SUELOS
PARA UNA ESTRUCTURA DE TRES PLANTAS

UBICACIÓN:

GUAPULO - QUITO



ATTN.:

S. BUTLER - QUITO

CÓDIGO:


Reporte 21202

FECHA:

16 de julio, 2021

Contenido

Resumen	03
Introducción	04
Descripción del proyecto	04
Propósito y Alcance	04
Investigación de Campo	04
Generalidades	04
Exploración	04
Niveles Freáticos	05
Investigación de Laboratorio	05
Ensayos de Clasificación	05
Condiciones Generales del Sitio	05
Ubicación del Sitio	05
Topografía	05
Geología del Sector	05
Estratigrafía del Sitio	06
Parámetros Mecánicos	06
Resistencia al Corte	07
Consolidación de los suelos	07
Análisis de Asentamientos	07
Deformabilidad y Rigidez	08
Interpretación y Análisis de la Investigación	08
Recomendaciones del Estudio	08
Criterio de Cimentación	08
Cimentación de la Estructura	09
Capacidad de Carga	09
Zonificación Sísmica y Coeficientes Sísmicos	10
Licuación de los Suelos	11
Relleno y compactación	11
Generalidades	11
Relleno	11
Estabilidad de taludes y Cortes	12
Muros	12
Obras de Protección	13
Conclusiones	13
Consulta Geotécnica	13
Limitaciones del Reporte	14
Referencias Bibliográficas	15
Apéndices	
Curva de Capacidad Carga Admisible	A
Ubicación de los Sondeos	B
Perfil Estratigráfico	C
Registros de perforación	D
Registros de laboratorio	E
Ensayos de Clasificación	F

S. BUTLER	ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA CASA DEL SOL			
	UBICACIÓN: GUAPULO	FECHA: 16/07/2021	REPORTE 21202	VERSIÓN: 1.0

Resumen

El presente reporte contiene el informe del estudio de suelos practicado en el terreno ubicado, en el Camino de Orellana, en el sector de Guápulo, al oriente de la ciudad de Quito, de propiedad del señor Sabbah Basil. El propósito de este estudio es explorar las condiciones del subsuelo, para determinar la capacidad de carga del terreno, así como las recomendaciones geotécnicas resultantes, como complemento de un estudio de suelos anterior, realizado por otro profesional, de una estructura de tres plantas y un semisubsuelo, construida en hormigón armado.

El área del terreno destinado al proyecto es de 120 metros cuadrados aproximadamente. Además, este reporte presenta las recomendaciones constructivas que garanticen la seguridad de la estructura.

El terreno se localiza dentro de la zona urbana de la ciudad y cuenta con la infraestructura necesaria. La topografía del sector es inclinada. El área del terreno es igualmente inclinada, con pequeños desniveles relativos en su interior, con relación al frente del terreno. Los niveles de cimentación recomendados están referenciados a los niveles actuales del terreno. La profundidad del estudio cubre la corteza superior del terreno únicamente, debido a que la naturaleza del proyecto es también superficial.


La profundidad de los sondeos inicialmente solicitada fue de 6 metros, ya que las cimentaciones proyectadas inicialmente serían del tipo directo y el rango de las presiones de influencia cubriría esta profundidad. El número de sondeos fue de dos, repartidos dentro del área de influencia de las cargas en el terreno.

Los sondeos identifican un perfil estratigráfico conformado por una capa superior, que es una mezcla de arenas y limos, dispuestos en variados porcentajes, de cuatro y cinco metros de espesor, donde predominan los limos arenosos de color negruzco y café oscuro, de baja a nula plasticidad, húmedos y con estructura dura y muy dura. Los limos contienen altos porcentajes de arenas de igual color y estructura y compacidad densa. Contienen además bajos porcentajes de gravas, de tamaños milimétricos, de formas subangulares, mal gradadas y con estructura suelta a media. Subyace un estrato de arenas de color café, de grano medio a fino, de formas subredondeadas, bien gradadas, húmedas y con estructura y consistencia media a densa. Los limos son de igual coloración café y de baja a nula plasticidad, húmedos y con estructura y consistencia media a dura.

Los contenidos de humedad varían dentro de un rango considerado normal para este tipo de suelos y los niveles freáticos no se encuentran presentes hasta la profundidad de exploración. Se presume que estos se localizan a mayores profundidades.

La superficie del terreno al momento del estudio, contiene una estructura de poca altura en su interior, y ocupa toda el área del terreno.

Se reporta en este informe la capacidad de carga admisible para la profundidad de desplante propuesta y las recomendaciones para el análisis de la cimentación de la estructura proyectada, de acuerdo a los niveles arquitectónicos presupuestos para el proyecto, de los muros y de otras obras complementarias, que el proyecto pueda requerir.

S. BUTLER	ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA CASA DEL SOL			
	UBICACIÓN: GUAPULO	FECHA: 16/07/2021	REPORTE 21202	VERSIÓN: 1.0

Introducción

Este constituye el primer estudio geotécnico contratado con el informante para este proyecto, con el objeto de evaluar las características físicas y mecánicas de los materiales superficiales en el sitio.

Los sondeos exploratorios se ubicaron en los sectores del terreno, donde se espera que se localicen las mayores cargas de las estructuras, y donde fue posible hacerlo por la presencia de la estructura actual, con el propósito de preparar un perfil estratigráfico interpretado de los sondeos y la respectiva caracterización geotécnica del sitio.

Descripción del Proyecto

Se proyecta analizar una estructura de tres plantas y un semisubsuelo, destinada a vivienda, construida en hormigón armado. El área del terreno donde se implantará el proyecto es de 120 metros cuadrados aproximadamente. La carga de columna máxima de la estructura estimada es de 80 toneladas.

Propósito y Alcance

El propósito de este estudio es obtener información suplementaria sobre las condiciones del subsuelo; su estratigrafía local; calcular la resistencia al corte y la capacidad de carga admisible del terreno, en el nivel de cimentación propuesto; las características de deformabilidad de los suelos en condiciones naturales, remoldeadas y saturadas; y presentar las recomendaciones geotécnicas pertinentes, para la evaluación de la cimentación de la estructura, las presiones laterales y los muros y para las obras de protección correspondientes.

Investigación de campo


Generalidades

La campaña de exploración en el sitio se la hizo en una sola fase. El estudio consistió en la realización de 2 pozos de perforación a percusión de penetración estándar SPT, de 6.45 metros de profundidad cada uno, según las recomendaciones de la norma ASTM D1586M-19. El anexo incluye un esquema con la ubicación de los sondeos.

Las perforaciones se identifican como PP-1 y PP-2. Estos trabajos se realizaron el día 13 de julio del 2021. Las bocas de las perforaciones hacen referencia a la cota correspondiente al nivel natural del terreno al momento de la exploración. El número y profundidad de las exploraciones pretenden actualizar y complementar un estudio de suelos anterior, para cumplir con los requisitos mínimos recomendados y establecidos, en la Norma Ecuatoriana de la Construcción vigente, NEC 2015, para esta estructura que corresponde a la categoría baja.

Exploración

Los pozos fueron realizados utilizando el equipo de penetración estándar recomendado para este propósito, sin revestimiento temporal en la parte superior de los sondeos, debido a que los suelos en superficie fueron lo

S. BUTLER	ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA CASA DEL SOL			
	UBICACIÓN: GUAPULO	FECHA: 16/07/2021	REPORTE 21202	VERSIÓN: 1.0

suficientemente resistentes al desmoronamiento. La tabla 1 muestra la profundidad y la ubicación de los sondeos.

Tabla 1, Ubicación de sondeos

Perforación	profundidad, m	Ubicación
PP – 1	6.45	Acera frontal
PP – 2	6.45	Sector posterior

Niveles Freáticos

No se detecta la presencia de niveles freáticos hasta la profundidad de sondeo. Se presume que éstos se localizan a profundidades mayores. Sin embargo no se descarta su presencia y la saturación de los materiales superiores, especialmente en épocas de alta pluviosidad.

Investigación de Laboratorio

El programa de ensayo de laboratorio estuvo dirigido a la clasificación de los materiales encontrados y a su descripción manual visual. Los resultados de estos ensayos se presentan tabulados en los registros de campo y forman parte del Anexo.

Ensayos de Clasificación

Como parte de los ensayos rutinarios se midieron los contenidos de humedad (ASTM D2216) y se realizaron las pruebas de límites de plasticidad (ASTM D4318), en las muestras alteradas obtenidas de las perforaciones. Las características de distribución granulométrica (ASTM D422), se evaluaron mediante tamizado mecánico. Con estos resultados se procedió a clasificar a las muestras, de acuerdo al sistema unificado de clasificación de los suelos, SUCS.

Condiciones generales del Sitio

Ubicación del sitio


El sitio del proyecto se localiza en el Camino de Orellana N27-504, que conduce a Guápulo, en el costado oriental de la ciudad de Quito.

Topografía

La topografía del sector está conformada por una zona inclinada, con pendientes menores a los diez grados, que se extienden en sentido occidente - oriente. La superficie del terreno a su vez se presenta también inclinada, con un desnivel descendente, con relación al frente del mismo. La superficie del terreno destinada al proyecto tiene una forma cuadrangular y el trazado de las calles es algo regular y en forma sinusoidal.

Geología del Sector

La zona que abarca al área del proyecto está conformada, predominantemente por sedimentos de origen volcánico, los cuales en su mayor parte son partículas finas, con porcentajes variables de arenas de grano fino y bajos contenidos de humedad, causados por la infiltración y escorrentía de aguas superficiales. Los

S. BUTLER	ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA CASA DEL SOL			 VERSIÓN: 1.0
	UBICACIÓN: GUAPULO	FECHA: 16/07/2021	REPORTE 21202	

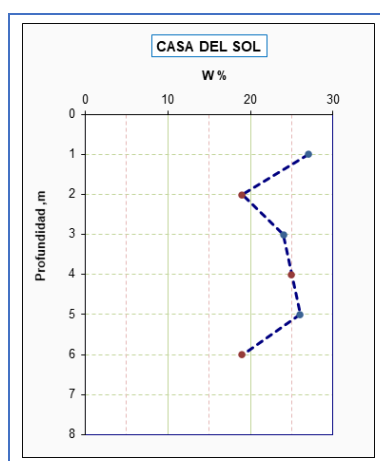
sedimentos son generalmente arenas de grano medio a fino y limos de baja a nula plasticidad, con cementantes arcillosos amorfos. Estos suelos forman parte de la formación cangahua, producto de la caída de cenizas volcánicas.

Estos materiales son partículas finas, en su mayor parte limos y arenas de diámetros milimétricos, con variados porcentajes de lapilli en forma de granos de pómez. La presencia de materia orgánica y de tipo vegetal presente en la superficie y en las zonas de relleno es escasa. No existen señales de inestabilidad global del terreno. Los niveles freáticos no se localizan en profundidades someras en todo el sector. La zona se caracteriza por poseer un estrato superior de sedimentos finos blandos y sueltos, con bajos porcentajes de materia orgánica, en su mayor parte de origen vegetal. La potencia de estos estratos es del orden métrico. Los suelos finos son de mediana y alta plasticidad y los contenidos de humedad son relativamente elevados y en algunos sitios alcanzan el límite líquido.

Estratigrafía del Sitio


La estratigrafía de la corteza superficial examinada en este estudio, está conformada por un estrato superior, mezcla de arenas y limos, dispuestos en variados porcentajes. En los primeros cuatro y cinco metros, predominan los limos arenosos de color negruzco y café oscuro, de baja a nula plasticidad, húmedos y con estructura dura y muy dura. Los limos contienen altos porcentajes de arenas de igual color y estructura y compacidad densa. Contienen además bajos porcentajes de gravas, de tamaños milimétricos, de formas subangulares, mal gradadas y con estructura suelta a media. Subyace un estrato de arenas de color café, de grano fino, de formas subredondeadas, bien gradadas, húmedas y con estructura y consistencia media a densa. Los limos son de igual coloración café y de baja a nula plasticidad, húmedos y con estructura y consistencia media a dura.

Los contenidos de humedad aunque son muy variables, se consideran normales para este tipo de suelos. Su rango de variación está comprendido entre el 19 y 27%. A este rango de valores se los considera como normales para el tipo de suelos encontrados. La siguiente gráfica presenta la variación de la humedad con la profundidad.



Parámetros Mecánicos

Los suelos clasifican como SM y ML-CL en su mayor parte. Los valores reportados de capacidad de carga admisible, son obtenidos mediante correlaciones, con el número de golpes de la prueba de penetración estándar,

S. BUTLER	ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA CASA DEL SOL			 VERSIÓN: 1.0
	UBICACIÓN: GUAPULO	FECHA: 16/07/2021	REPORTE 21202	

encontradas en la literatura y aplicables al tipo de suelos encontrados y otras desarrolladas por el autor en investigaciones y trabajos previos.

Resistencia al Corte

La resistencia al corte de los suelos fue correlacionada con el número de golpes del ensayo SPT, utilizando correlaciones recomendadas para los suelos de la zona.

La correlación del número de golpes de ensayo de penetración estándar con el ángulo de fricción, propuesta por Schmertmann (1975), indica un valor de 35.7°, como se muestra en la tabla siguiente y que se los considera ligeramente sobre estimado.

Tabla 2, Angulo de Fricción

Profundidad (m)	Angulo de fricción (o)
1.0	36,4
2.0	34,2
3.0	35,7
4.0	37,5
5.0	35,0
Promedio	35.7

Consolidación de los suelos

Los suelos del sitio si bien son finos y cohesivos no son sujetos del proceso de consolidación, debido a la ausencia de los niveles freáticos permanentes, por lo que no amerita realizar ensayos de consolidación.

Análisis de Asentamientos

El asentamiento de las cimentaciones superficiales o directas debido a la aplicación de cargas, depende de la estratigrafía y compresibilidad, del tamaño, de la forma y profundidad de las zapatas y de la magnitud de las cargas aplicadas. Los asentamientos totales y diferenciales no deberían controlar el diseño de las zapatas, que se apoyan en el suelo natural. El asentamiento total está directamente relacionado con el cambio de esfuerzos en la masa de suelo. El poco espesor y la baja compresibilidad de los suelos superficiales limitan la cantidad del asentamiento en el sitio.

Los asentamientos de consolidación, como se mencionó arriba, son proclives en los suelos cohesivos y saturados, en este caso los suelos son del tipo granular y no se encuentran saturados, por lo que no se espera se desarrollen.

Los asentamientos elásticos o inmediatos estimados en este caso con las cargas y presiones asumidas que se aplicarán al suelo de apoyo, han sido calculados en base a los datos del ensayo de penetración estándar. La siguiente tabla presenta los valores del asentamiento elástico calculado con tres diferentes correlaciones. El asentamiento diferencial generalmente es del orden de la mitad del asentamiento total. Los valores recomendados son los calculados con la propuesta de Peck y Bazaara.


S. BUTLER	ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA CASA DEL SOL			 VERSIÓN: 1.0
	UBICACIÓN: GUAPULO	FECHA: 16/07/2021	REPORTE 21202	

Tabla 3, Asentamientos Estimados en mm

Ancho B, m	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00
Terzaghi y Peck (1948)	14,3	16,8	18,3	19,2	19,9
Meyerhof (1965)	7,5	8,4	9,1	9,6	10,0
Peck y Bazaara (1969)	8,9	9,8	10,7	11,3	11,7

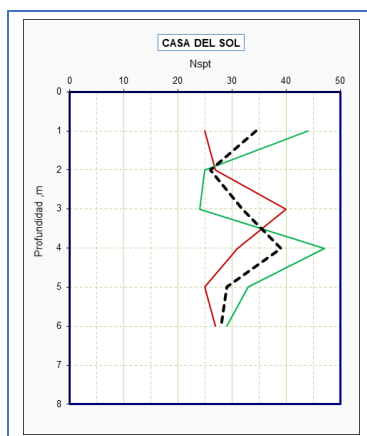
Deformabilidad y Rigidez

La deformabilidad de los suelos locales por lo general es altamente elástica y no lineal, como se interpreta de la densidad relativa basada en los números de golpes del SPT.

Interpretación y Análisis de la Campaña de Investigación

Los datos que se presentan en el anexo permiten algunas conclusiones generales importantes:

- Los suelos locales muestran poca variación en resistencia al corte y deformabilidad en todo el sitio, así como con la profundidad en cada ubicación.




- Generalmente, los suelos locales poseen alta cementación y compacidad y además presentan bajas permeabilidades.
- Los suelos locales exhiben una estructura distinta y variable debido a la cementación y/o a la tensión capilar, las cuales se pierden con la saturación.
- Los suelos cuando son compactados cambian su comportamiento al de limos y arenas típicos, con mayor rigidez.

Recomendaciones del estudio

Criterio de Cimentación

La cimentación de la estructura propuesta debe satisfacer los dos criterios de diseño. Primero, la mayor presión transmitida al suelo de cimentación, no debe exceder a la capacidad de carga admisible recomendada. Segundo, los movimientos resultantes de los asentamientos desarrollados, sean elásticos o de consolidación, deben estar dentro de los límites tolerables.

S. BUTLER	ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA CASA DEL SOL			 VERSIÓN: 1.0
	UBICACIÓN: GUAPULO	FECHA: 16/07/2021	REPORTE 21202	

Cimentación de la Estructura

El sitio en general puede ser clasificado como de buenas características de resistencia, desde el punto de vista de capacidad de carga, considerando que el terreno contiene un estrato superficial, de mediana potencia, de suelos y sedimentos finos cementados y compactos, de consistencia semidura y compacidad relativa media alta.

Capacidad de Carga

Para la estructura proyectada se propone considerar la alternativa de cimentación, de acuerdo a las características del sitio. La profundidad de cimentación se refiere a los niveles naturales del terreno. Para determinar la capacidad de carga, se ha tomado en cuenta la profundidad de la excavación, lo cual incrementa su valor.

La capacidad de carga admisible es calculada mediante la siguiente ecuación, desarrollada por el autor, en base a investigaciones y trabajos previos, cuyos resultados han sido publicados en las referencias citadas en la bibliografía técnica. Los factores de seguridad son seleccionados de acuerdo a las condiciones del sitio de estudio y de la experiencia del ingeniero geotécnico. Esta ecuación es aplicable al tipo de suelos de las formaciones encontradas en el estudio y relaciona la capacidad de carga con el asentamiento total permisible y el número de golpes del ensayo SPT.

$$q_a = 0.50 \cdot \left\{ 4.88 \cdot \sigma_0 + \left[(4.88 \cdot \sigma_0^2) + 757.94 \cdot K \cdot N \cdot S \cdot \sigma_0 / B \right]^{0.5} \right\}$$

Donde:

q_a = Capacidad de carga admisible, T/m²

σ_0 = Esfuerzo efectivo inicial, T/m²

K = Factor por el tipo de suelo = 1.4 arenas; 1.8 limos y arcillas

N = Número de golpes del SPT

S = Asentamiento permitido (menor a 25 mm), m

B = Ancho de zapata, m

Con el propósito de controlar el desarrollo de los asentamientos elásticos y reducir el área de cimentación, se recomienda considerar la cimentación, del tipo rígida desplantada sobre el suelo natural, previamente compactado antes de colocar el replantillo, de acuerdo a las siguientes características.

TIPO DE CIMENTACIÓN: **DIRECTA**

FORMA DE CIMENTACIÓN: **ZAPATAS AISLADAS o COMBINADAS**

CAPACIDAD DE CARGA: **Según la Tabla 4**

PROFUNDIDAD DE CIMENTACIÓN: **2.00 m o mayor**

COTA DE CIMENTACIÓN: **- 2.00 o menor**

ASENTAMIENTO TOTAL MÁXIMO ESPERADO: **25 mm**

ASENTAMIENTO DIFERENCIAL ESPERADO: **15 mm**

CLASIFICACIÓN DEL SITIO SEGÚN LA NEC-2015: **Tipo D (N*=47)**


S. BUTLER	ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA CASA DEL SOL			
	UBICACIÓN: GUAPULO	FECHA: 16/07/2021	REPORTE 21202	VERSIÓN: 1.0

Tabla 4, Capacidad de carga admisible

Ancho B, m	Capacidad de Carga Admisible, q_a , T/m ²	Carga de columna Admisible, Q_a , T
0.80	34,13	22
1.00	34,13	34
1.20	34,13	49
1.40	31,41	62
1.50	30,13	68
1.60	28,89	74
1.80	26,59	86
2.00	24,49	98
2.20	22,60	109
2.40	20,92	120
2.50	20,16	126
2.60	19,44	131
2.80	18,18	143
3.00	17,12	154

La profundidad de desplante de las zapatas se refiere a la distancia comprendida entre la cota de la boca de la perforación y el nivel de cimentación recomendado. Esta profundidad puede considerarse mínima. En el anexo se adjunta la curva de los valores de la tabla anterior en función del ancho de la cimentación.

Los valores de la columna “Capacidad de carga admisible” en la tabla anterior, se refieren a zapatas aisladas de sección cuadrada y su carga admisible respectiva se muestra en las columnas “Carga admisible”. Para el dimensionamiento se recomienda ingresar por la columna de la derecha con el valor de la carga del elemento más cargado y encontrar la capacidad de carga admisible o de diseño y la dimensión (ancho) correspondiente. Con este valor de capacidad de carga admisible se dimensionan los demás elementos.

Se pueden usar cimentaciones rectangulares con la capacidad de carga admisible correspondiente al ancho (menor dimensión) de la estructura con una relación largo – ancho máxima de 2.

Para diseñar zapatas combinadas o vigas de cimentación se debe utilizar el valor de “Capacidad de Carga Admisible” correspondiente al ancho y de acuerdo a la suma total de las cargas que actúan sobre la viga o zapata. El ancho mínimo recomendado para este caso es de 1.00 metro.

Para el caso de diseñarse losa de cimentación, se recomienda utilizar el último valor de capacidad de carga de la tabla anterior, que para este caso es **17.12 T/m²**.

Para el diseño de cimentación elástica se recomienda utilizar un módulo de reacción de la subrasante o coeficiente de balasto igual a **2.50 kg/cm³**. En el anexo se incluye la tabla de valores de K_s y su variación con el ancho de la zapata.

Zona Sísmica y Coeficientes Sísmicos

Con los resultados del ensayo de penetración estándar se correlaciona el tipo de suelo, establecido en la NEC 2015, con la columna y perfil definidos en este estudio. El número de golpes promediado calculado es de 47, lo que equivale a un suelo tipo D. El sitio del proyecto se ubica en la zona V por lo que los factores de amplificación dinámica del sitio, se presentan en la siguiente tabla.


S. BUTLER	ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA CASA DEL SOL			 VERSIÓN: 1.0
	UBICACIÓN: GUAPULO	FECHA: 16/07/2021	REPORTE 21202	

Tabla 5, Coeficientes de Amplificación y Deamplificación

Tipo de suelo	Zona sísmica	z	Fa	Fd	Fs
D	V	0.40	1.20	1.19	1.28

Licuación de los Suelos

Los resultados de este estudio muestran que los suelos del perfil estratigráfico del sitio, están constituidos por sedimentos finos, que en su mayoría corresponden a limos y arenas. Los limos son de baja plasticidad, de carácter arcilloso y se encuentran húmedos, más no saturados. Las arenas son de grano medio a fino, bien gradadas y con estructura variable entre suelta en superficie y densa a profundidad.

Para que se produzca la licuación de los suelos, éstos deben cumplir algunas condiciones y requisitos, entre las principales se puede mencionar a los siguientes.

- Los suelos licuables son esencialmente las arenas y muy ocasionalmente limos no plásticos.
- Las arenas deben estar saturadas, es decir deben encontrarse por debajo del nivel freático.
- Las arenas deben ser de tamaños uniformes y estructura suelta y muy suelta.
- Las arenas no deben contener más del 15% de finos (limos y arcillas)

En el caso del sitio destinado para este proyecto, **no se cumplen todas las condiciones antes mencionadas, por lo que se descarta la posibilidad de que ocurra este fenómeno.** Además no existen datos históricos de licuación de suelos en esta zona de la ciudad, ni en este tipo de suelos.

Relleno y Compactación


Generalidades. La colocación de material de relleno en las áreas donde fuere necesario compensar los niveles del terreno para alcanzar las cotas del proyecto debe seguir las siguientes recomendaciones.

Relleno. Los limos y las arenas removidos de las excavaciones realizadas en el terreno, generalmente constituyen material apropiado para usarlo como material de relleno, ya que contienen buena capacidad de compactación a humedades óptimas, siempre y cuando estén desprovistas de materiales vegetales y de deshecho.

Sin embargo de considerarse adecuado utilizar material de préstamo, para el relleno de las zonas donde sea necesario hacerlo, se recomienda utilizar como material de reposición o de mejoramiento un suelo granular (Arenas, gravas o lastre) con las siguientes características:

Tamaño máximo de partícula: **7.5 centímetros**
 Porcentaje de finos mínimo: **15 %**
 Porcentaje de finos máximo: **30 %**
 Límite líquido máximo de los finos: **25%**

En cualquier caso la reposición y la compactación deben hacerse, con la primera capa del material compactada, sobre el terreno natural desbrozado, con un

S. BUTLER	ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA CASA DEL SOL			 VERSIÓN: 1.0
	UBICACIÓN: GUAPULO	FECHA: 16/07/2021	REPORTE 21202	

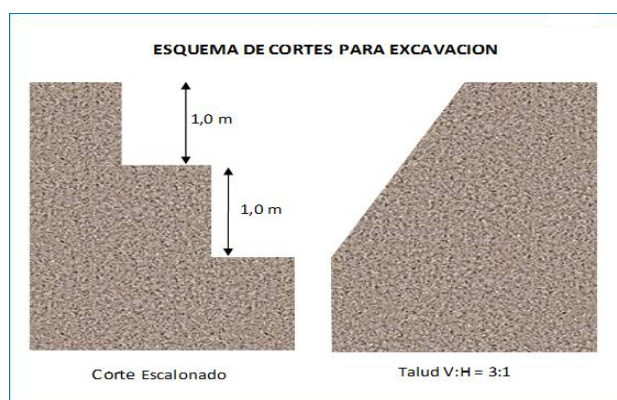
espesor de hasta 20 centímetros. Sucesivamente se compactarán capas de 20 centímetros, hasta alcanzar el nivel deseado. La última capa debe compactarse de tal forma, que reduzca la permeabilidad hacia las capas inferiores. Todo el relleno debe compactarse al 95% del método próctor estándar (ASTM D-698).

Estabilidad de los Taludes y Cortes

Los cortes dentro del terreno son de poca altura, se recomienda que, en ningún caso, la altura de los taludes verticales, formados por los cortes para las cimentaciones sea mayor a 3.00 metros y tampoco por períodos de tiempo prolongados. Para el eventual caso de cortes con profundidades mayores a los 3.00 metros, se recomienda formar taludes inclinados, con las pendientes que se muestran en la tabla y figura siguientes. En caso contrario, se requerirá de sistemas de entibamiento, para mantener la estabilidad de los taludes durante la construcción.

Tabla 6, Altura y pendientes de taludes de corte

Profundidad, m	Talud
1.0	Vertical
2.0	Vertical
3.0	Vertical
4.0	3V : 1H




El entibamiento puede consistir en tableros de madera o metálicos, apuntalados a cada metro de profundidad y a cada 3 metros en longitud.

Muros

Para el análisis de los muros de contención y/o sostenimiento, que son de poca altura y espesor, se recomienda analizarlos como, del tipo muro en voladizo o cantiliver. Los muros deben ser calculados para resistir un empuje lateral con un diagrama de presiones de forma triangular con presión en la base igual a $\sigma h = 0.47 \cdot H$, siendo H la altura total del muro. La construcción de muros convencionales en voladizo es recomendable en este caso, debido a las bajas presiones laterales que se desarrollarían, lo cual requeriría de secciones de muro normales, y sistemas de entibamiento convencionales, y el bajo riesgo de inestabilidad de los taludes formados por los cortes.

Si los muros van a formar parte de la estructura sus rigideces estarán garantizadas y las reacciones serán suficientes para contrarrestar los empujes

S. BUTLER	ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA CASA DEL SOL			 VERSIÓN: 1.0
	UBICACIÓN: GUAPULO	FECHA: 16/07/2021	REPORTE 21202	

activos, que puedan desarrollarse a largo plazo, en caso de aflojamiento y humedecimiento de los suelos tras estos muros.

Obras de Protección

Los cortes de las zanjas temporales en el suelo natural, para la construcción de las zapatas y de los muros, deben protegerse durante el periodo de construcción, del humedecimiento de las caras de los taludes, para evitar su desmoronamiento y erosión. Estos suelos son erosionables y cuando se saturan, los taludes cortados pueden llegar a ser inestables. Esta protección puede ser provista por la colocación de plásticos, que impermeabilicen las caras de las paredes formadas mientras dure su exposición, para minimizar la erosión eólica e hidráulica, en especial en temporadas de lluvia.

Debido a la baja resistencia a la erosión y socavación que presentan los limos y las arenas del sector, se recomienda tener un especial cuidado en las instalaciones y conexiones de las tuberías de aguas potables y servidas bajo el área de construcción. El lecho de las cajas de revisión y de las tuberías debe estar protegido mediante una capa del suelo natural, bien compactado o a su vez de una cama de hormigón o de mezcla de suelo – cemento.


Conclusiones

Las principales conclusiones que se hasta aquí se han presentado fueron:

- Los suelos locales muestran poca variación en resistencia al corte y deformabilidad en el sitio, tanto en ancho como en profundidad.
- Los suelos exhiben estructuras variables debido al grado de cementación, el cual se pierde parcialmente con la saturación. Por esta razón en cálculo de la capacidad de carga admisible debe calcularse no con el criterio de falla en la rotura, sino a un adecuado nivel de deformación unitaria.
- Los suelos encontrados al ser compactados, cambian su comportamiento al de un típico suelo de comportamiento areno limoso con mayor rigidez.
- Desde el punto de vista ingenieril, está claro que la humedad natural de los suelos debe preservarse, ya que bajo estas condiciones, su comportamiento puede considerarse adecuado en términos de resistencia al corte y de rigidez.
- Para el caso de la colocación de material de relleno, como reemplazo o mejoramiento del suelo natural, especialmente bajo las estructuras sensitivas al asentamiento. El espesor requerido de reemplazo es función del tamaño de la zapata o cimentación, para evitar el excesivo incremento de presión en la base de la capa de relleno.

Consulta Geotécnica

Se recomienda que durante la construcción un ingeniero geotécnico esté directamente ligado al proyecto, para la supervisión de la preparación del sitio, la realización de las excavaciones y la comprobación de las características aquí detalladas, de los suelos en el nivel de cimentación recomendado y la construcción de las cimentaciones. Además, sería el responsable de la ejecución y/o supervisión de las pruebas de control de los materiales.


S. BUTLER	ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA CASA DEL SOL			 VERSIÓN: 1.0
	UBICACIÓN: GUAPULO	FECHA: 16/07/2021	REPORTE 21202	

Limitaciones del reporte

Este reporte ha sido preparado como ayuda en el diseño y construcción del proyecto. El alcance de las exploraciones, ensayos y análisis de este estudio así como las conclusiones y recomendaciones de este reporte fueron realizadas sobre la base de mis entendimientos del proyecto.


Atentamente,

Ing. Jorge Valverde B.

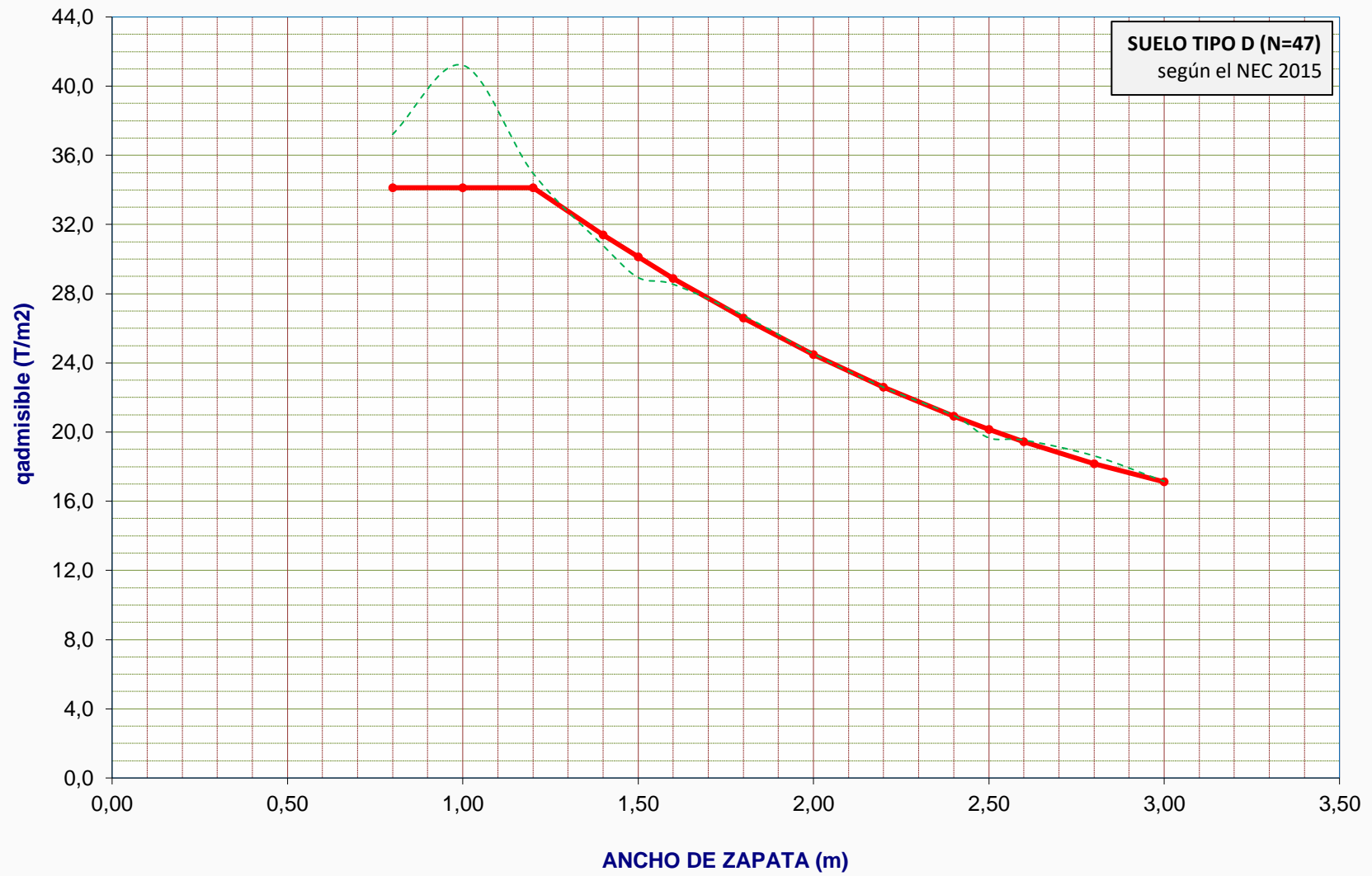
S. BUTLER	ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA CASA DEL SOL			
	UBICACIÓN: GUAPULO	FECHA: 16/07/2021	REPORTE 21202	VERSIÓN: 1.0

Referencias Bibliográficas

- ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL, GEOHAZARDS INTERNATIONAL, ILUSTRE MUNICIPIO DE QUITO, ORSTOM, OYO CORPORATION “The Quito – Ecuador, Earthquake Risk Management Project”, Geohazards International Publication, Quito, 1994
- LECARO, MOYANO, LEÓN, “Zonificación de la ciudad de Quito”, Tesis de grado previo a la obtención del título de Ingeniero Civil, EPN, Quito, 1987
- DAS, BRAJA, 2003, Principios de Ingeniería de Cimentaciones, 4ta edición, Londres, Thompson.
- ISHIHARA, K. (1985). Stability of Natural Deposits During Earthquakes Proceedings of the 11th International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering, San Francisco.
- VALVERDE, JORGE, 1990, "Prezonificación de la Ciudad de Quito". Seminario Internacional de Microzonificación y Seguridad de Servicios Públicos Vitales. Lima, Perú, agosto.
- VASCONEZ, RODRIGO y VALVERDE JORGE, 1997, Determinación Analítica de la Capacidad de Carga en Base al SPT, III Congreso de Suelos Trópico Andinos, Quito.

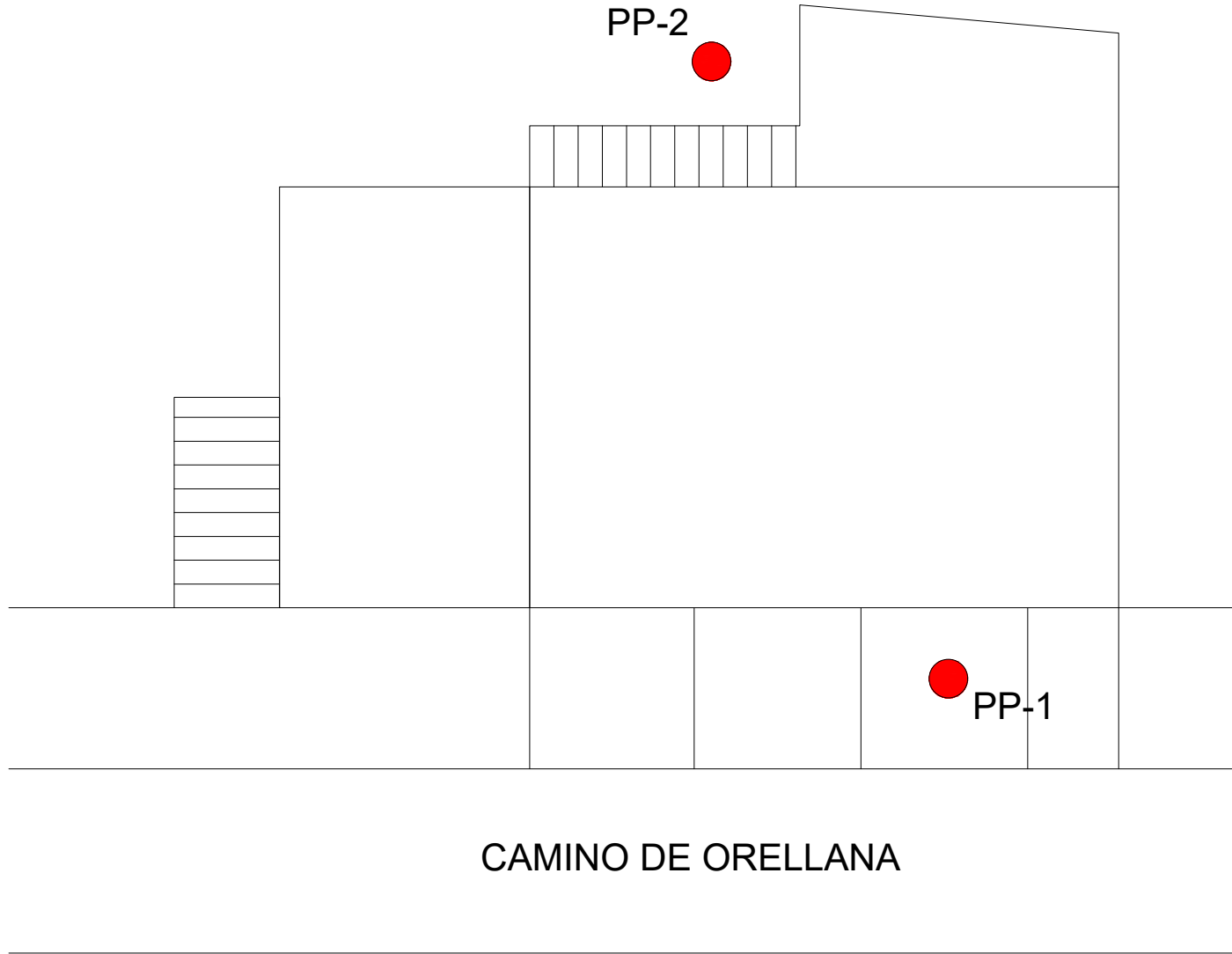
S. BUTLER	ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA CASA DEL SOL			
	UBICACIÓN: GUAPULO	FECHA: 16/07/2021	REPORTE 21202	VERSIÓN: 1.0

Capacidad de Carga - CASA DEL SOL



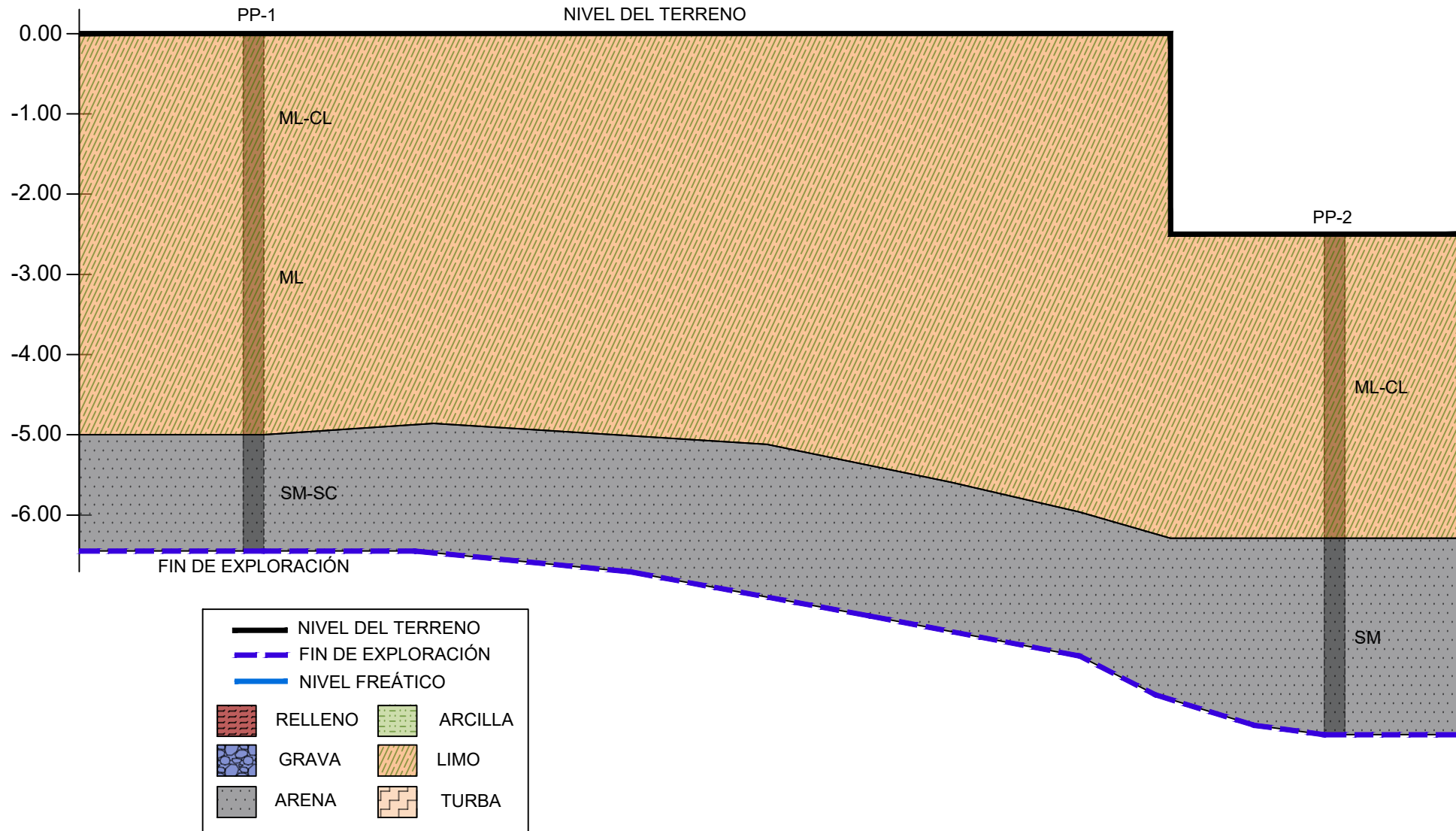
UBICACIÓN DE SONDEOS

ESCALA _____ S/e



PERFIL ESTRATIGRÁFICO CORTE LONGITUDINAL

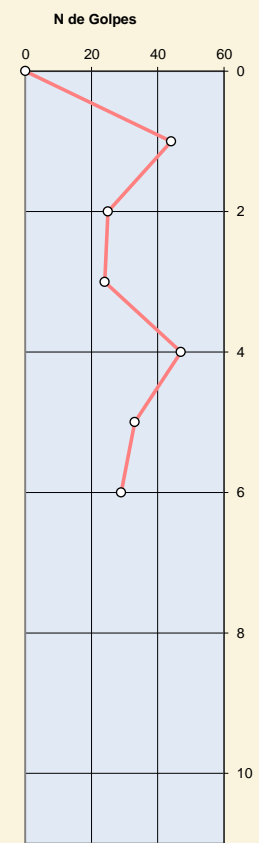
PROYECTO: CASA DEL SOL
UBICACIÓN: GUAPULO
FECHA: 15-07-2021



PROFUND. (m)	MUESTREO					DESCRIPCION DEL ESTRATO	TAMAÑO PARTICULAS			LIMITES ATTERBERG			γ (T/m ³)	C (k/cm ²)	ϕ o	SUCS	N de Golpes	
	ID.	TIPO	N	W %	SIMB.		#4	#40	#200	LL	LP	IP						
0,0																		
1,0	P1-1	☒	25	27	////	LIMO ARCILLO ARENOSO DE BAJA PLASTICIDAD; COLOR NEGRO; HÚMEDO; CON ESTRUCTURA DURA.	99	87	53	34	20	14	1,8					
2,0		☒	27		////	IDEM; COLOR CAFÉ OSCURO.							1,8					
3,0	P1-3	☒	40	24	////	LIMO ARENOSO NO PLÁSTICO; COLOR CAFÉ OSCURO; HÚMEDO; CON ESTRUCTURA MUY DURA.	100	83	52	-	-	-	1,8					
4,0		☒	31		////	IDEM;							1,8					
5,0	P1-5	☒	25	26	ARENA CON LIMOS Y ARCILLAS DE BAJA PLASTICIDAD DE GRANO GRUESO; COLOR CAFÉ; HÚMEDO; CON ESTRUCTURA MEDIA.	66	42	19	34	25	9	1,8					
6,0		☒	27		IDEM;							1,8					
7,0																		
8,0																		
9,0																		
10,0																		

LOG DE PERFORACION		PP-1
OBRA:	CASA DEL SOL	
UBICACION:	GUAPULO	
PROF. SONDEO:	6,45 m	
NIVEL FREATICO:	NO	
SIMBOLOGIA:		
Relleno		
Grava		
Arena		
Arcilla		
Limo		
Turba		
MUESTREO:		
ALTERADO		
SHELBY		
BLOQUE		
COTA DE LA BOCA:	0,00 m	
FECHA INICIO:	13/7/2021	
FECHA TERMINO:	13/7/2021	

PROFUND. (m)	MUESTREO					DESCRIPCION DEL ESTRATO	TAMAÑO PARTICULAS			LIMITES ATTERBERG			γ (T/m ³)	C (k/cm ²)	ϕ o	SUCS	N de Golpes
	ID.	TIPO	N	W %	SIMB.		#4	#40	#200	LL	LP	IP					
0,0																	
1,0		☒	44		////	LIMO ARCILLO ARENOSO DE BAJA PLASTICIDAD; COLOR CAFÉ OSCURO; HÚMEDO; CON ESTRUCTURA DURA.							1,9				
2,0	P2-2	☒	25	25	////	IDEM; CON ESTRUCTURA MEDIA.	100	91	61	27	20	7	1,8			ML-CL	
3,0		☒	24		////	IDEM;							1,8				
4,0	P2-4	☒	47	25	••••	ARENA LIMOSA DE GRANO GRUESO; COLOR CAFÉ; HÚMEDO; CON ESTRUCTURA Densa.	92	40	15	-	-	-	1,9			SM	
5,0		☒	33		••••	IDEM;							1,8				
6,0	P2-6	☒	29	19	••••	ARENA LIMOSA DE GRANO MEDIOI A FINO; COLOR CAFÉ; HÚMEDO; CON ESTRUCTURA MEDIA.	100	85	37	-	-	-	1,8			SM	
7,0																	
8,0																	
9,0																	
10,0																	



LOG DE PERFORACION PP-2

OBRA: CASA DEL SOL
 UBICACION: GUAPULO
 PROF. SONDEO: 6,45 m
 NIVEL FREATICO: NO

SIMBOLOGIA:

Relleno	■
Grava	○●○●○●○
Arena	••••••
Arcilla	~~~~~
Limo	////
Turba	SSSSSS

MUESTREO:
 ALTERADO ☒
 SHELBY ○
 BLOQUE ☒

COTA DE LA BOCA: -3,00 m
 FECHA INICIO: 13/7/2021
 FECHA TERMINO: 13/7/2021





Foto 1. Pozo de perforación PP-1

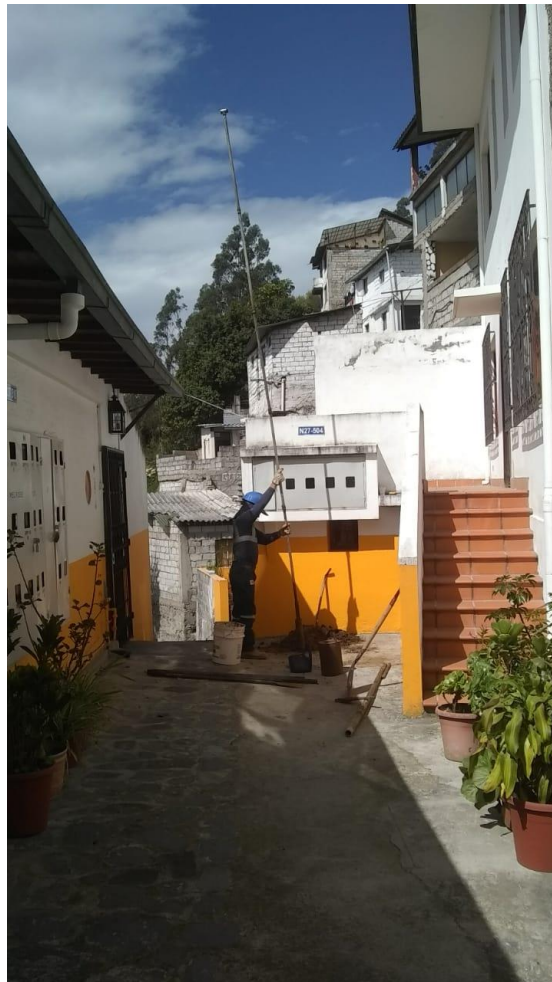
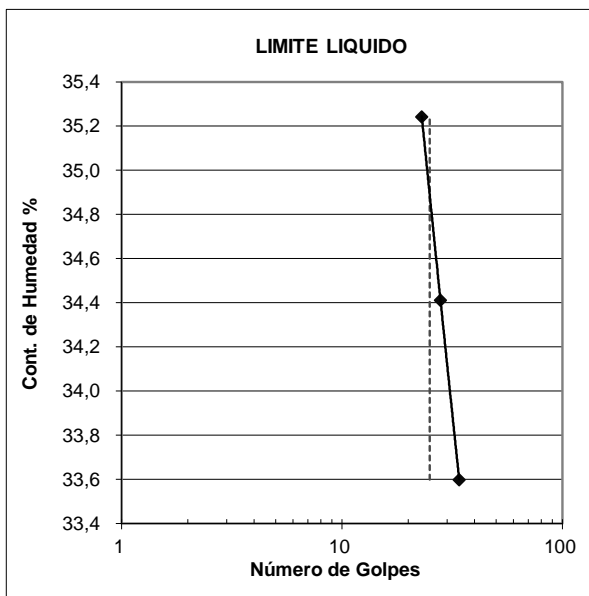


Foto 2. Pozo de perforación PP-2

PROYECTO: CASA DEL SOL

UBICACION:	CAMINO DE ORELLANA		CLASIFICACION DE SUELOS
PERFORACION:	PP - 1		
MUESTRA No:	P1 - 1		
PROF.(m):	1.00 - 1.45	FECHA:	

	GOLPES	PESO HUMEDO (gr)	PESO SECO (gr)	PESO TARA (gr)	CONT. DE HUMEDAD (%)	PROMEDIO O VALOR
1. CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL		40,28	34,06	9,47	25,29	26,73
		40,30	33,56	9,63	28,17	
2. LIMITE LIQUIDO	34	19,54	17,01	9,48	33,60	34,89
	28	20,78	17,91	9,57	34,41	
	23	19,14	16,74	9,93	35,24	
3. LIMITE PLASTICO		7,87	7,47	5,47	20,00	20,41
		7,68	7,27	5,30	20,81	



4. DISTRIBUCION GRANULOMETRICA			
PESO INICIAL: (gr)		40,33	
PESO PARA CALCULO:(gr)		31,82	
TAMIZ No.	PESO RET ACUM(gr)	% RETENIDO	% PASA
1"	0,00	0	100
3/4"	0,00	0	100
1/2"	0,00	0	100
3/8"	0,00	0	100
No. 4	0,20	1	99
No. 10	1,00	3	97
No. 40	4,18	13	87
No.200	14,82	47	53

RESUMEN

5. TIPOS DE SUELO	
GRAVA	1
ARENA	46
FINOS	53

LL:	34,89
LP:	20,41
IP:	14,48

SUCS:	ML-CL
AASHTO:	
IG:	

PROYECTO: CASA DEL SOL

UBICACION:	CAMINO DE ORELLANA			CLASIFICACION DE SUELOS
PERFORACION:	PP - 1			
MUESTRA No:	P1 - 3			
PROF.(m):	3.00 - 3.45	FECHA:	JULIO - 2021	

	PESO HUMEDO (gr)	PESO SECO (gr)	PESO TARA (gr)	CONTENIDO HUMEDAD (%)	PROMEDIO O VALOR
1.CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL	40,61 40,45	34,54 34,39	9,86 9,52	24,59 24,37	24,48
2.LIMITE LIQUIDO	NO PLASTICO				
3.LIMITE PLASTICO	NO PLASTICO				

4.DISTRIBUCION GRANULOMETRICA			
PESO INICIAL: (gr)			40,49
PESO PARA CALCULO:(gr)			32,53
TAMIZ No.	PESO RET ACUM(gr)	% RETENIDO	% PASA
1"	0,00	0	100
3/4"	0,00	0	100
1/2"	0,00	0	100
3/8"	0,00	0	100
No. 4	0,00	0	100
No. 10	0,22	1	99
No. 40	5,66	17	83
No.200	15,63	48	52

RESUMEN

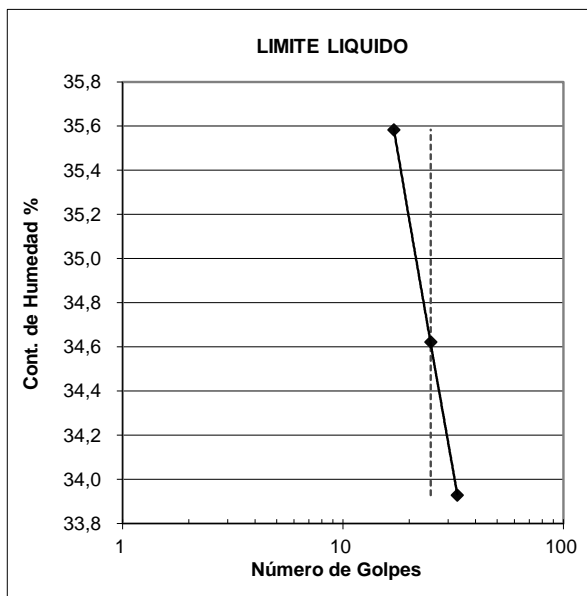
5.TIPOS DE SUELO	
GRAVA	0
ARENA	48
FINOS	52

SUCS:	ML
AASHTO:	
IG:	

PROYECTO: CASA DEL SOL

UBICACION:	CAMINO DE ORELLANA		CLASIFICACION DE SUELOS
PERFORACION:	PP - 1		
MUESTRA No:	P1 - 5		
PROF.(m):	5.00 - 5.45	FECHA:	

	GOLPES	PESO HUMEDO (gr)	PESO SECO (gr)	PESO TARA (gr)	CONT. DE HUMEDAD (%)	PROMEDIO O VALOR
1. CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL		7,43	7,00	5,36	26,22	26,36
		7,39	6,95	5,29	26,51	
2. LIMITE LIQUIDO	33	22,85	19,43	9,35	33,93	34,62
	25	22,71	19,31	9,49	34,62	
	17	25,15	21,25	10,29	35,58	
3. LIMITE PLASTICO		30,39	26,05	9,43	26,11	25,25
		30,33	26,29	9,72	24,38	



4. DISTRIBUCION GRANULOMETRICA			
PESO INICIAL: (gr)		35,52	
PESO PARA CALCULO:(gr)		28,11	
TAMIZ No.	PESO RET ACUM(gr)	% RETENIDO	% PASA
1"	0,00	0	100
3/4"	0,00	0	100
1/2"	0,00	0	100
3/8"	0,00	0	100
No. 4	9,58	34	66
No. 10	12,38	44	56
No. 40	16,27	58	42
No.200	22,65	81	19

RESUMEN

5. TIPOS DE SUELO	
GRAVA	34
ARENA	46
FINOS	19

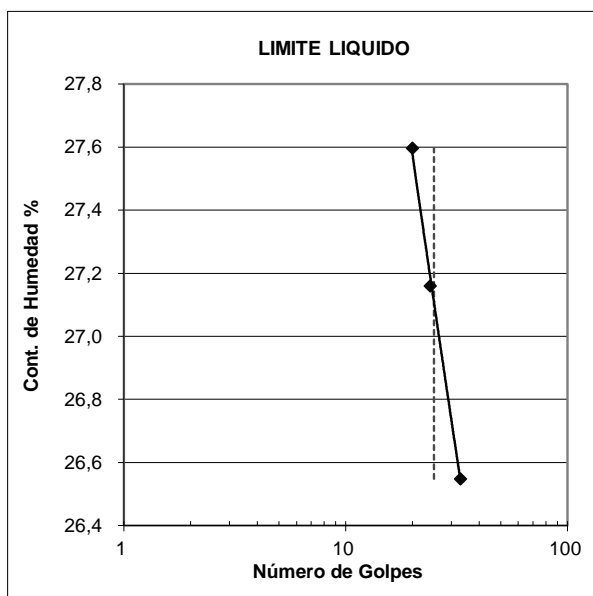
LL:	34,62
LP:	25,25
IP:	9,37

SUCS:	SM-SC
AASHTO:	
IG:	

PROYECTO: CASA DEL SOL

UBICACION:	CAMINO DE ORELLANA		CLASIFICACION DE SUELOS
PERFORACION:	PP - 2		
MUESTRA No:	P2 - 2		
PROF.(m):	2.00 - 2.45	FECHA:	

	GOLPES	PESO HUMEDO (gr)	PESO SECO (gr)	PESO TARA (gr)	CONT. DE HUMEDAD (%)	PROMEDIO O VALOR
1. CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL		31,35	27,26	9,93	23,63	24,98
		27,57	23,95	10,20	26,33	
2. LIMITE LIQUIDO	33	24,96	21,99	10,80	26,55	27,11
	24	24,84	21,58	9,59	27,16	
	20	24,79	21,61	10,11	27,60	
3. LIMITE PLASTICO		14,58	13,71	9,42	20,40	20,36
		14,73	13,92	9,97	20,31	



4. DISTRIBUCION GRANULOMETRICA			
PESO INICIAL: (gr)		30,86	
PESO PARA CALCULO: (gr)		24,69	
TAMIZ No.	PESO RET ACUM (gr)	% RETENIDO	% PASA
1"	0,00	0	100
3/4"	0,00	0	100
1/2"	0,00	0	100
3/8"	0,00	0	100
No. 4	0,00	0	100
No. 10	0,36	1	99
No. 40	2,23	9	91
No. 200	9,69	39	61

RESUMEN

5. TIPOS DE SUELO	
GRAVA	0
ARENA	39
FINOS	61

LL:	27,11
LP:	20,36
IP:	6,75

SUCS:	ML-CL
AASHTO:	
IG:	

PROYECTO: CASA DEL SOL

UBICACION:	CAMINO DE ORELLANA			CLASIFICACION DE SUELOS
PERFORACION:	PP - 2			
MUESTRA No:	P2 - 4			
PROF.(m):	4.00 - 4.45	FECHA:	JULIO - 2021	

	PESO HUMEDO (gr)	PESO SECO (gr)	PESO TARA (gr)	CONTENIDO HUMEDAD (%)	PROMEDIO O VALOR
1.CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL	40,64 40,50	34,58 34,35	10,57 9,36	25,24 24,61	24,92
2.LIMITE LIQUIDO	NO PLASTICO				
3.LIMITE PLASTICO	NO PLASTICO				

4.DISTRIBUCION GRANULOMETRICA			
PESO INICIAL: (gr)			40,29
PESO PARA CALCULO:(gr)			32,25
TAMIZ No.	PESO RET ACUM(gr)	% RETENIDO	% PASA
1"	0,00	0	100
3/4"	0,00	0	100
1/2"	0,00	0	100
3/8"	0,00	0	100
No. 4	2,49	8	92
No. 10	7,08	22	78
No. 40	19,41	60	40
No.200	27,47	85	15

RESUMEN

5.TIPOS DE SUELO	
GRAVA	8
ARENA	77
FINOS	15

SUCS:	SM
AASHTO:	
IG:	

PROYECTO: CASA DEL SOL

UBICACION:	CAMINO DE ORELLANA			CLASIFICACION DE SUELOS
PERFORACION:	PP - 2			
MUESTRA No:	P2 - 6			
PROF.(m):	6.00 - 6.45	FECHA:	JULIO - 2021	

	PESO HUMEDO (gr)	PESO SECO (gr)	PESO TARA (gr)	CONTENIDO HUMEDAD (%)	PROMEDIO O VALOR
1.CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL	35,88 35,49	31,71 31,52	9,58 9,71	18,84 18,20	18,52
2.LIMITE LIQUIDO	NO PLASTICO				
3.LIMITE PLASTICO	NO PLASTICO				

4.DISTRIBUCION GRANULOMETRICA			
PESO INICIAL: (gr)		35,26	
PESO PARA CALCULO:(gr)		29,75	
TAMIZ No.	PESO RET ACUM(gr)	% RETENIDO	% PASA
1"	0,00	0	100
3/4"	0,00	0	100
1/2"	0,00	0	100
3/8"	0,00	0	100
No. 4	0,00	0	100
No. 10	0,36	1	99
No. 40	4,53	15	85
No.200	18,73	63	37

RESUMEN

5.TIPOS DE SUELO	
GRAVA	0
ARENA	63
FINOS	37

SUCS:	SM
AASHTO:	
IG:	