

EXPLORACION GEOTECNICA PARA EL DISEÑO DE
CIMENTACIONES DE TORRES PARA COMUNICACIONES
6° 11' 4.0" NORTE, 67° 28' 53.3" OESTE
PUERTO CARREÑO, VICHADA

ESTUDIO DE SUELOS



ING. JHON ALEXANDER ECHEVERRI S.
MAT.25202- 69983 CND.
C.C. 79.541.681 de Bogotá

**EXPLORACION GEOTECNICA PARA EL DISEÑO
DE CIMENTACIONES DE TORRES PARA
COMUNICACIONES**

**6° 11' 4.0" NORTE, 67° 28' 53.3" OESTE
PUERTO CARREÑO, VICHADA**

ESTUDIO DE SUELOS

BOGOTÁ D.C., JUNIO DE 2018

Í N D I C E

- 1. INTRODUCCIÓN**
- 2. EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO**
- 3. ENSAYOS DE LABORATORIO**
- 4. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO**
 - 4.1 ANTECEDENTES DEL PROYECTO**
 - 4.2 INFORMACION GENERAL DEL MUNICIPIO**
- 5. ANALISIS DE RESULTADOS GEOTECNICOS**
 - 5.1 ESTRATIGRAFIA Y PARÁMETROS GEOTECNICOS**
 - 5.2 HETEROGENEIDAD DEL SUBSUELO**
 - 5.3 NIVEL DE CIMENTACIÓN**
 - 5.4 DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD PORTANTE**
 - 5.5 CALCULO FACTOR DE SEGURIDAD DIRECTO E INDIRECTO**
- 6. ASPECTOS SÍSMICOS DEL PROYECTO**
- 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**
 - RECOMENDACIONES CONSTRUCTIVAS**
 - GEOLOGIA**
 - GEOMORFOLOGIA**

L I S T A D E F I G U R A S

FIGURA No. 1

LOCALIZACIÓN DE SONDEOS

FIGURA No. 2

PERFILES ESTRATIGRAFICOS DE SONDEOS

A N E X O S

- 1. MEMORIA DE CÁLCULO***
- 2. MEMORIA ENSAYOS DE LABORATORIO***
- 3. INFORME FOTOGRAFICO***

1. INTRODUCCIÓN

*Con el fin de adelantar la exploración geotécnica para el **DISEÑO DE CIMENTACIONES DE TORRES PARA COMUNICACIONES**; en el siguiente informe se presentan los resultados del estudio de suelos realizado en el municipio de Puerto Carreño - Vichada, en la parte posterior de la oficina de Movistar del municipio, en la cabecera municipal.*

El objeto del estudio es el de determinar las características geomecánicas del suelo con base en lo cual definir el nivel apropiado para la cimentación de la obra, así como también seleccionar la capacidad portante admisible del suelo: características evaluadas en función del tipo de estructura y de las cargas que esta transmite al terreno de fundación.

Igualmente se presentan los resultados de la investigación del subsuelo, los análisis de ingeniería, las conclusiones y recomendaciones para el diseño y la construcción de la cimentación

2. INVESTIGACIÓN DEL SUBSUELO

Tabla H.3.1-1
Clasificación de las unidades de construcción por categorías

Categoría de la unidad de construcción	Según los niveles de construcción	Según las cargas máximas de servicio en columnas (kN)
Baja	Hasta 3 niveles	Menores de 800 kN
Media	Entre 4 y 10 niveles	Entre 801 y 4,000 kN
Alta	Entre 11 y 20 niveles	Entre 4,001 y 8,000 kN
Especial	Mayor de 20 niveles	Mayores de 8,000 kN

Tabla H.3.2-1
Número mínimo de sondeos y profundidad por cada unidad de construcción
Categoría de la unidad de construcción

Categoría Baja	Categoría Media	Categoría Alta	Categoría Especial
Profundidad Mínima de sondeos: 6 m. Número mínimo de sondeos: 3	Profundidad Mínima de sondeos: 15 m. Número mínimo de sondeos: 4	Profundidad Mínima de sondeos: 25 m. Número mínimo de sondeos: 4	Profundidad Mínima de sondeos: 30 m. Número mínimo de sondeos: 5

Se define que el nivel de complejidad es baja, debido a que la estructura pesa alrededor de 210 KN, dicho peso se deberá distribuir entre el número de apoyos que tenga la torre.

Con el propósito de conocer el perfil del subsuelo y evaluar los parámetros que rigen su comportamiento ante la imposición de cargas, se realizaron investigaciones y se recopiló información de la zona de las siguientes fuentes:

- Instituto Geografico Agustin Codazzi – IGAC

- Norma NSR -10
- Normas Invias – 2007
- Normas tecnicas Cololmbianas – NTC

Actividad desarrollada mediante la ejecución de tres sondeos los cuales fueron llevados a 6.00 metros de profundidad o rechazo, cada uno con el objeto de efectuar la verificación del suelo existente; estos se realizaron con equipo de perforación por percusión y lavado con toma de muestras con tubo shelby; cada tipo de material encontrado se relacionó en el respectivo registro. Igualmente se tomaron muestras representativas de cada estrato.

En la figura No. 1 se indica la ubicación de los tres sondeos realizados con motivo del estudio, así mismo en la figura No. 2 se presenta el perfil estratigráfico para cada sondeo.

En cada perforación se determinó el perfil del suelo como se mencionó anteriormente, además se detectó la posición del nivel freático.

3. ENSAYOS DE LABORATORIO

Las muestras obtenidas, durante la exploración del subsuelo se identificaron visualmente y sobre un número representativo de ellas se hicieron ensayos de laboratorio requeridos tanto para clasificar el subsuelo como para determinar sus propiedades mecánicas e in situó.

Para suelos granulares o arcillas duras se realiza mediante penetración estándar (S.P.T), obteniéndose las respectivas muestras con el tubo partido (Split Spoon). Por encontrarse suelos de carácter cohesivo a profundidades intermedias se toman muestras inalteradas con el tubo de pared delgada (Tubo Shelby). De los suelos de relleno superficiales, se obtienen muestras alteradas.

A continuación, se relacionan los ensayos realizados

CLASIFICACIÓN

- Límite líquido*
- Límite plástico*
- Granulometría*

IN SITUÓ

- Humedad*
- natural*
- Pesos*
- unitarios*

4. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

4.1. ANTECEDENTES DEL PROYECTO

Exploración geotécnica para el diseño de cimentaciones para una torre de comunicaciones, que hace parte del proyecto de expansión de la red de televisión digital terrestre, realizado en el municipio de Puerto Carreño - Vichada, en la parte posterior de la oficina de movistar del municipio, en las siguientes coordenadas:

6° 11' 4.0'' Norte, 67° 28' 53.3'' Oeste



Ubicación del proyecto

4.2 INFORMACION GENERAL DEL MUNICIPIO

El municipio de Puerto Carreño es el municipio capital del departamento de Vichada. Está localizado en la confluencia de los ríos Meta y Orinoco, convirtiéndose en franja fronteriza con la República de Venezuela, en la parte oriental de Colombia, limita por el Norte y Este con la República de Venezuela, por el Sur con el corregimiento departamental de Santa Rita, y por el Oeste con la Primavera.



Existe una vía destapada que comunica con Puerto Gaitán (a 660 Km), y con el interior del País, y algunas vías rurales que comunican a las comunidades entre sí; además cuenta con el Aeropuerto German Olano. La principal arteria fluvial del

Municipio es el Río Meta, Todos los días existe la ruta fluvial a Primavera (Segundo municipio del Vichada) y Puerto Gaitán (Segundo municipio del Departamento del Meta).

El casco Urbano se encuentra a una altura promedio sobre el nivel del mar, de 51 m, la temperatura promedio es de 36°C.

El proyecto se encuentra dentro del Casco Urbano.

El proyecto contempla la construcción de una torre auto soportada de 40 metros de altura, para la instalación del sistema radiante requerido.

La topografía del Lote es plana, y ya existen diferentes construcciones.

5. ANALISIS Y RESULTADOS GEOTECNICOS

Con base en los resultados de los sondeos y de los ensayos de laboratorio, se caracteriza geotécnicamente cada estrato, con el objeto de definir el que presente la mejor respuesta como elemento de soporte.

5.1 ESTRATIGRAFIA, PARÁMETROS GEOMECÁNICOS Y NIVEL FREÁTICO

El tipo de suelo, encontrado en el sitio de estudio se describe de acuerdo con los resultados de los sondeos y de los ensayos de laboratorio.

Se pudo establecer en forma simplificada el siguiente perfil estratigráfico, el cual tiene como nivel de referencia 0.00 el correspondiente a los puntos del sondeo.

PERFIL ESTRATIGRAFICO PROMEDIO

De 0.00	-	0.20m	Capa vegetal.
De 0.20	-	0.50m	Rellenos Heterogeneos.
De 0.50	-	1.60m	Arcilla Café Clara.
De 1.60	-	2.10m	Vacío Intersiliar Sin Material.
De 2.10	-	4.20m	Arcilla Café Oscura Vetas Rojizas.
De 4.20	-	6.00m	Arcilla rojiza.

El manto de arcilla café clara, es de baja plasticidad, con limite liquido de 46.2%, el índice de plasticidad es de 20.3. La consistencia evaluada mediante pruebas de compresión inconfiada dieron valores de 1.32 kg./cm², indicando un estrato de consistencia media.

El manto de Arcilla Café Oscura Vetas Rojizas, es de baja plasticidad, con limite liquido de 53.4%, el índice de plasticidad es de 21.2. La consistencia evaluada mediante pruebas de compresión inconfiada dieron valores de 1.31 kg./cm², indicando un estrato de consistencia media.

El manto de Arcilla Rojiza, es de baja plasticidad, con limite liquido de 50.8%, el índice de plasticidad es de 25.4. La consistencia evaluada mediante pruebas de compresión inconfiada dieron valores de 1.28 kg./cm², indicando un estrato de consistencia media.

El nivel freático se detectó durante la ejecución de los sondeos a -1.80m de profundidad.

5.2 HETEROGENEIDAD DEL SUBSUELO

Los espesores anteriores son un promedio aproximado y corresponden a los puntos. En otros sitios pueden presentarse divergencias.

5.3 NIVEL Y TIPO DE CIMENTACIÓN

De acuerdo al tipo de perfil estratigráfico encontrado en la zona de estudio y teniendo como referencia tanto el tipo de construcción como la magnitud de las cargas aplicar sobre el suelo portante, se define el nivel de cimentación a la profundidad de 2.30 metros, medido a partir del nivel actual del terreno.

Para el diseño de la cimentación, como alternativa 1, se recomienda que el ingeniero calculista diseñe zapatas aisladas unidas mediante vigas de amarre; O como alternativa 2, se recomienda que el ingeniero calculista diseñe un solo dado para el anclaje de la torre.

5.4 EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE CAPACIDAD PORTANTE

Los cálculos se generaron con el siguiente patrón de desarrollo:

A partir del SPT y el perfil del subsuelo obtenidos de los sondeos ejecutados a lo largo del lineamiento, se

encontraron los parámetros geomecánicos de resistencia, y se estableció el estrato en el cual se dan los mejores parámetros para poder cimentar.

Con el propósito de hacer un muestreo continuo y detallado del subsuelo, y dependiendo del tipo de suelo se recuperan muestras a diferentes profundidades. Para suelos granulares o arcillas duras se realiza mediante penetración estándar (S.P.T), obteniéndose las respectivas muestras con el tubo partido (Split Spoon). Por encontrarse suelos de carácter cohesivo a profundidades intermedias se toman muestras inalteradas con el tubo de pared delgada (Tubo Shelby). De los suelos de relleno superficiales, se obtienen muestras alteradas. Para todos los sondeos y muestras, se realiza un registro continuo de los suelos explorados. Con la información del número de golpes de SPT, se escogió el valor más bajo "N" para efectos de cálculo y situación crítica.

Usando estos resultados, se pueden hacer estimativos de parámetros de resistencia del suelo portante, que, aunque no son rigurosos, son aproximados y útiles. Es importante

recalcar que las correlaciones existentes en la literatura se han ejecutado principalmente para suelos granulares.

Con el valor del parámetro geomecánico de resistencia, se procedió a calcular la capacidad portante del estrato donde se recomienda cimentar. Para esto se usó la propuesta inicial de Terzaghi.

Todas las muestras fueron recuperadas a partir de perforaciones manuales y mecánicas con percusión con tubo Split Spoon y en unos pocos con tubo Shelby para las muestras cohesivas, así como con barreno, dependiendo del tipo de perfil.

En ninguno de los casos los datos de los ensayos de campo como veleta y penetró metro de bolsillo son utilizados para efectos de cálculo de cimentación, pero si se hace referencia, ya que es un medio válido, alternativo, recursivo y de verificación y alternativo al corte directo en mecánica de suelos.

Se emplearon los siguientes parámetros de cálculo:

- *Suelo portante de comportamiento principalmente cohesivo.*
- *Resistencia del suelo a la compresión inconfiada de 1.19 kg./cm²*
- *Peso unitario del suelo 15.9 KN/m³*

Con base en los criterios mencionados, se determina una capacidad portante admisible (qa) de 115 KN/m²; se considera un factor de seguridad de 3 contra falla general.

RESUMEN GENERAL

<i>Profundidad de cimentación</i>	<i>2.30 (m)</i>
<i>Estrato portante</i>	<i>Arcilla Café Oscura</i> <i>Vetas Rojizas</i>
<i>Capacidad portante</i>	<i>11.50 (t/m²)</i>
<i>Módulo de reacción K</i>	<i>1375.80 (t/m³)</i>
<i>Angulo de fricción φ</i>	<i>26°</i>
<i>Peso unitario γ</i>	<i>1.59 (gr/cm³)</i>
<i>Coeficiente de presión activa Ka</i>	<i>0.39</i>

5.5 FACTORES DE SEGURIDAD

En el análisis geotécnico se consideraron los factores de seguridad básicos e indirectos definidos en el NSR -10 en el ítem H.2.4 De igual modo, en el cálculo de la capacidad portante se consideraron los factores de seguridad indirectos definidos en H.4.7.

Según la NSR-10, el factor de seguridad se puede establecer en función de factores de seguridad directos o de factores de seguridad indirectos.

Los factores de seguridad directos básicos F_{sb} se aplican al material terreo (suelo o roca): en otras palabras, se aplican a los parámetros geotécnicos tales como cohesión (S_u), ángulo de fricción (ϕ), etc.

Tabla H.2.4-1

Factores De Seguridad Básicos Mínimos Directos

Condición	F_{sbu}		F_{sbum}	
	Diseño	Construcción	Diseño	Construcción
Carga muerta + Carga viva normal	1.5	1.25	1.8	1.4
Carga muerta + Carga viva máxima	1.25	1.1	1.4	1.15
Carga muerta + Carga viva normal + Sismo de diseño suelos elásticos	1.1	1	No se permite	No se permite

En ningún caso el factor de seguridad mínimo F_{sbm} podrá ser inferior a 1.00. Por ejemplo, para el cálculo de la capacidad portante admisible de cimentaciones superficiales, se emplean los factores de seguridad con respecto a la falla de corte (FS_{shear}) entre 1.1 y 1.5 como se observa en la tabla.

$$C_d = c / FS_{shear}$$

$$\phi = \tan^{-1} (\tan \phi / FS_{shear})$$

Factores de seguridad indirectos

De acuerdo al ítem H-4.7- Factores de seguridad indirectos, la norma NSR-10 para cimentaciones recomienda lo siguientes factores de seguridad indirectos mínimos:

Tabla H.4.7-1

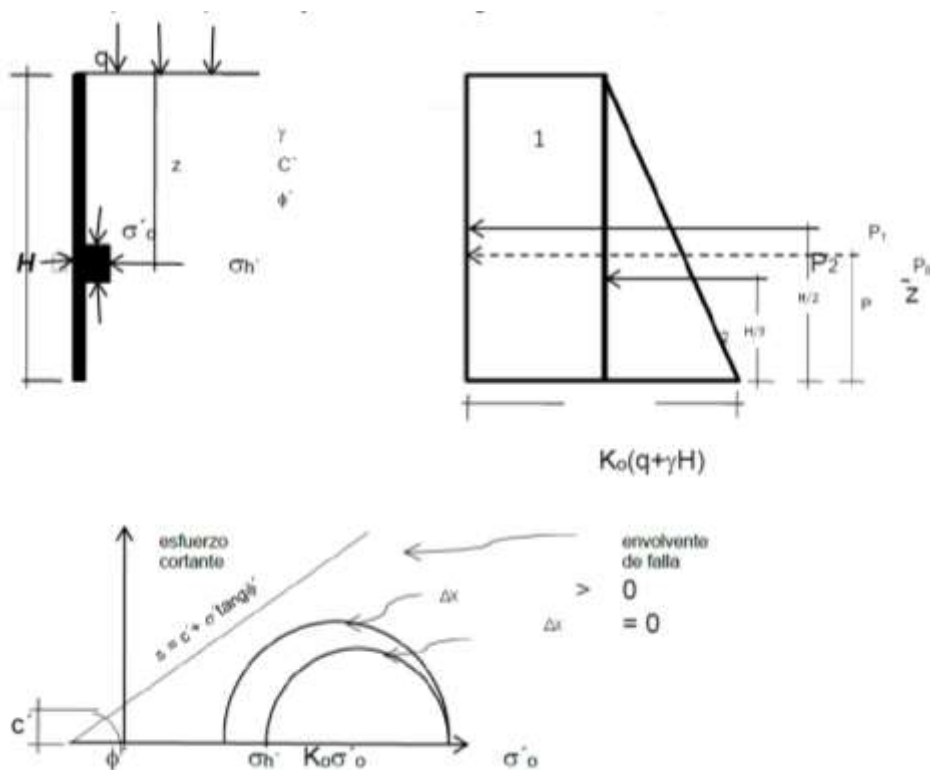
Factores De Seguridad indirectos F_{sicp} Mínimos

Condición	Fsicp Mínimo
	Diseño
Carga muerta + Carga viva normal	3.0
Carga muerta + Carga viva máxima	2.5
Carga muerta + Carga viva normal + Sismo de diseño suelos elásticos	1.5

El factor de seguridad básico o directo F_{sb} definidos en la tabla H.2.4-1 es el factor de seguridad geotécnico real, es decir que se aplica al material terreo (Suelo, Roca) pero de

él derivan factores de seguridad indirectos que tienen diferentes valores y los cuales se especifican en la tabla H.4.7-1.

El factor de seguridad directo F_{sb} se obtiene de la fuerza resistente del suelo o capacidad de carga (presión) por unidad de área de la cimentación que puede ser soportada por el suelo a nivel de desplante de la cimentación sobre la fuerza actuante o carga aplicada. Quiere decir que de la envolvente de falla en el círculo de Mohr o resistencia al corte al analizar el cálculo general de capacidad portante y factores de seguridad tenemos:



El valor del factor de seguridad directo o básico

$$FSB = FR/FA = \tau_f/\tau_A = S/\tau_A = (c' + (\sigma' \tan \phi'))/\tau_A.$$

Cuando el materiales normalmente consolidado $c' = 0$, de esta forma el factor de seguridad, se tiene

$$FSB = (q + \gamma z) \tan \phi' / \tau_A.$$

Lo cual corresponde a lo encontrado en la literatura de ingeniería de suelos y además, a lo indicado en la tabla H2.4-1 de la NSR10.

Por otro lado, el número de sondeos, la profundidad y el factor de seguridad indirecto, como parte del análisis del tipo de proyecto, donde la NSR10, entre otras contempla:

- 10% del esfuerzo interface suelo-cimentación.
- 1.5 veces el ancho de la losa.
- 2.5 veces el ancho de la zapata de mayor dimensión.
- 1.25 veces la longitud del pilote más largo.
- 2.5 veces el ancho del cabezal de mayor dimensión.

La profundidad de los sondeos está dada teniendo en cuenta el criterio anterior. Si se considera los estados límites de falla, estos no se presentan por falla de capacidad de

carga toda vez que no se supere la capacidad portante, no se presenta por pérdida de apoyo por erosión del terreno o deslizamiento horizontal bajo el efecto de empuje del suelo. Como no se presenta un nivel freático se sugieren medidas preventivas como el uso de filtros, canalizaciones, etc. Se deberá garantizar el drenaje aguas lluvias y servidas a sistemas de disposición final como alcantarillado (aplica en este caso) o tanque séptico; esto con el fin de evitar filtraciones que produzcan reducción de la capacidad portante del terreno. Se recomienda revisar periódicamente las captaciones y conducciones de agua para evitar filtraciones de agua y garantizar la estabilidad del proyecto.

El terreno actual y a su alrededor no presenta movimiento de inestabilidad hasta el momento. El predio se encuentra en una zona cuyo terreno en el momento de la verificación técnica no evidencia daños o patologías que permitan identificar o definir la presencia de procesos de inestabilidad geotécnica y de remoción en masa.

Esta se presenta sobre un terreno estable, no se visualizan agrietamientos en viviendas y en las vías existentes no están afectadas por movimientos verticales u horizontales.

Además, su litología de acuerdo a los sondeos no es de disgregación del suelo que permitan desplomes o desprendimiento o tal vez flujos, desplazamientos o volcamiento, es decir; no hay material erodable o dispersivos ni los suelos encontrados son colapsables como aluviales o coluviales, eólicos, volcánicos ni mucho menos residuales, además; no se observan cárcavas.

Por otro lado, como lo emite la DPAE, "se advierte que cualquier intervención que se realice, debe tener en cuenta la presencia de la infraestructura aledaña, por lo que el responsable del proyecto debe garantizar en todo momento la estabilidad general del lote y su contorno".

Para las cimentaciones superficiales la adopción del factor indirecto de 3.0 garantiza que los factores de seguridad directos F_{sb} sean superiores a los dados en la tabla H.2.4-1

Para la mayoría de los casos un valor de $FS_{shear} = 1.2-1.5$ con respecto a la falla de corte se ajusta con un factor de seguridad de $FS = 2.5-3.0$ con respecto a la capacidad portante neta última.

Para el presente estudio se adopta un FACTOR DE SEGURIDAD DE 3.0, que como se observa es el máximo valor de la tabla H.4.7-1 de la NSR-10.

CALCULO FACTOR DE SEGURIDAD DIRECTO E INDIRECTO

CONDICION	Granulares-Fsbm		Cohesivos-Fsbum	
	Diseño	Construcción	Diseño	Construcción
C. Muerta + C. Viva normal	1.50	1.25	1.8	1.4
C. muerta + C. Viva máxima	1.25	1.1	1.4	1.15
C. Muerta + C. Viva normal + Sismo de diseño pseudo estático	1.10	1,00(*)	N/P	N/P
Taludes - Condición estática y Agua subterránea Normal	1.50	1.25	1.8	1.4
Taludes - Condición pseudo-estática con agua subterránea normal y Coeficiente sísmico de diseño	1.05	1,00(*)	N/P	N/P

Datos de entrada

$S_u = C$	61.70 KN/m ²
q_c	343.95 KN/m ²
q_a	115 KN/m ²
q	26.81 KN/m ²

DISEÑO

S_{ud}	17.09 KN/m ²	
F_{SBU}	3.61 KN/m ²	>1,8 OK

$$q_f = 5.14 * S_u + q$$

$$S_{ud} = q_a - q/5.14$$

$$F_{SBU} = S_u / S_{ud}$$

$$F_{SI} = q_c / q_a$$

FACTOR DE SEGURIDAD INDIRECTO:

3.00

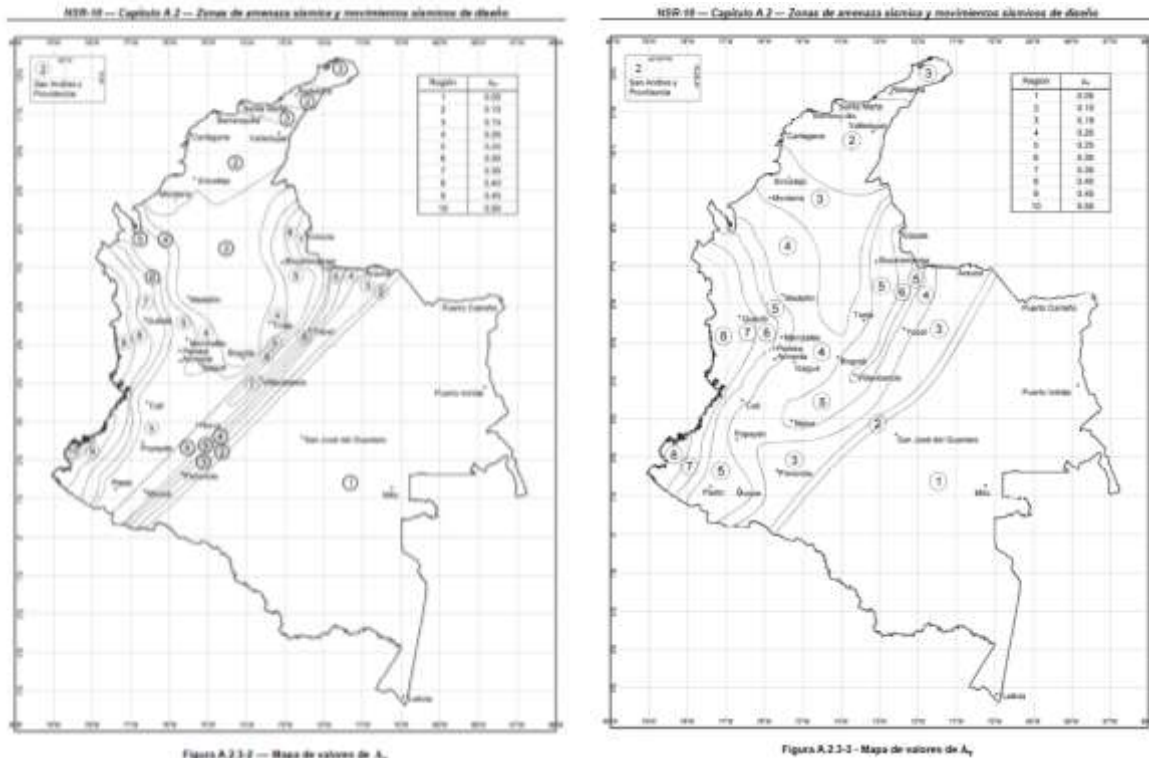
FACTOR DE SEGURIDAD DIRECTO:

3.61

6. ASPECTOS SÍSMICOS DEL PROYECTO

De acuerdo con los resultados obtenidos de los trabajos de investigación del subsuelo y teniendo en cuenta lo establecido en la Norma Sismo-Resistentes de 2010, se establece que el Municipio de Puerto Carreño se encuentra dentro de un área de riesgo sísmico Bajo, y que el perfil del subsuelo corresponde al tipo D.





Para los parámetros sísmicos el coeficiente de aceleración pico efectiva, para diseño A_a esperado es de 0.05 y el coeficiente que representa la velocidad horizontal pico efectiva A_v esperado es de 0.05. Teniendo en cuenta los resultados de campo, al sitio le corresponde un perfil de suelo tipo C con coeficientes $F_a = 1.60$, $F_v = 2.40$, $T_c = 0.72$, $T_L = 5.76$ y $T_0 = 0.15$.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- A continuación, se presentan las conclusiones y recomendaciones de la exploración geotécnica llevada a cabo en las coordenadas 6° 11' 4.0'' Norte, 67° 28' 53.3'' Oeste, para el diseño de cimentaciones para la torre de comunicaciones ubicada en el municipio de Puerto Carreño, departamento de Vichada.
- De acuerdo a la estratigrafía determinada por medio de los sondeos efectuados, según se identifica una capa de material de tipo orgánico del orden de 0.50 metros de espesor; suelo catalogado como incompetente para cimentación de estructura, Se encuentra un vacío intersiliar sin material hasta una profundidad de -2.10m, y por debajo de un manto de arcilla café clara; en consecuencia, este manto debe ser excavado para llegar al nivel de cimentación.
- El suelo de cimentación para la torre corresponde a una Arcilla Café Oscura Vetas Rojizas.

- *Para el diseño de las cimentaciones se requiere como datos básicos las cargas aplicadas a nivel de pedestal, los parámetros básicos del suelo y los parámetros de los materiales de construcción. Las cargas aplicadas pueden ser obtenidas de forma precisa del diseño de las estructuras metálicas.*
- *Para el diseño de la cimentación se deben tener en cuenta los momentos generados por las fuerzas sísmicas y las cargas generadas por el viento, según los títulos A y B de la NSR-10.*
- *Para el diseño de la cimentación, como alternativa 1, se recomienda que el ingeniero calculista diseñe zapatas aisladas unidas mediante vigas de amarre; como alternativa 2, se recomienda que el ingeniero calculista diseñe un solo dado para el anclaje de la torre.*
- *Para el diseño estructural se recomienda trabajar con una capacidad portante admisible de 115 KN/m².*

- El Municipio de Puerto Carreño se encuentra dentro de un área de riesgo sísmico bajo; para los parámetros sísmicos el coeficiente de aceleración pico A_a esperado es de 0.05 y $A_v = 0.05$. Teniendo en cuenta los resultados de campo, al sitio le corresponde un perfil de suelo tipo D con coeficientes $F_a = 1.60$, $F_v = 2.40$, $T_c = 0.72$, $T_L = 5.76$ y $T_0 = 0.15$.
- Este tipo de suelo es catalogado de acuerdo a la norma sismo resistente como de poca variabilidad.

RECOMENDACIONES CONSTRUCTIVAS

- En la proyección en planta de las zapatas para la torre, se removerá en lo posible por medios manuales el material orgánico con el fin de evitar la alteración del suelo, hasta una profundidad de 2.30 metros.
- Las excavaciones se podrán hacer verticales hasta el nivel de desplante.

- *Durante las exploraciones de campo no se investigó la localización ni el estado de las redes existentes dentro del lote.*
- *Cuando se realicen las excavaciones se recomienda tener una motobomba para drenar el agua, puesto que la cimentación se fundirá por debajo del nivel freático; dicha motobomba deberá contar con una vía de desagüe apropiada.*
- *En los sitios donde a nivel de cimentación se encuentren suelos de consistencia blanda por efecto de aguas servidas locales o rellenos demasiado heterogéneos, se recomienda estabilizar el material de apoyo del fondo con el hundimiento de piedra rajón en cantidad suficiente, con ayuda del balde de una retroexcavadora.*
- *Se recomienda efectuar las obras constructivas en el menor tiempo posible después de realizadas las excavaciones para evitar la socavación del suelo.*
- *Se deberá garantizar el drenaje aguas lluvias y servidas a sistemas de disposición final ya sea alcantarillado o tanque séptico, los cuales deberán quedar alejados de las zonas de terraza y pendientes fuertes; esto con el fin de evitar filtraciones que produzcan reducción de la*

capacidad portante del terreno, se generen asentamientos considerables y deslizamientos por la saturación de los suelos. Se recomienda revisar periódicamente las captaciones y conducciones de agua para evitar filtraciones de agua y garantizar la estabilidad del proyecto. Además, se sugiere la construcción de un filtro perimetral o un medio de aislamiento con el fin de evitar sobrepresiones y filtraciones de agua en este nuevo proyecto.

- El terreno no presenta fenómenos de desencadenamiento de inestabilidad que llegue afectar el drenaje y el encauzamiento de las aguas lluvias, pero de igual manera se deben tener en cuenta los diseños de estructuras de contención en las zonas que vean comprometida su estabilidad o por procesos erosivos.
- Desde el punto de vista topográfico se encontró que el lote estudiado registra una topografía suavemente ondulada, y que ya cuenta con rellenos de nivelación con inclinación mínima.
- No se observa ningún tipo de condición, geológica o geotécnica, adversa que impida la ejecución del proyecto.

- *Se hará una revisión cuidadosa del suelo expuesto para tratar de detectar zonas excepcionalmente blandas, bolsas de material orgánico, etc. En donde aparezcan deberán retirarse y reemplazarse por recebo de buena calidad o por rajón según la gravedad del caso.*
- *En el caso de necesitar materiales de relleno, se podría utilizar el proveniente de la excavación, siempre y cuando no se encuentre en estado de saturación, en caso contrario, se recomienda utilizar material de río no cohesivo debidamente conformado y compactado por los métodos convencionales.*
- *Es importante que el ingeniero calculista, tenga en cuenta para la cota de cimentación la capacidad portante del terreno; el análisis de asentamientos; el uso adecuado del sistema de cimentación; el perfil estratigráfico del presente estudio; las recomendaciones de mejoramiento del suelo y las especificaciones contempladas en la NSR – 10.*
- *Las zonas donde se llevará a cabo la colocación de material de relleno, se deberán tratar con material seleccionado, con bajo contenido de finos y estar libre de*

materia orgánica, con granulometría que se describe a continuación:

TAMIZ	%PASA
2 1/2"	100
2"	75 - 100
1"	50 - 80
Nº 4	20 - 50
Nº 200	0 - 20

- Límite líquido: < 25%.

- Índice de plasticidad < =6%.

- El desgaste de la máquina de los ángeles debe ser menor al 35% y ensayo de pérdida de peso en el ensayo de solidez en sulfato de sodio menor al 12% para los materiales de selección con destino a mejorar el suelo existente.
- Se debe tener precaución de no remoldear los contornos una vez se esté excavando, esto con el fin de evitar la caída de material de las paredes laterales de la excavación, y sugerible la colocación de una lechada en cemento.

GEOLOGIA



El área forma la parte más oriental de la Cuenca de los Llanos Orientales de Colombia, la cual se desarrolla sobre el basamento Precámbrico, contra el cual se acuñan suavemente las unidades Cenozoicas.

En la parte norte del Departamento del Vichada afloran rocas metasedimentarias e ígneas de edad Precámbrica y sedimentos Terciarios y Cuaternarios

Precámbrico-Metarenisca: Son de color grisáceo a rojizo, bien litificadas, friables hacia el tope, con cementa

ferruginoso y laminación subparalela y cruzada. Presentan metamorfismo de bajo grado evidenciado por la presencia de andalucita; este mineral se desarrolló entre los granos de cuarzo a partir de la matriz de la roca sedimentaria. La mineralogía de las metareniscas y la presencia de fragmentos líticos de cuarcita, hacen pensar en una fuente sedimentaria,

Precámbrico-Granito de Parguaza (PEg): Es un granito alcalino con textura rapakivi y son comunes las texturas de exsolución; sus máficos más comunes son biotita, anfíboles e ilmenita, acompañados por apatito, esfena, fluorita, zircon y allanita. Existen variaciones locales en composición a cuarzosienita, cuarzomonzonita y granito de feldespatos alcalino, especialmente hacia el sur del área, donde esta roca se hace más alcalina.

GEOMORFOLOGIA

La morfología de la zona está claramente relacionada con la litología y climatología predominante, y a nivel regional se observan en el terreno tres formas características: Montes Islas, Altillanura y Planicie aluvial de desborde.

Montes Islas: Esta unidad geomorfológica es muy notoria en la región puesto que es el reflejo del afloramiento de rocas Precámbricas; se trata de una serie de cerros aislados que contrastan con la monotonía de la altillanura, con alturas que varían entre 60 y 200 m. s. n. m. Tiene superficies lisas, con pendientes que van desde unos pocos grados hasta más de 45°; los cambios de pendiente se encuentran asociados a la presencia de neosomas en el granito. Actualmente se observan tres formas de degradación del granito: (1) el descascaramiento superficial en forma de lajones, debido a meteorización esferoidal; (2) pulimiento por abrasión de los materiales arrastrados por corrientes y (3) meteorización diferencial de algunos minerales.

Altillanura: Esta unidad cubre la mayor parte del territorio, y su carácter topográfico alto expresa la geometría del techo del basamento sobre el cual se depositaron sedimentos detríticos posteriores. De acuerdo a su grado de erosión actual se subdivide en tres unidades.

1. Altillanura Plana (AP). Corresponde a la parte de la altillanura que no ha sido aún afectada por los agentes climáticos actuales; se caracteriza por la ausencia de

prominencias topográficas y divisorias de aguas. Está constituida principalmente por sedimentos de origen eólico y localmente niveles de nódulos ferruginosos.

2. Altillanura Ondulada (AO). Corresponde a un relieve ondulado. Ha sido afectada en un grado mínimo por la erosión y está constituida por limos, arcillas interestratificados con horizontes de nódulos ferruginosos a veces con una cubierta de loess.

3. Altillanura Disectada (AD). Refleja la morfología producida por niveles de areniscas ferruginosas, interestratificadas con sedimentos poco consolidados, que como se erodan fácilmente, producen el colapso de las areniscas; su resultado es un relieve abrupto que ocupa generalmente las márgenes de los caños y ríos.

Planicie Aluvial de Desborde Esta unidad y sus subunidades se encuentran restringidas a los cauces de los diferentes cursos de agua que drenan la región

1. Llanura de Inundación (LI). Se limita a franjas a lo largo de los cauces de algunos ríos, con su superficie levemente inclinada hacia el cauce y corresponde al área de influencia de las aguas durante los periodos de lluvias. Son superficies

planas a onduladas, constituidas por arenas, limos y arcillas, y esporádicamente se presentan gravas.

2. Barras Aluviales (BA). Se presentan en los ríos Meta y Orinoco, en los sitios de menor energía, presentando formas alargadas en la dirección de la corriente, con superficies generalmente convexas y a veces con aspecto de media luna localizadas en los meandros. Las barras aluviales están constituidas por sedimentos arenosos de grano fino y limos de color gris claro a blanco amarillento.

LIMITACIONES

Las conclusiones y recomendaciones del presente informe, están basadas en los resultados de la investigación del subsuelo y en las características arquitectónicas y estructurales del proyecto. Si durante el diseño o construcción, se encuentran condiciones del subsuelo diferentes a las consideradas en el presente estudio, o se introducen cambios arquitectónicos o estructurales al proyecto que afecten el sistema de cimentación, se deberá informar al Ingeniero de Suelos para estudiar las modificaciones o adiciones que sean necesarias.

Atentamente,

JOHN ALEXANDER ECHEVERRI S.

Ingeniero Civil Mat. 25202-69983 CND.

LOCALIZACION REGIONAL Y ZONAL

LOCALIZACION REGIONAL



LOCALIZACION ZONAL



ESTACIÓN PUERTO CARREÑO

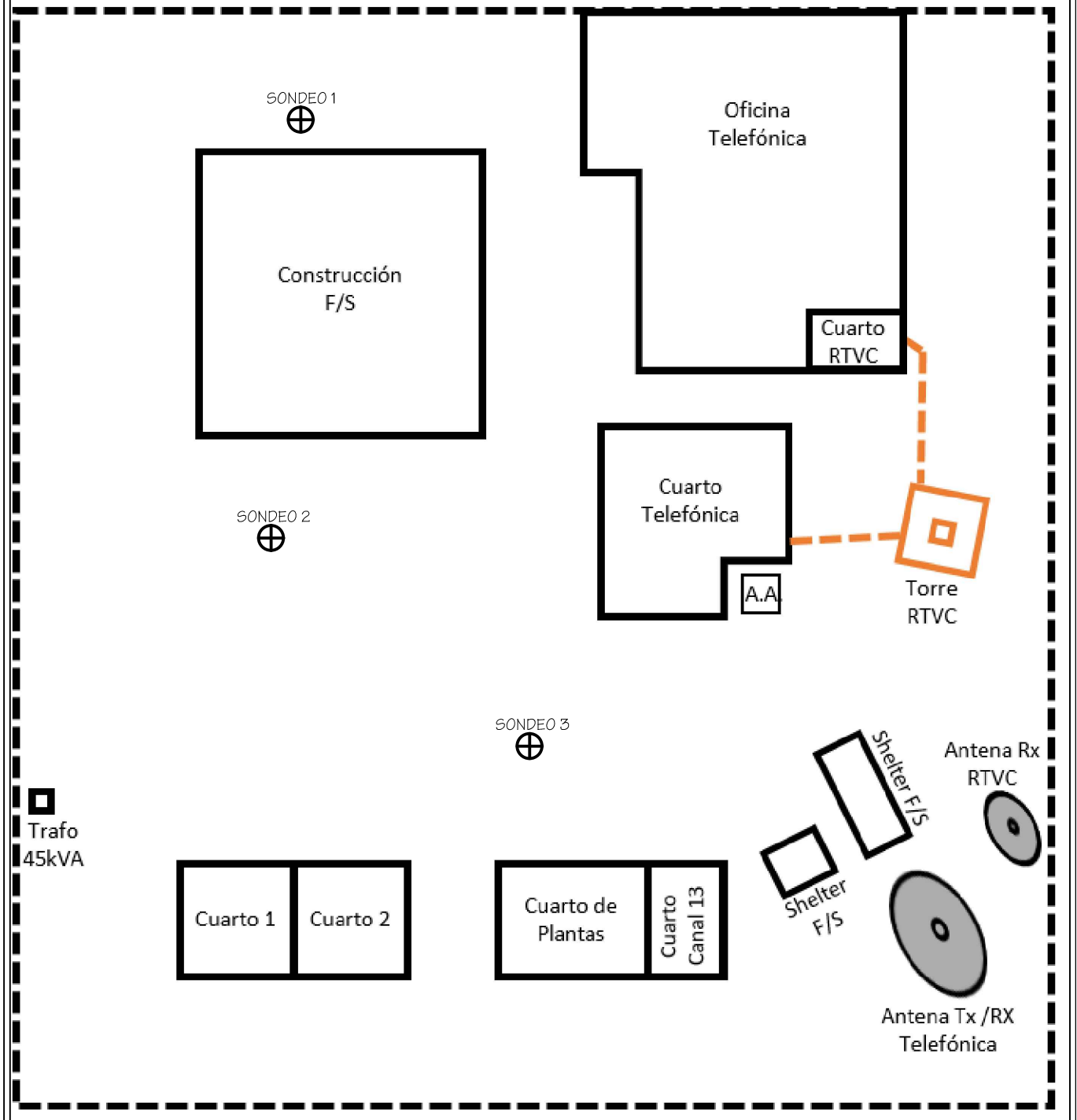
6°11'3.7"N 67°28'59.1"W



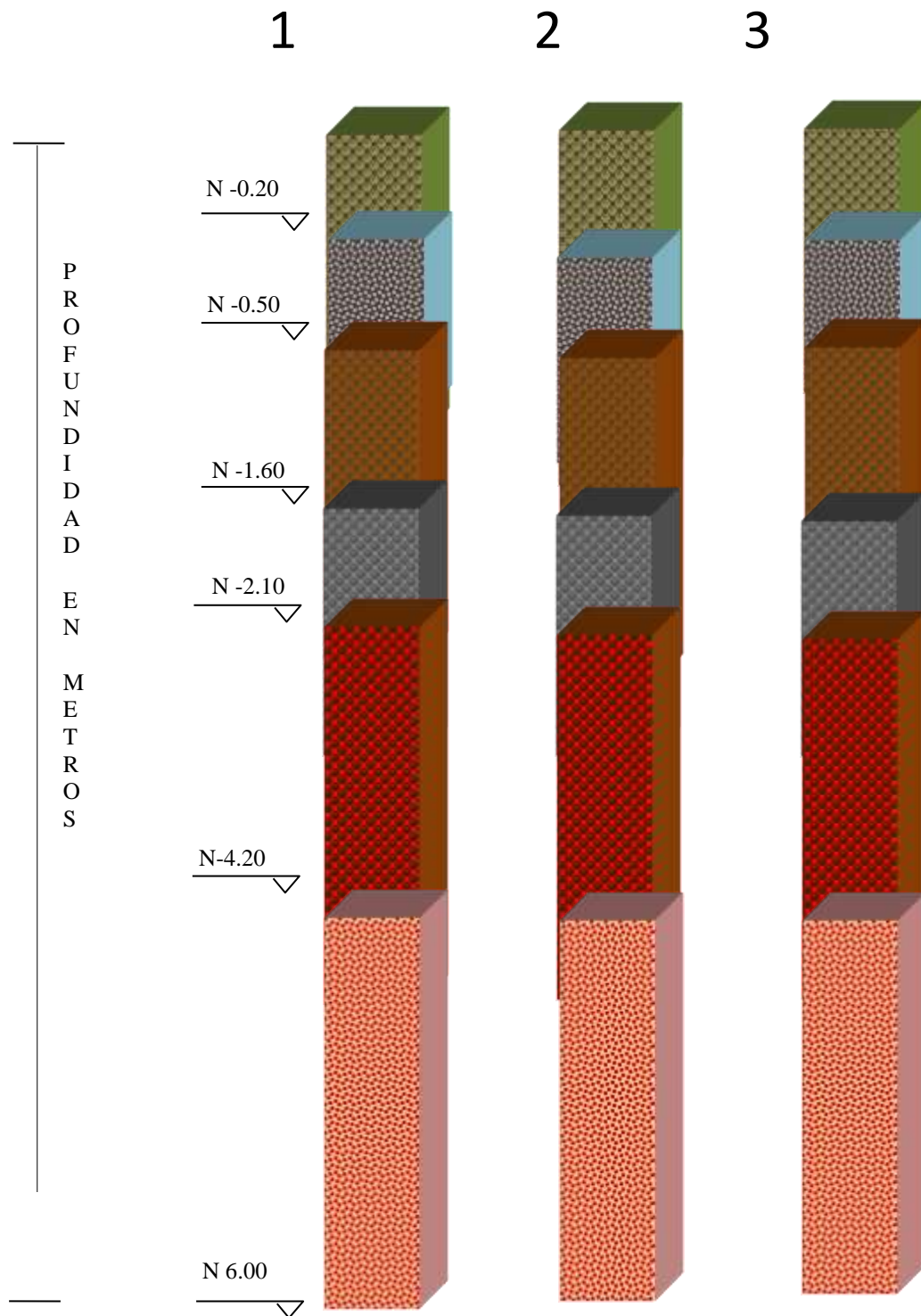
LOCALIZACION GEOREFERENCIADA

LOCALIZACION DE SONDEOS

ESQUEMA DE SONDEOS



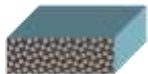
PERFIL ESTRATIGRÁFICO



CONVENCIONES



CAPA VEGETAL



RELLENOS HETEROGENEOS.



ARCILLA CAFÉ CLARA.



VACIO INTERSILIAR SIN MATERIAL.



ARCILLA CAFÉ OSCURA VETAS ROJIZAS.



ARCILLA ROJIZA.

CLIENTE				PROYECTO				TORRE AMPLIACION TDT						
LOCALIZACION		PUERTO CARREÑO (VICHADA)		FECHA		jun-18								
SONDEO 1		6°11'3.7"N 67°28'59.1"W												
Z	#	Z(m)	DESCRIPCION	MUESTRA	N	RESULTADOS DE ENSAYOS DE CLASIFICACION							PENETROMETRO DE BOLSILLO	
				TIPO		Wn	LL	IP	γ	M.O.	%F	USC	HORIZONTAL	VERTICAL
		0.00-0.20m	CAPA VEGETAL											
		0.20-0.50 m	RELLENOS HETEROGENEOS											
		0.50-1.60 m	ARCILLA CAFÉ CLARA	TS			46.20	20.30	1.62				1.30	1.34
		1.60-2.10 m	VACIO INTERSILIAR SIN MATERIAL											
		2.10-4.20 m	ARCILLA CAFÉ OSCURA VETAS ROJIZAS	TS			53.40	21.20	1.59				1.28	1.31
		4.20-6.00 m	ARCILLA ROJIZA	TS			50.80	25.40	1.64				1.25	1.18

CONVENCIONES				
TS	MUESTRA EN TUBO SHELBY		γ	PESO UNITARIO (Ton/m ³)
B	MUESTRA EN BOLSA		M.O.	CONTENIDO DE MATERIA ORGANICA
SS	SPLIT SPOON		%F	PORCENTAJE DE FINOS
N	NUMERO DE GOLPES DE PENETRACION		USC	CLASIFICACION UNIFICADA DE SUELOS
Wn	HUMEDAD NATURAL		IP	INDICE DE PLASTICIDAD
LL	LIMITE LIQUIDO			

CLIENTE			LOCALIZACION			PUERTO CARREÑO (VICHADA)			PROYECTO			TORRE AMPLIACION TDT		
						FECHA			jun-18					
SONDEO 2			6°11'3.7"N 67°28'59.1"W											
Z	#	Z(m)	DESCRIPCION	MUESTRA	N	RESULTADOS DE ENSAYOS DE CLASIFICACION							PENETROMETRO DE BOLSILLO	
				TIPO		Wn	LL	IP	γ	M.O.	%F	USC	HORIZONTAL	VERTICAL
		0.00-0.20m	CAPA VEGETAL											
		0.20-0.50 m	RELLENOS HETEROGENEOS											
1m		0.50-1.60 m	ARCILLA CAFÉ CLARA	TS			46.30	20.10	1.65				1.30	1.32
2m		1.60-2.10 m	VACIO INTERSILIAR SIN MATERIAL											
3m		2.10-4.20 m	ARCILLA CAFÉ OSCURA VETAS ROJIZAS	TS			53.50	21.10	1.61				1.33	1.31
4m				TS			53.30	21.20	1.60				1.32	1.30
5m		4.20-6.00 m	ARCILLA ROJIZA	TS			50.70	25.60	1.65				1.27	1.32
6m														

CONVENCIONES				
TS	MUESTRA EN TUBO SHELBY		γ	PESO UNITARIO (Ton/m ³)
B	MUESTRA EN BOLSA		M.O.	CONTENIDO DE MATERIA ORGANICA
SS	SPLIT SPOON		%F	PORCENTAJE DE FINOS
N	NUMERO DE GOLPES DE PENETRACION		USC	CLASIFICACION UNIFICADA DE SUELOS
Wn	HUMEDAD NATURAL		IP	INDICE DE PLASTICIDAD
LL	LIMITE LIQUIDO			

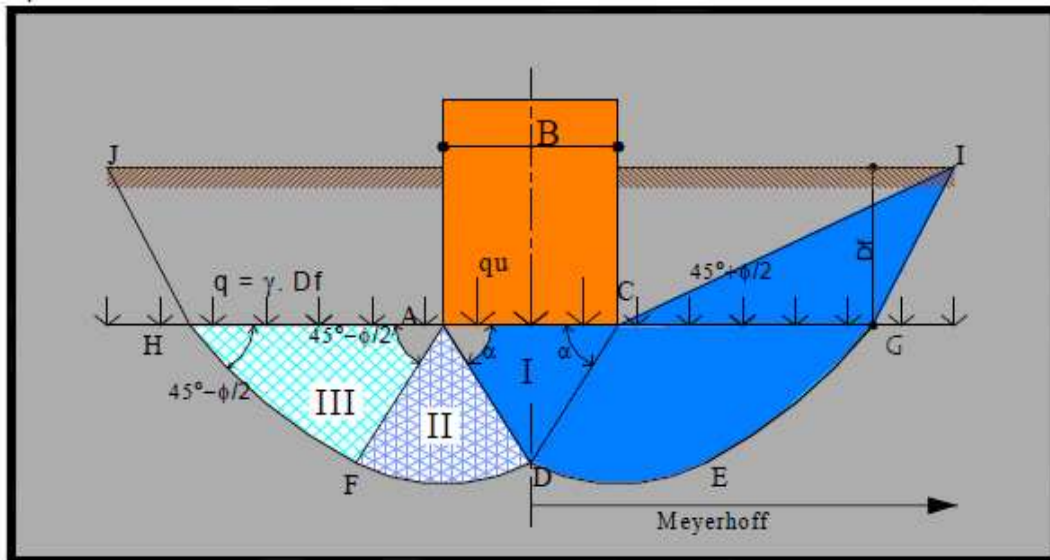
CLIENTE				PROYECTO										
LOCALIZACION		PUERTO CARREÑO (VICHADA)		FECHA		TORRE AMPLIACION TDT								
SONDEO 3		6°11'3.7"N 67°28'59.1"W				jun-18								
Z	#	Z(m)	DESCRIPCION	MUESTRA	N	RESULTADOS DE ENSAYOS DE CLASIFICACION							PENETROMETRO DE BOLSILLO	
				TIPO		Wn	LL	IP	γ	M.O.	%F	USC	HORIZONTAL	VERTICAL
		0.00-0.20m	CAPA VEGETAL											
		0.20-0.50 m	RELLENOS HETEROGENEOS											
1m		0.50-1.60 m	ARCILLA CAFÉ CLARA	TS			46.40	20.00	1.63				1.34	1.36
2m		1.60-2.10 m	VACIO INTERSILIAR SIN MATERIAL											
3m		2.10-4.20 m	ARCILLA CAFÉ OSCURA VETAS ROJIZAS	TS			53.20	21.30	1.65				1.34	1.30
4m				TS			53.50	21.60	1.67				1.34	1.32
5m		4.20-6.00 m	ARCILLA ROJIZA	TS			50.50	25.50	1.63				1.31	1.35
6m														

CONVENCIONES				
TS	MUESTRA EN TUBO SHELBY		γ	PESO UNITARIO (Ton/m ³)
B	MUESTRA EN BOLSA		M.O.	CONTENIDO DE MATERIA ORGANICA
SS	SPLIT SPOON		%F	PORCENTAJE DE FINOS
N	NUMERO DE GOLPES DE PENETRACION		USC	CLASIFICACION UNIFICADA DE SUELOS
Wn	HUMEDAD NATURAL		IP	INDICE DE PLASTICIDAD
LL	LIMITE LIQUIDO			

MEMORIA DE CALCULOS

CAPACIDAD DE CARGA

La capacidad de carga será según TERZAGHI:



$$q_c = C * N_c + q * N_q + \frac{1}{2} * \gamma_1 * B * N_\gamma$$

q_c : Capacidad de carga

$$C = \frac{q_u}{2}$$

C : Cohesión

$$2$$

N_c, N_q, N_γ : Factores de

capacidad de carga de

Terzaghi en función de ϕ

ϕ = ángulo de fricción interna

del suelo

$$C = 61.70 \text{ KN/m}^2$$

q_u : Resistencia a la

*compresión inconfiada del
suelo*

q : Sobrecarga

γ_1 : Peso unitario del suelo

de cimentación

B : Base del cimientto

PROFUNDIDAD DE CIMENTACIÓN

La profundidad de cimentación será de –2.30 metros del nivel actual o sea en la capa de Arcilla café oscura vetas rojizas.

La sobrecarga será:

$$q = Df * \gamma_2$$

$$q = (0.20 * 12.70) + (0.30 * 10.90) + (1.10 * 16.20) + (0.20 * 15.90)$$

Df Profundidad de
Cimentación

$$q = 26.81 \text{ KN/m}^2 \quad \gamma_2 : \text{Peso unitario del suelo sobre el cimiento}$$

$$q_c = C * N_c + q * N_q + \frac{1}{2} * \gamma_1 * B * N_\gamma$$

$$q_c = 343.95 \text{ KN / m}^2$$

PRESIÓN ADMISIBLE

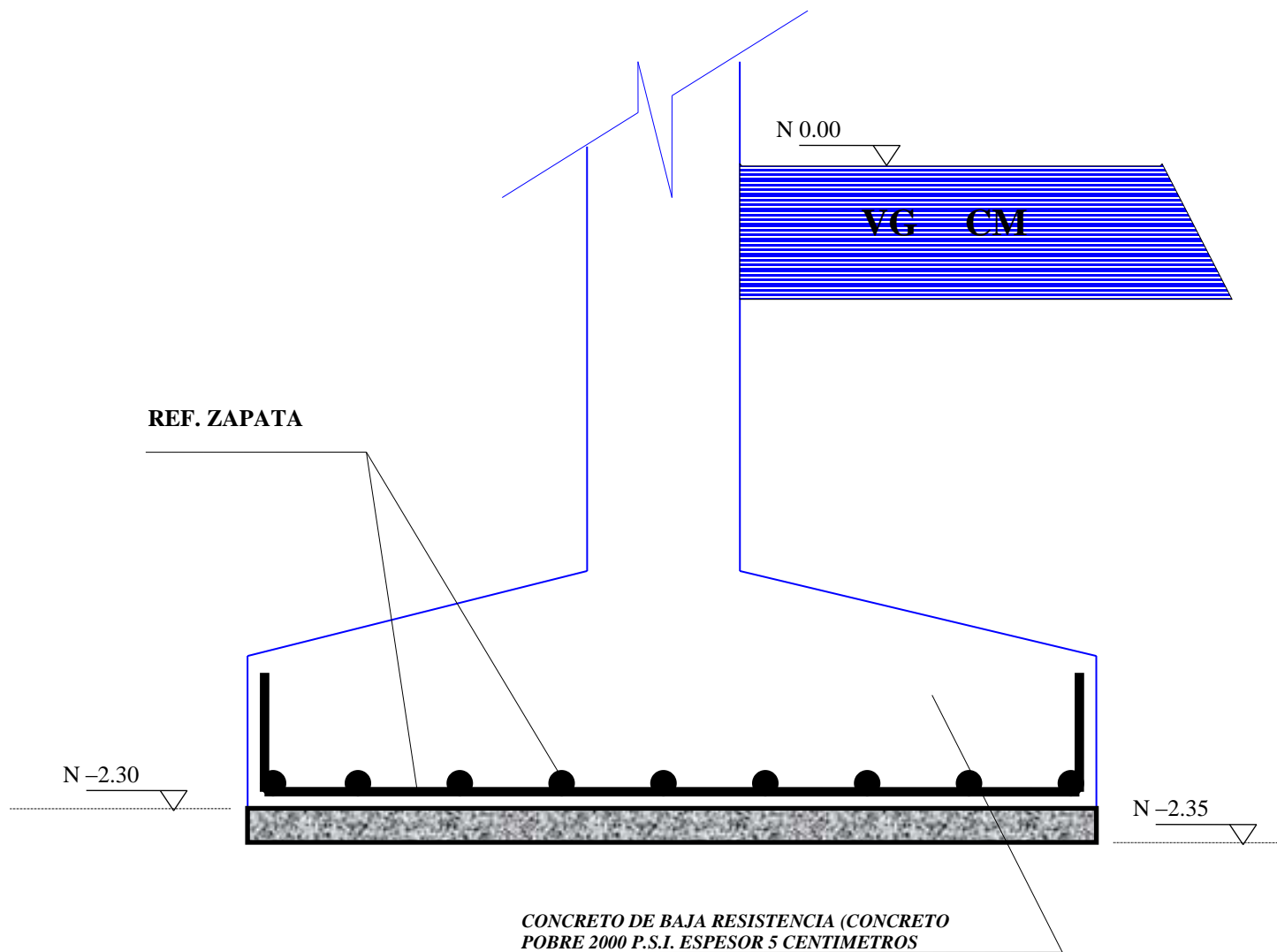
La presión admisible del suelo (q_a), será de:

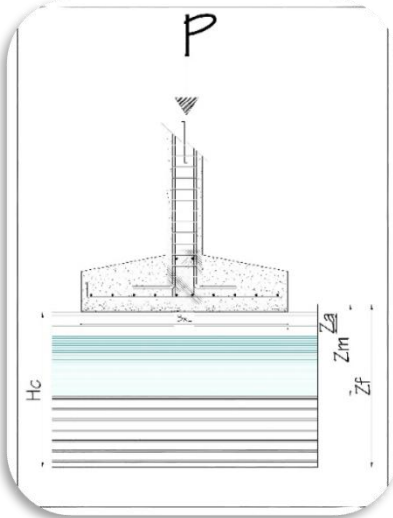
$$q_a = q_c / FS \quad q_a: \text{Capacidad portante admisible}$$

$$q_a = 343.95 / 3 \quad FS: \text{Factor de seguridad} = (3)$$

$$q_a = 114.65 \text{ KN / m}^2 \quad \text{Aproximadamente } 115 \text{ KN / m}^2$$

DETALLE CIMENTACION



CALCULO DE ASENTAMIENTOS PARA ZAPATAS SOBRE ARCILLAS		
TORRE AMPLIACION TDT		PUERTO CARREÑO
	DATOS INICIALES PROYECTO	
	q =	2.68 ton/m ²
	B =	3.00 m
	L =	3.00 m
	Es =	2179.63 ton/m ²
	μ_s =	0.22
	e_o =	0.93
	qu =	11.10 ton/m ²
	Δo =	2.78 ton/m ²
	LL =	46.20%
	P =	21.00 ton
CONVENCIONES DE CALCULO INICIAL		
q =	Sobre carga al nivel de cimentacion	
B =	Ancho de la zapata	
Es =	Modulo de Elasticidad del Suelo	
μ_s =	Relacion de Poisson	
e_o =	Relacion de vacios	
qu =	Capacidad portante	
LL =	Limite Liquido	
Cc =	Indice de Compresion	
C α =	Coeficiente de Consolidacion	
Δo =	Esfuerzo efectivo a la profundidad de asentamientos	
$\Delta \sigma$ =	Incremento promedio de Presion	
P =	Maxima carga sobre columnas	
qf =	Esfuerzo neto aplicado al suelo	

CALCULO DE ASENTAMIENTOS INMEDIATOS				
$H_1 = \frac{B * q}{Es} * (1 - \mu^2) * \frac{\alpha}{2}$		ESQUINA DEL CIMIENTO		
$H_2 = \frac{B * q}{Es} * (1 - \mu^2) * \alpha$		CENTRO DEL CIMIENTO		
$\alpha = \frac{1}{\pi} * \left[Ln \left(\frac{\sqrt{1+m^2} + m}{\sqrt{1+m^2} - m} \right) + m * Ln \left(\frac{\sqrt{1+m^2} + m}{\sqrt{1+m^2} - m} \right) \right]$				
$m = \frac{L}{B}$				
$\alpha =$	1.122	$H_1 =$	0.00197 m	1.97 mm
$m =$	1.000	$H_2 =$	0.00394 m	3.94 mm
CALCULO DE ASENTAMIENTOS POR CONSOLIDACION PRIMARIA				
$H_3 = \frac{Cc * Hc}{1 + eo} * Log \left(\frac{\Delta\sigma + \Delta\sigma}{\Delta\sigma} \right)$		$\Delta\sigma = \frac{\Delta a + \Delta m + \Delta f}{6}$		
Nivel de cimentacion		N - 2.30		
Nivel inicial estrato de asentamiento		N - 2.30		
Nivel final estrato de asentamiento		N - 4.20		
$H_c =$	1.90 m	Altura estrato compresible		
Tabla para el Calculo de $\Delta a, \Delta m, \Delta f$			$q_f =$	2.33 ton/m ²
Z_i	m_i	n_i	I_c	Δ_i
0.00	1.00	0.00	0.20458	0.477
0.95	1.00	0.60	0.13605	0.317
1.90	1.00	1.20	0.18508	0.432
$m_i = \frac{L}{B}$		$m_i = \frac{Z_i}{B/2}$	VER TABLA ANEXA	$\Delta_i = q_f * I_c$
$\Delta\sigma =$		0.20 ton/m ²		
$Cc =$		0.3258		
$H_3 =$	0.00988 m	9.88 mm		
CALCULO DE ASENTAMIENTOS POR CONSOLIDACION SECUNDARIA				
$H_4 = C_{\alpha} * Hc * \log_{10} \left(\frac{t}{t_o} \right)$				
$C_{\alpha} =$		0.002		
$t =$		20.0 Años		
$t_o =$		7.0 Años		
$H_4 =$	0.00173 m	1.73 mm		
Asentamientos Totales en el Centro del Cimiento				13.59 mm
Asentamientos Totales en la Esquina del Cimiento				15.56 mm

RESULTADOS DE LABORATORIO

PESO UNITARIO DE SUELOS

OBRA TORRE AMPLIACIÓN TDT SONDEO : 1
SITIO PUERTO CARREÑO (VICHADA)
DESCRIPCION 6°11'3.7"N 67°28'59.1"W
FECHA ARCILLA CAFÉ CLARA PROFUNDIDAD : 0.80 m - 1.30 m
 jun-18

PESO UNITARIO

No. PRUEBA	1	2
PESO MUESTRA EN EL AIRE	96.35	
PESO MUESTRA + PARAFINA	100.51	
PESO PARAFINA (gr.)	4.16	
VOLUMEN DE PARAFINA (cm ³)	5.09	
PESO MUESTRA EN AGUA (gr.)	57.76	
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	59.48	
DENSIDAD (gr/cm ³)	1.62	

RESULTADOS

PESO UNITARIO PROMEDIO	1.62 gr / cm3
------------------------	---------------

Observaciones:

Realizo: Luis Salazar

PESO UNITARIO DE SUELOS

OBRA TORRE AMPLIACIÓN TDT
PUERTO CARREÑO (VICHADA)
SITIO 6°11'3.7"N 67°28'59.1"W
DESCRIPCION ARCILLA CAFÉ CLARA
FECHA jun-18

SONDEO : 2

PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m

PESO UNITARIO

No. PRUEBA	1	2
PESO MUESTRA EN EL AIRE	98.62	
PESO MUESTRA + PARAFINA	102.84	
PESO PARAFINA (gr.)	4.22	
VOLUMEN DE PARAFINA (cm ³)	5.16	
PESO MUESTRA EN AGUA (gr.)	57.85	
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	59.77	
DENSIDAD (gr/cm ³)	1.65	

RESULTADOS

PESO UNITARIO PROMEDIO	1.65 gr / cm3
------------------------	---------------

Observaciones:

Realizo: Luis Salazar

PESO UNITARIO DE SUELOS

OBRA TORRE AMPLIACIÓN TDT
PUERTO CARREÑO (VICHADA)
SITIO 6°11'3.7"N 67°28'59.1"W
DESCRIPCION ARCILLA CAFÉ CLARA
FECHA jun-18

SONDEO : 3

PROFUNDIDAD : 0.90 m - 1.40 m

PESO UNITARIO

No. PRUEBA	1	2
PESO MUESTRA EN EL AIRE	96.52	
PESO MUESTRA + PARAFINA	100.84	
PESO PARAFINA (gr.)	4.32	
VOLUMEN DE PARAFINA (cm ³)	5.28	
PESO MUESTRA EN AGUA (gr.)	57.07	
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	59.21	
DENSIDAD (gr/cm ³)	1.63	

RESULTADOS

PESO UNITARIO PROMEDIO	1.63 gr / cm3
------------------------	---------------

Observaciones:

Realizo: Luis Salazar

PESO UNITARIO DE SUELOS

OBRA TORRE AMPLIACIÓN TDT SONDEO : 1
PUERTO CARREÑO (VICHADA)
SITIO 6°11'3.7"N 67°28'59.1"W
DESCRIPCION ARCILLA CAFÉ OSCURA VETAS ROJIZAS PROFUNDIDAD : 2.50 m - 3.00 m
FECHA jun-18

PESO UNITARIO

No. PRUEBA	1	2
PESO MUESTRA EN EL AIRE	97.62	
PESO MUESTRA + PARAFINA	102.05	
PESO PARAFINA (gr.)	4.43	
VOLUMEN DE PARAFINA (cm ³)	5.42	
PESO MUESTRA EN AGUA (gr.)	59.74	
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	61.40	
DENSIDAD (gr/cm ³)	1.59	

RESULTADOS

PESO UNITARIO PROMEDIO	1.59 gr / cm3
------------------------	---------------

Observaciones:

Realizo: Luis Salazar

PESO UNITARIO DE SUELOS

OBRA TORRE AMPLIACIÓN TDT SONDEO : 1
SITIO PUERTO CARREÑO (VICHADA)
DESCRIPCION 6°11'3.7"N 67°28'59.1"W
FECHA ARCILLA CAFÉ OSCURA VETAS ROJIZAS PROFUNDIDAD : 4.00 m - 4.50 m
 jun-18

PESO UNITARIO

No. PRUEBA	1	2
PESO MUESTRA EN EL AIRE	98.41	
PESO MUESTRA + PARAFINA	102.80	
PESO PARAFINA (gr.)	4.39	
VOLUMEN DE PARAFINA (cm ³)	5.37	
PESO MUESTRA EN AGUA (gr.)	58.86	
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	60.75	
DENSIDAD (gr/cm ³)	1.62	

RESULTADOS

PESO UNITARIO PROMEDIO	1.62 gr / cm3
------------------------	---------------

Observaciones:

Realizo: Luis Salazar

PESO UNITARIO DE SUELOS

OBRA TORRE AMPLIACIÓN TDT SONDEO : 2
SITIO PUERTO CARREÑO (VICHADA)
DESCRIPCION 6°11'3.7"N 67°28'59.1"W
FECHA ARCILLA CAFÉ OSCURA VETAS ROJIZAS PROFUNDIDAD : 2.30 m - 2.80 m
 jun-18

PESO UNITARIO

No. PRUEBA	1	2
PESO MUESTRA EN EL AIRE	96.35	
PESO MUESTRA + PARAFINA	100.51	
PESO PARAFINA (gr.)	4.16	
VOLUMEN DE PARAFINA (cm ³)	5.09	
PESO MUESTRA EN AGUA (gr.)	58.27	
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	59.84	
DENSIDAD (gr/cm ³)	1.61	

RESULTADOS

PESO UNITARIO PROMEDIO	1.61 gr / cm3
------------------------	----------------------

Observaciones:

Realizo: *Luis Salazar*

PESO UNITARIO DE SUELOS

OBRA TORRE AMPLIACIÓN TDT SONDEO : 2
SITIO PUERTO CARREÑO (VICHADA)
DESCRIPCION 6°11'3.7"N 67°28'59.1"W
FECHA ARCILLA CAFÉ OSCURA VETAS ROJIZAS PROFUNDIDAD : 3.80 m - 4.30 m
 jun-18

PESO UNITARIO

No. PRUEBA	1	2
PESO MUESTRA EN EL AIRE	96.52	
PESO MUESTRA + PARAFINA	100.84	
PESO PARAFINA (gr.)	4.32	
VOLUMEN DE PARAFINA (cm ³)	5.28	
PESO MUESTRA EN AGUA (gr.)	58.59	
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	60.33	
DENSIDAD (gr/cm ³)	1.60	

RESULTADOS

PESO UNITARIO PROMEDIO	1.60 gr / cm3
------------------------	---------------

Observaciones:

Realizo: Luis Salazar

PESO UNITARIO DE SUELOS

OBRA TORRE AMPLIACIÓN TDT SONDEO : 3
SITIO PUERTO CARREÑO (VICHADA)
DESCRIPCION 6°11'3.7"N 67°28'59.1"W
FECHA ARCILLA CAFÉ OSCURA VETAS ROJIZAS PROFUNDIDAD : 2.40 m - 2.90 m
 jun-18

PESO UNITARIO

No. PRUEBA	1	2
PESO MUESTRA EN EL AIRE	98.41	
PESO MUESTRA + PARAFINA	102.80	
PESO PARAFINA (gr.)	4.39	
VOLUMEN DE PARAFINA (cm ³)	5.37	
PESO MUESTRA EN AGUA (gr.)	57.35	
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	59.64	
DENSIDAD (gr/cm ³)	1.65	

RESULTADOS

PESO UNITARIO PROMEDIO	1.65 gr / cm3
------------------------	---------------

Observaciones:

Realizo: Luis Salazar

PESO UNITARIO DE SUELOS

OBRA TORRE AMPLIACIÓN TDT SONDEO : 3
SITIO PUERTO CARREÑO (VICHADA)
DESCRIPCION 6°11'3.7"N 67°28'59.1"W
FECHA ARCILLA CAFÉ OSCURA VETAS ROJIZAS PROFUNDIDAD : 3.90 m - 4.40 m
 jun-18

PESO UNITARIO

No. PRUEBA	1	2
PESO MUESTRA EN EL AIRE	93.65	
PESO MUESTRA + PARAFINA	97.98	
PESO PARAFINA (gr.)	4.33	
VOLUMEN DE PARAFINA (cm ³)	5.29	
PESO MUESTRA EN AGUA (gr.)	53.01	
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	56.08	
DENSIDAD (gr/cm ³)	1.67	

RESULTADOS

PESO UNITARIO PROMEDIO	1.67 gr / cm3
------------------------	----------------------

Observaciones:

Realizo: *Luis Salazar*

PESO UNITARIO DE SUELOS

OBRA TORRE AMPLIACIÓN TDT
PUERTO CARREÑO (VICHADA)
SITIO 6°11'3.7"N 67°28'59.1"W
DESCRIPCION ARCILLA ROJIZA
FECHA jun-18

SONDEO : 1

PROFUNDIDAD : 4.50 m - 5.00 m

PESO UNITARIO

No. PRUEBA	1	2
PESO MUESTRA EN EL AIRE	93.65	
PESO MUESTRA + PARAFINA	97.98	
PESO PARAFINA (gr.)	4.33	
VOLUMEN DE PARAFINA (cm ³)	5.29	
PESO MUESTRA EN AGUA (gr.)	54.42	
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	57.10	
DENSIDAD (gr/cm ³)	1.64	

RESULTADOS

PESO UNITARIO PROMEDIO	1.64 gr / cm3
------------------------	---------------

Observaciones:

Realizo: Luis Salazar

PESO UNITARIO DE SUELOS

OBRA TORRE AMPLIACIÓN TDT
PUERTO CARREÑO (VICHADA)
SITIO 6°11'3.7"N 67°28'59.1"W
DESCRIPCION ARCILLA ROJIZA
FECHA jun-18

SONDEO : 2

PROFUNDIDAD : 4.80 m - 5.30 m

PESO UNITARIO

No. PRUEBA	1	2
PESO MUESTRA EN EL AIRE	93.68	
PESO MUESTRA + PARAFINA	98.10	
PESO PARAFINA (gr.)	4.42	
VOLUMEN DE PARAFINA (cm ³)	5.40	
PESO MUESTRA EN AGUA (gr.)	53.79	
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	56.78	
DENSIDAD (gr/cm ³)	1.65	

RESULTADOS

PESO UNITARIO PROMEDIO	1.65 gr / cm3
------------------------	---------------

Observaciones:

Realizo: Luis Salazar

PESO UNITARIO DE SUELOS

OBRA TORRE AMPLIACIÓN TDT SONDEO : 3
SITIO PUERTO CARREÑO (VICHADA)
DESCRIPCION 6°11'3.7"N 67°28'59.1"W
FECHA ARCILLA ROJIZA PROFUNDIDAD : 4.70 m - 5.20 m
 jun-18

PESO UNITARIO

No. PRUEBA	1	2
PESO MUESTRA EN EL AIRE	97.32	
PESO MUESTRA + PARAFINA	101.52	
PESO PARAFINA (gr.)	4.20	
VOLUMEN DE PARAFINA (cm ³)	5.14	
PESO MUESTRA EN AGUA (gr.)	57.91	
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	59.71	
DENSIDAD (gr/cm ³)	1.63	

RESULTADOS

PESO UNITARIO PROMEDIO	1.63 gr / cm3
------------------------	----------------------

Observaciones:

Realizo: *Luis Salazar*

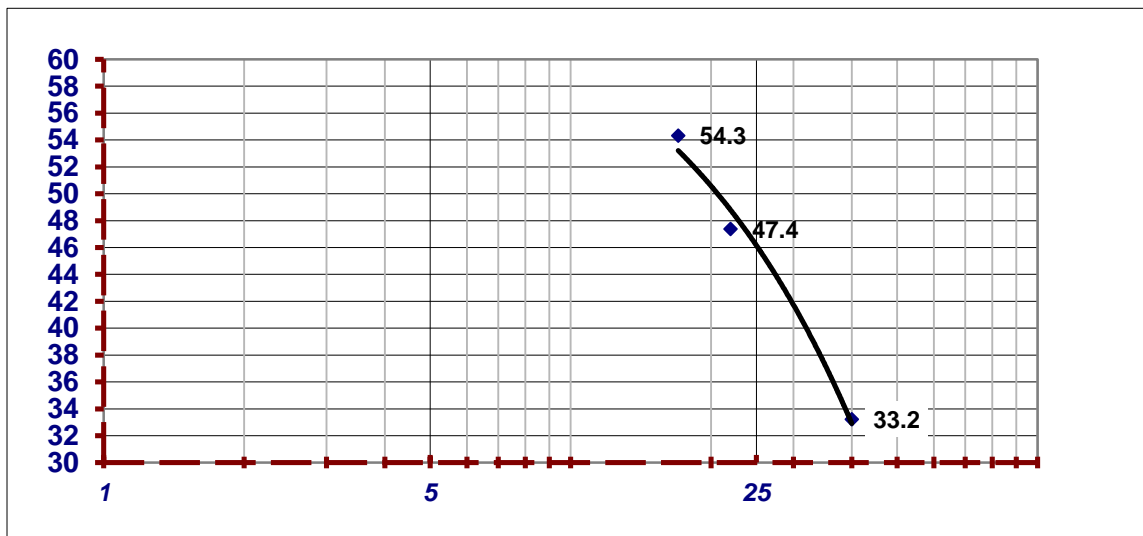
LIMITES DE CONSISTENCIA

OBRA TORRE AMPLIACIÓN TDT SONDEO : 1
 SITIO PUERTO CARREÑO (VICHADA)
 6°11'3.7"N 67°28'59.1"W
 DESCRIPCION ARCILLA CAFÉ CLARA PROFUNDIDAD : 0.80 m - 1.30 m
 FECHA jun-18

LIMITE LIQUIDO					RESULTADOS
Numero de golpes	40	22	17		LIMITE LIQUIDO = 46.20%
Vidrio No.	54	67	43		LIMITE PLASTICO = 25.90%
P1	51.1	56.5	55.3		INDICE DE PLASTICIDAD= 20.30%
P2	41.0	42.3	40.4		
P3	10.6	12.2	13.0		
% Humedad	33.2	47.4	54.3		

LIMITE PLASTICO				
Vidrio No.	32	14		
P1	50.8	54.1		
P2	43.1	45.8		
P3	12.2	14.5		
% Humedad	25.06	26.74		

LABORATORISTA: LUIS SALAZAR

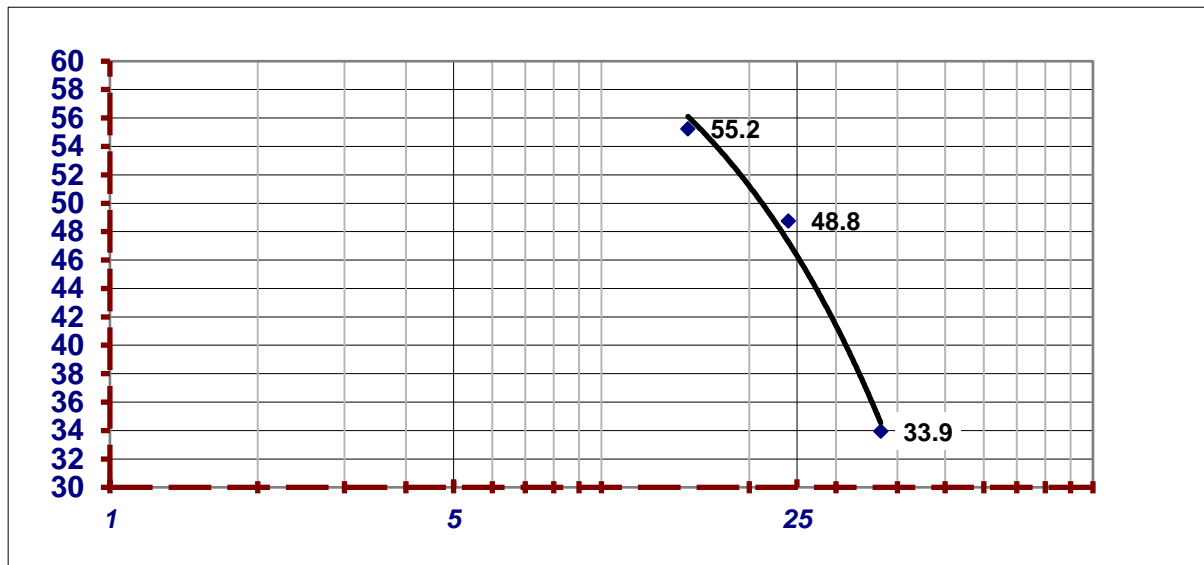


LIMITES DE CONSISTENCIA

OBRA TORRE AMPLIACIÓN TDT SONDEO : 2
 SITIO PUERTO CARREÑO (VICHADA)
 6°11'3.7"N 67°28'59.1"W
 DESCRIPCION ARCILLA CAFÉ CLARA PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m
 FECHA jun-18

LIMITE LIQUIDO					RESULTADOS
Numero de golpes	37	24	15		LIMITE LIQUIDO = 46.30%
Vidrio No.	13	26	2		LIMITE PLASTICO = 26.20%
P1	53.9	59.5	58.0		INDICE DE PLASTICIDAD= 20.10%
P2	43.7	45.0	43.1		
P3	13.7	15.3	16.1		
% Humedad	33.9	48.8	55.2		

LIMITE PLASTICO					
Vidrio No.	32	14			
P1	53.5	56.9			
P2	45.8	48.5			
P3	15.3	17.6			
% Humedad	25.26	27.14			LABORATORISTA: LUIS SALAZAR

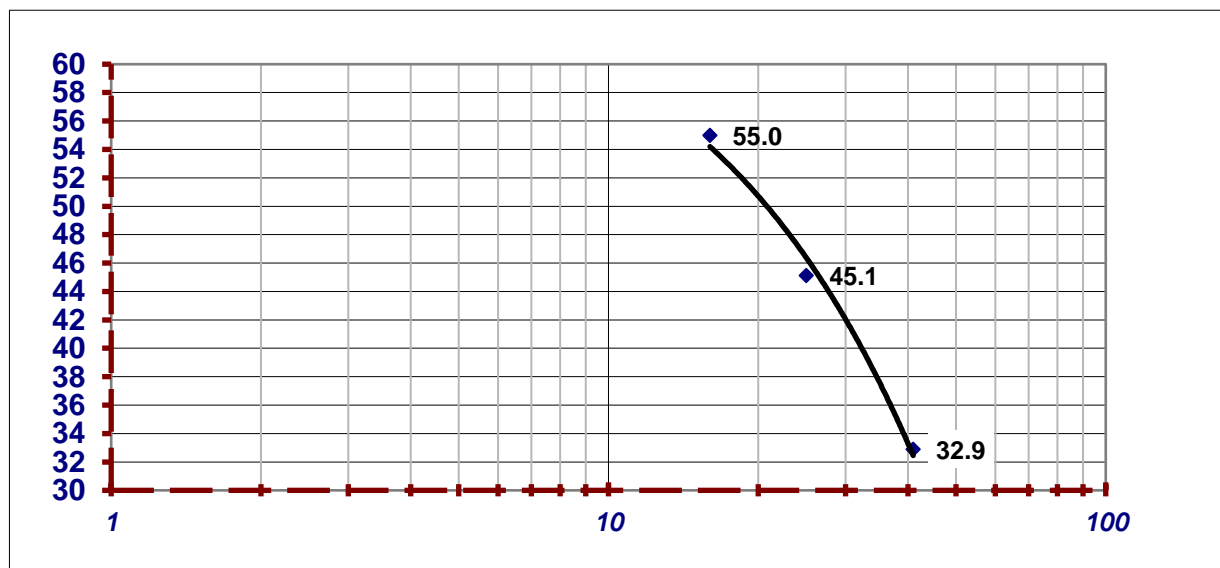


LIMITES DE CONSISTENCIA

OBRA **TORRE AMPLIACIÓN TDT** SONDEO : **3**
 SITIO **PUERTO CARREÑO (VICHADA)**
6°11'3.7"N 67°28'59.1"W
 DESCRIPCION **ARCILLA CAFÉ CLARA** PROFUNDIDAD : **0.90 m - 1.40 m**
 FECHA **jun-18**

LIMITE LIQUIDO					RESULTADOS
Numero de golpes	41	25	16		LIMITE LIQUIDO = 46.40%
Vidrio No.	12	25	1		LIMITE PLASTICO = 26.40%
P1	61.8	67.1	68.7		INDICE DE PLASTICIDAD= 20.00%
P2	49.9	51.0	49.2		
P3	13.7	15.2	13.6		
% Humedad	32.9	45.1	55.0		

LIMITE PLASTICO					LABORATORISTA: LUIS SALAZAR
Vidrio No.	33	15			
P1	62.9	66.8			
P2	53.0	56.3			
P3	14.8	17.3			
% Humedad	25.89	26.91			

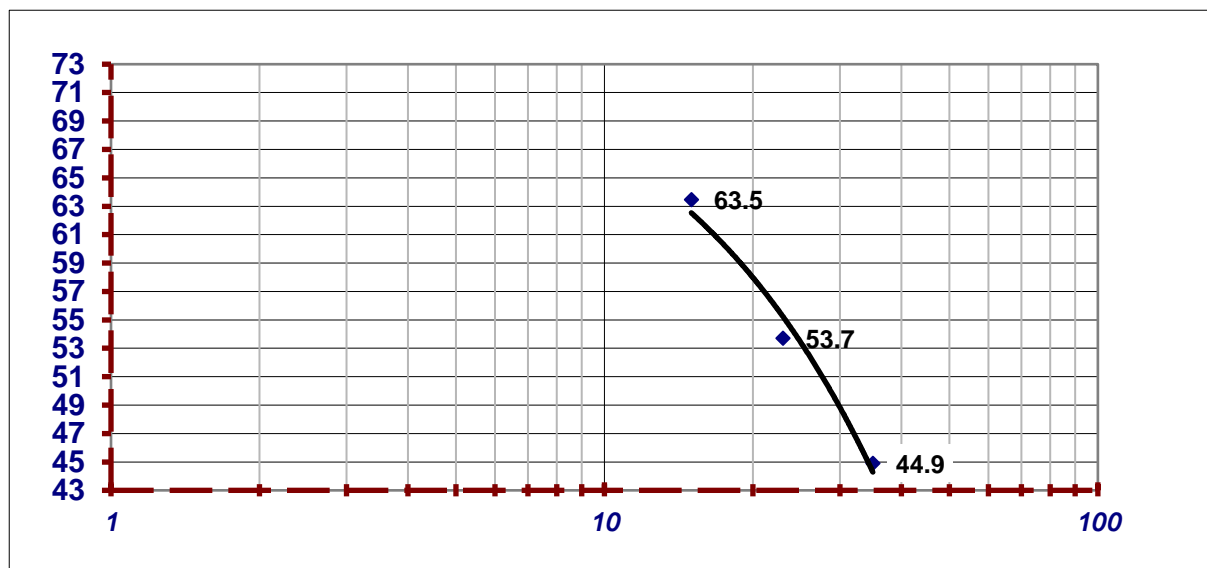


LIMITES DE CONSISTENCIA

OBRA TORRE AMPLIACIÓN TDT SONDEO : 1
 SITIO PUERTO CARREÑO (VICHADA)
 6°11'3.7"N 67°28'59.1"W
 DESCRIPCION ARCILLA CAFÉ OSCURA VETAS ROJIZAS PROFUNDIDAD : 2.50 m - 3.00 m
 FECHA jun-18

LIMITE LIQUIDO					RESULTADOS
Numero de golpes	35	23	15		LIMITE LIQUIDO = 53.40%
Vidrio No.	66	79	55		LIMITE PLASTICO = 32.20%
P1	50.6	53.1	54.2		INDICE DE PLASTICIDAD= 21.20%
P2	39.9	41.0	39.7		
P3	16.0	18.4	16.7		
% Humedad	44.9	53.7	63.5		

LIMITE PLASTICO					LABORATORISTA: LUIS SALAZAR
Vidrio No.	38	20			
P1	44.6	47.8			
P2	37.6	40.2			
P3	15.1	17.2			
% Humedad	31.3	33.1			

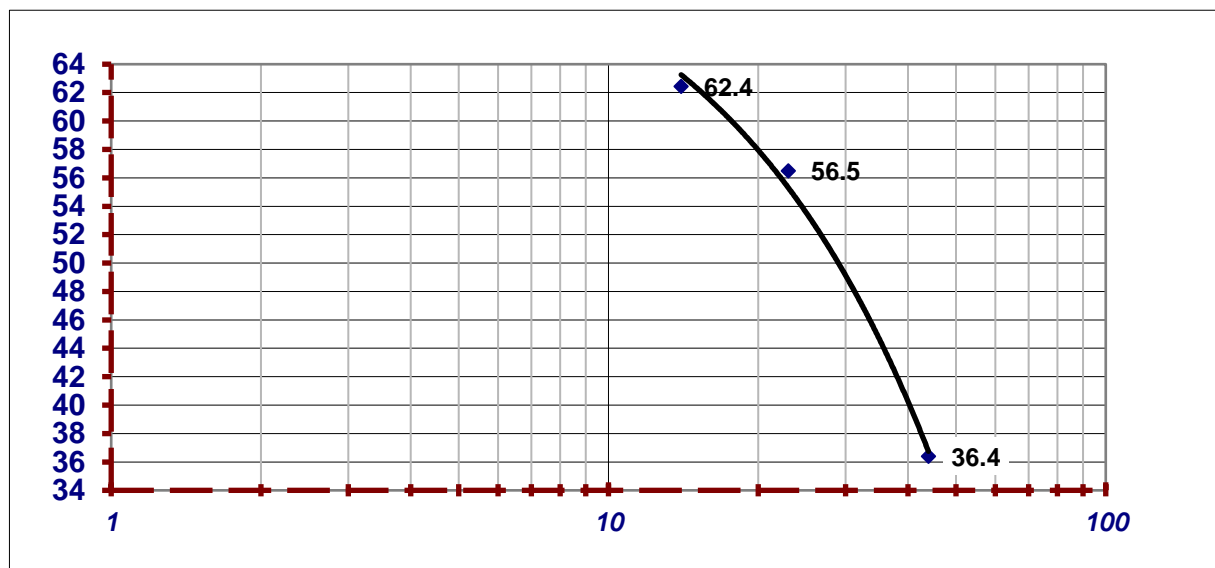


LIMITES DE CONSISTENCIA

OBRA TORRE AMPLIACIÓN TDT SONDEO : 1
 SITIO PUERTO CARREÑO (VICHADA) 6°11'3.7"N 67°28'59.1"W
 DESCRIPCION ARCILLA CAFÉ OSCURA VETAS ROJIZAS PROFUNDIDAD : 4.00 m - 4.50 m
 FECHA jun-18

LIMITE LIQUIDO					RESULTADOS
Numero de golpes	44	23	14		LIMITE LIQUIDO = 53.50%
Vidrio No.	15	28	7		LIMITE PLASTICO = 32.50%
P1	49.7	56.0	55.7		INDICE DE PLASTICIDAD= 21.00%
P2	39.8	40.9	39.1		
P3	12.7	14.2	12.6		
% Humedad	36.4	56.5	62.4		

LIMITE PLASTICO					LABORATORISTA: LUIS SALAZAR
Vidrio No.	39	21			
P1	52.1	56.2			
P2	42.9	46.2			
P3	13.8	16.3			
% Humedad	31.66	33.34			

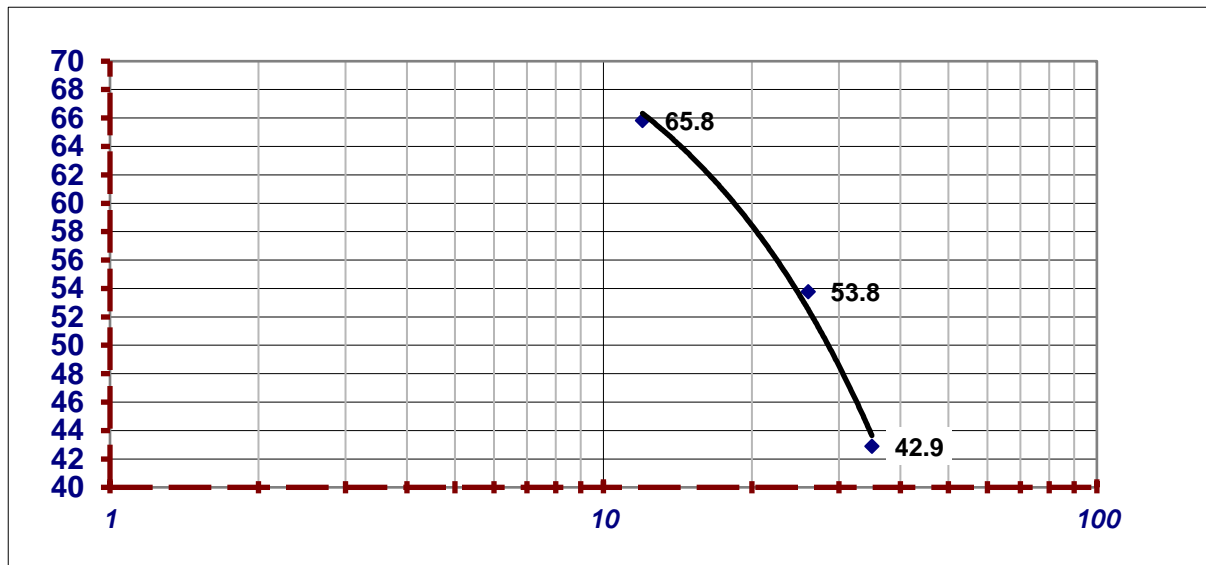


LIMITES DE CONSISTENCIA

OBRA **TORRE AMPLIACIÓN TDT** SONDEO : **2**
 SITIO **PUERTO CARREÑO (VICHADA)**
6°11'3.7"N 67°28'59.1"W
 DESCRIPCION **ARCILLA CAFÉ OSCURA VETAS ROJIZAS** PROFUNDIDAD : **2.30 m - 2.80 m**
 FECHA **jun-18**

LIMITE LIQUIDO					RESULTADOS
Numero de golpes	35	26	12		LIMITE LIQUIDO = 53.50%
Vidrio No.	22	35	8		LIMITE PLASTICO = 32.40%
P1	70.2	74.8	78.3		INDICE DE PLASTICIDAD= 21.10%
P2	53.6	54.7	53.4		
P3	14.9	17.3	15.6		
% Humedad	42.9	53.8	65.8		

LIMITE PLASTICO					
Vidrio No.	39	21			
P1	63.2	66.4			
P2	51.3	53.9			
P3	14.0	16.1			
% Humedad	31.7	33.1			LABORATORISTA: LUIS SALAZAR

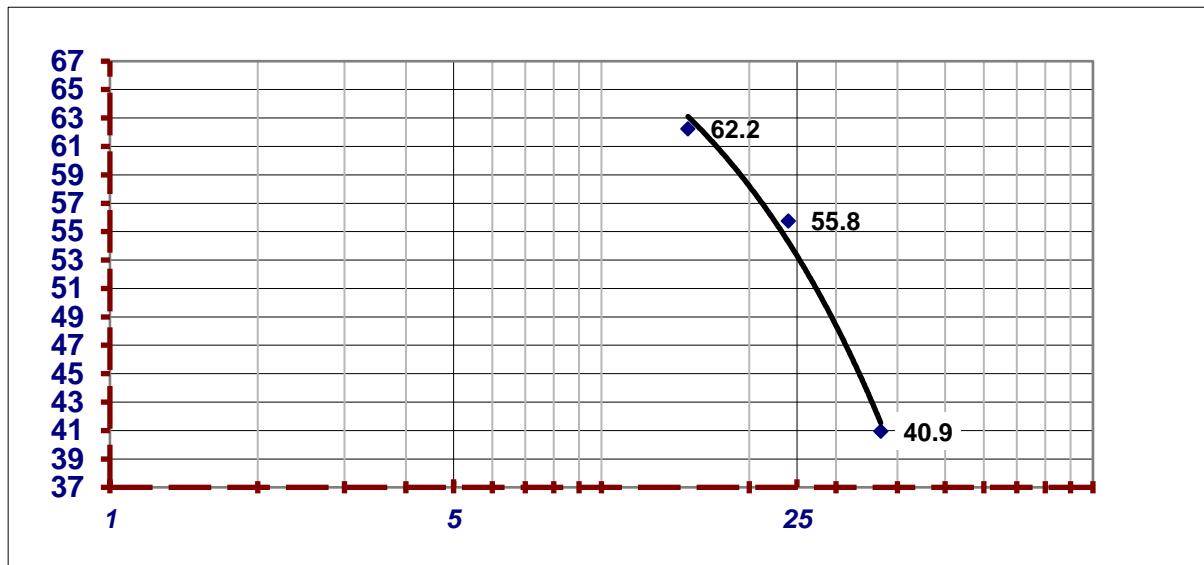


LIMITES DE CONSISTENCIA

OBRA TORRE AMPLIACIÓN TDT SONDEO : 2
 SITIO PUERTO CARREÑO (VICHADA)
 6°11'3.7"N 67°28'59.1"W
 DESCRIPCION ARCILLA CAFÉ OSCURA VETAS ROJIZAS PROFUNDIDAD : 3.80 m - 4.30 m
 FECHA jun-18

LIMITE LIQUIDO					RESULTADOS
Numero de golpes	37	24	15		LIMITE LIQUIDO = 53.30%
Vidrio No.	20	33	9		LIMITE PLASTICO = 32.10%
P1	56.0	61.5	59.9		INDICE DE PLASTICIDAD= 21.20%
P2	43.7	45.0	43.1		
P3	13.7	15.3	16.1		
% Humedad	40.9	55.8	62.2		

LIMITE PLASTICO					
Vidrio No.	38	20			
P1	55.3	58.7			
P2	45.8	48.5			
P3	15.3	17.6			
% Humedad	31.16	33.04			LABORATORISTA: LUIS SALAZAR

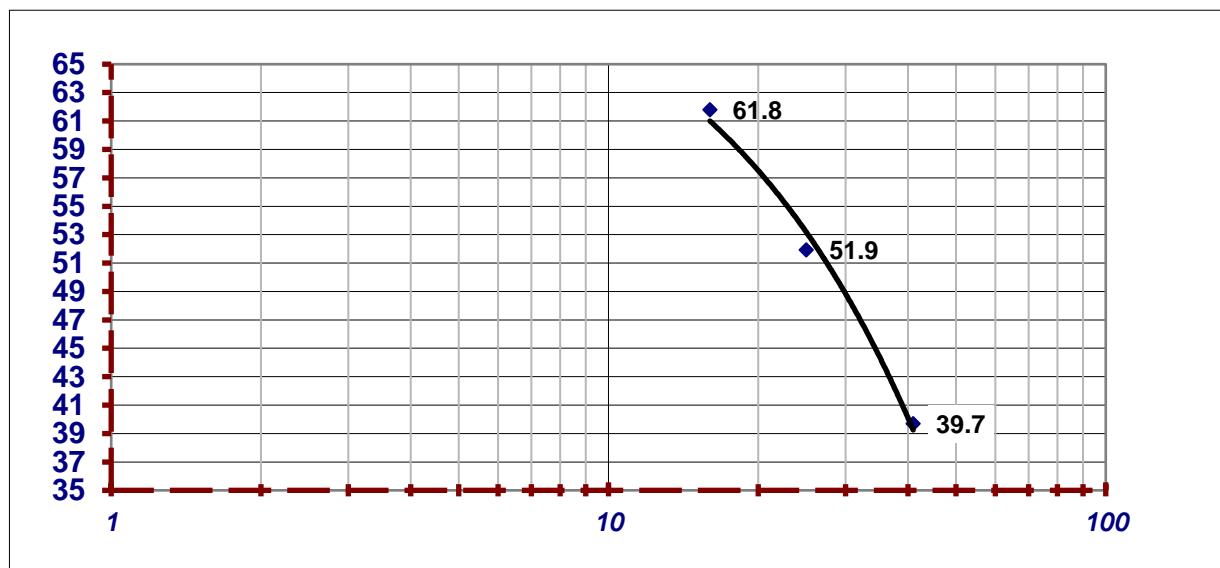


LIMITES DE CONSISTENCIA

OBRA **TORRE AMPLIACIÓN TDT** SONDEO : **3**
 SITIO **PUERTO CARREÑO (VICHADA)**
6°11'3.7"N 67°28'59.1"W
 DESCRIPCION **ARCILLA CAFÉ OSCURA VETAS ROJIZAS** PROFUNDIDAD : **2.40 m - 2.90 m**
 FECHA **jun-18**

LIMITE LIQUIDO					RESULTADOS
Numero de golpes	41	25	16		LIMITE LIQUIDO = 53.20%
Vidrio No.	19	32	8		LIMITE PLASTICO = 31.90%
P1	64.2	69.6	71.2		INDICE DE PLASTICIDAD= 21.30%
P2	49.9	51.0	49.2		
P3	13.7	15.2	13.6		
% Humedad	39.7	51.9	61.8		

LIMITE PLASTICO					LABORATORISTA: LUIS SALAZAR
Vidrio No.	38	20			
P1	65.0	68.9			
P2	53.0	56.3			
P3	14.8	17.3			
% Humedad	31.39	32.41			

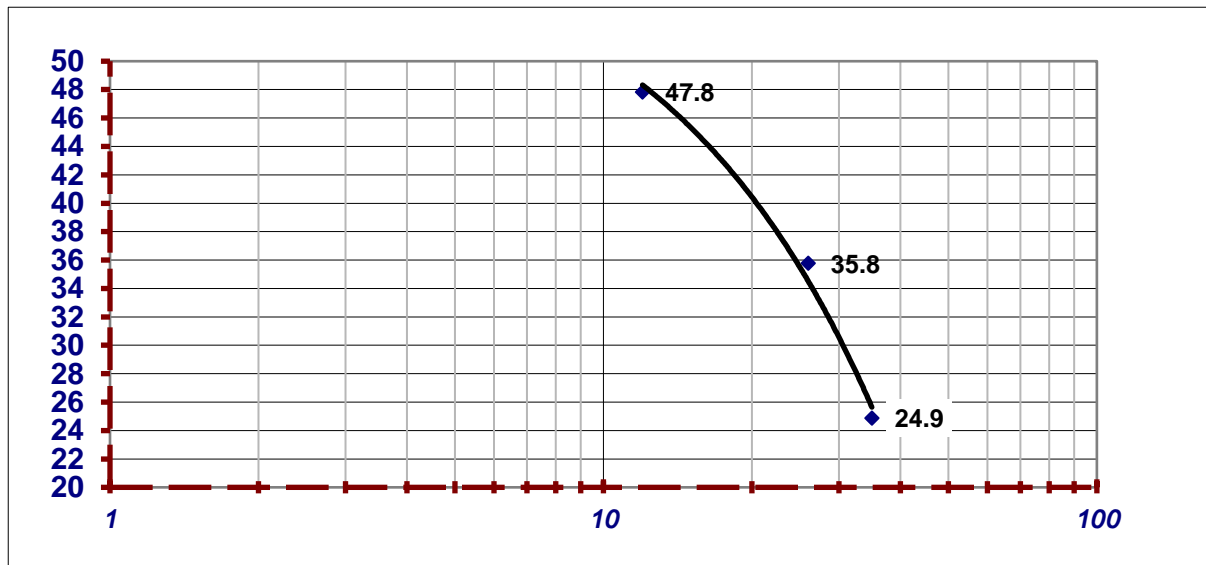


LIMITES DE CONSISTENCIA

OBRA TORRE AMPLIACIÓN TDT SONDEO : 3
 SITIO PUERTO CARREÑO (VICHADA)
 6°11'3.7"N 67°28'59.1"W
 DESCRIPCION ARCILLA CAFÉ OSCURA VETAS ROJIZAS PROFUNDIDAD : 3.90 m - 4.40 m
 FECHA jun-18

LIMITE LIQUIDO					RESULTADOS
Numero de golpes	35	26	12		LIMITE LIQUIDO = 35.50%
Vidrio No.	4	17	8		LIMITE PLASTICO = 13.90%
P1	63.3	68.1	71.5		INDICE DE PLASTICIDAD= 21.60%
P2	53.6	54.7	53.4		
P3	14.9	17.3	15.6		
% Humedad	24.9	35.8	47.8		

LIMITE PLASTICO					
Vidrio No.	20	2			
P1	56.3	59.4			
P2	51.3	53.9			
P3	14.0	16.1			
% Humedad	13.2	14.6			LABORATORISTA: LUIS SALAZAR

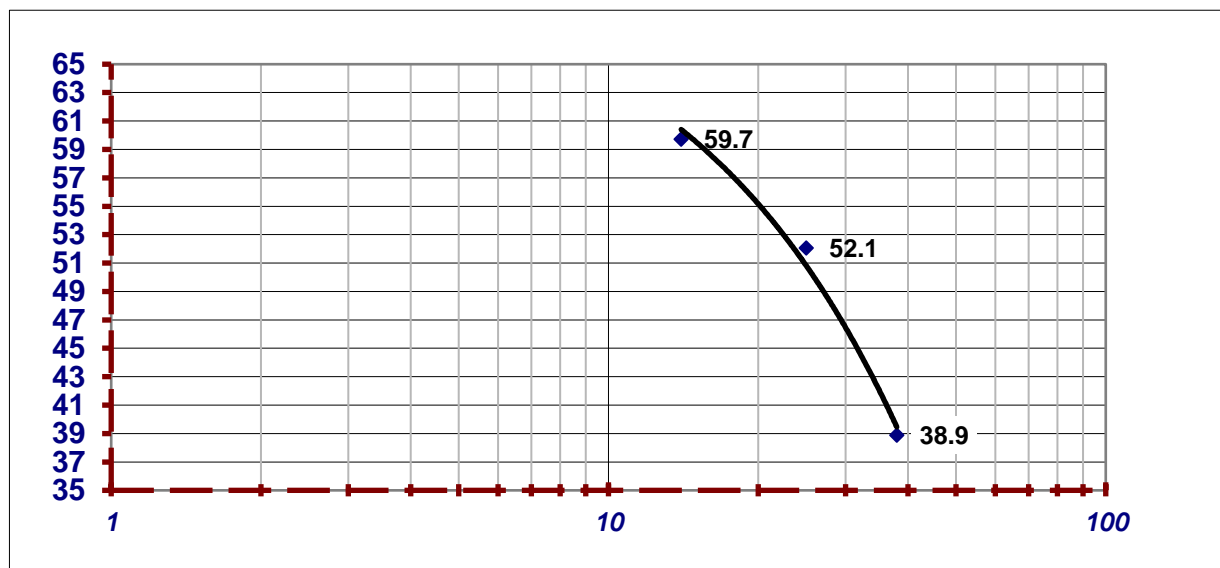


LIMITES DE CONSISTENCIA

OBRA **TORRE AMPLIACIÓN TDT** SONDEO : **1**
 SITIO **PUERTO CARREÑO (VICHADA)**
6°11'3.7"N 67°28'59.1"W
 DESCRIPCION **ARCILLA ROJIZA** PROFUNDIDAD : **4.50 m - 5.00 m**
 FECHA **jun-18**

LIMITE LIQUIDO					RESULTADOS
Numero de golpes	38	25	14		LIMITE LIQUIDO = 50.80%
Vidrio No.	18	31	10		LIMITE PLASTICO = 25.40%
P1	55.3	60.2	60.5		INDICE DE PLASTICIDAD= 25.40%
P2	43.7	44.8	43.0		
P3	13.8	15.3	13.7		
% Humedad	38.9	52.1	59.7		

LIMITE PLASTICO					LABORATORISTA: LUIS SALAZAR
Vidrio No.	32	14			
P1	54.6	58.7			
P2	46.8	50.1			
P3	14.9	17.4			
% Humedad	24.56	26.24			

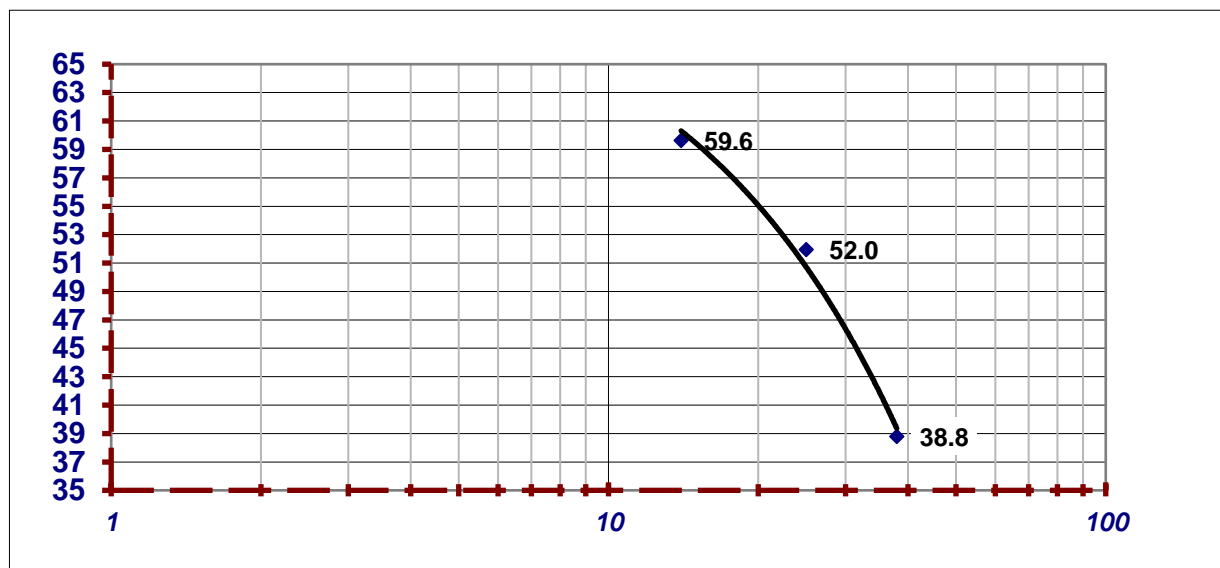


LIMITES DE CONSISTENCIA

OBRA TORRE AMPLIACIÓN TDT SONDEO : 2
 SITIO PUERTO CARREÑO (VICHADA) 6°11'3.7"N 67°28'59.1"W
 DESCRIPCION ARCILLA ROJIZA PROFUNDIDAD : 4.80 m - 5.30 m
 FECHA jun-18

LIMITE LIQUIDO					RESULTADOS
Numero de golpes	38	25	14		LIMITE LIQUIDO = 50.70%
Vidrio No.	18	31	10		LIMITE PLASTICO = 25.10%
P1	55.3	60.1	60.5		INDICE DE PLASTICIDAD= 25.60%
P2	43.7	44.8	43.0		
P3	13.8	15.3	13.7		
% Humedad	38.8	52.0	59.6		

LIMITE PLASTICO					LABORATORISTA: LUIS SALAZAR
Vidrio No.	31	13			
P1	54.5	58.6			
P2	46.8	50.1			
P3	14.9	17.4			
% Humedad	24.26	25.94			

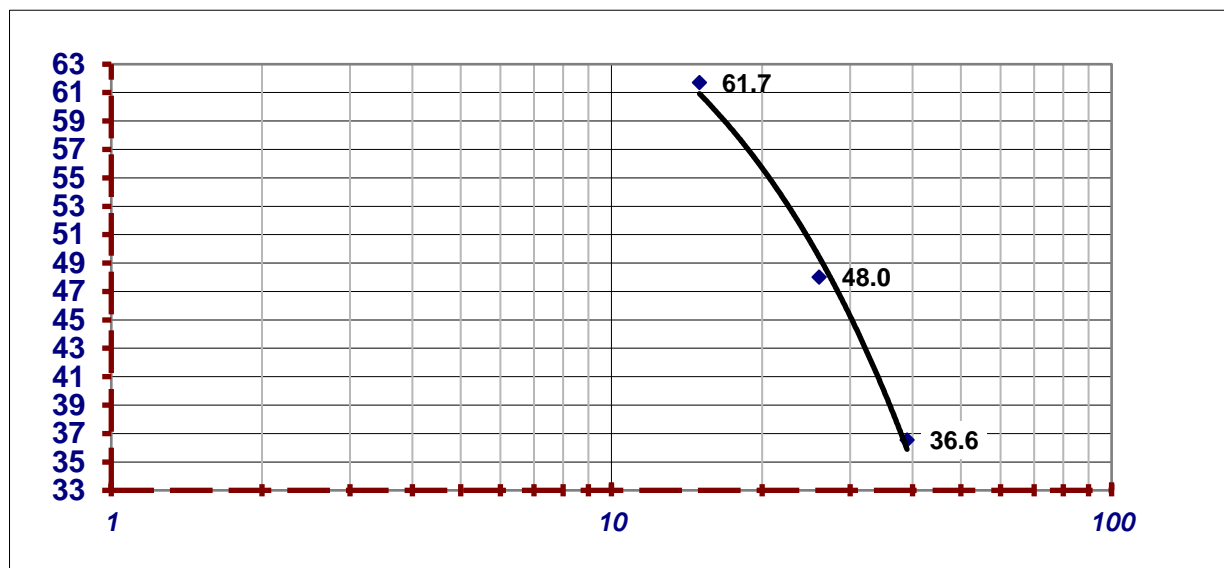


LIMITES DE CONSISTENCIA

OBRA TORRE AMPLIACIÓN TDT SONDEO : 3
 SITIO PUERTO CARREÑO (VICHADA) 6°11'3.7"N 67°28'59.1"W
 DESCRIPCION ARCILLA ROJIZA PROFUNDIDAD : 4.70 m - 5.20 m
 FECHA jun-18

LIMITE LIQUIDO					RESULTADOS
Numero de golpes	39	26	15		LIMITE LIQUIDO = 50.50%
Vidrio No.	58	71	47		LIMITE PLASTICO = 25.00%
P1	59.4	63.7	67.0		INDICE DE PLASTICIDAD= 25.50%
P2	47.3	48.4	47.1		
P3	13.9	16.4	14.7		
% Humedad	36.6	48.0	61.7		

LIMITE PLASTICO					LABORATORISTA: LUIS SALAZAR
Vidrio No.	31	13			
P1	52.7	55.9			
P2	45.0	47.5			
P3	13.0	15.2			
% Humedad	24.2	25.8			



ENSAYOS DE COMPRESION INCONFINADA

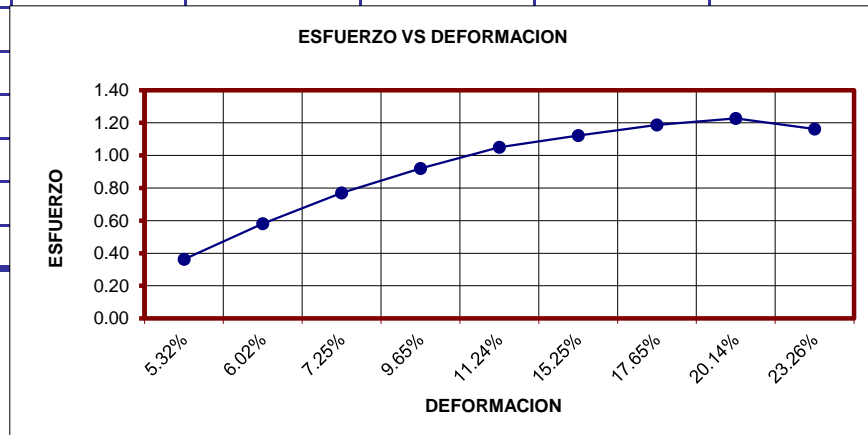
MUESTRAS TOMADAS EN : PUERTO CARREÑO (VICHADA)
 6°11'3.7"N 67°28'59.1"W
 CORRESPONDEN A : SONDEO No. 1
 DESCRIPCION: ARCILLA CAFÉ CLARA
 PROFUNDIDAD: 0.80 m - 1.30 m

ALTURA INICIAL H: 10.20 cm
 DIAMETRO INICIAL: 5.20 cm
 AREA INICIAL: 21.24 cm²
 VOLUMEN INICIAL: 216.62 cm³
 PESO INICIAL Po: 350.92 g
 PESO SECO Pf: 227.88 g
 HUMEDAD W: 53.99%

LIMITE LIQUIDO WI:
 LIMITE PLASTICO Wp:
 PASO MALLA No: 200 %:
 PESO UNITARIO Gv: 1.62 g/cm³
 RELACION DE VACIOS e:
 GRADO DE SATURACION S:

ANILLO DE CARGA No. FACTOR DE CALIBRACION: 0.139
 A= 100 Ao / (100-% DEFORMACION)

INDICE DE DEFORM. ,001"	% DEFOR	IND. DE CARGA ,0001"	CARGA AX. Kg	1-% DE DEFORM	AREA CORREGIDA cm ²	ESFUERZO CORREGIDO kg/cm ²
63	5.32%	14	8.131	0.9468	22.430	0.36
83	6.02%	24	13.131	0.9398	22.598	0.58
103	7.25%	32	17.633	0.9275	22.897	0.77
143	9.65%	40	21.633	0.9035	23.505	0.92
183	11.24%	48	25.135	0.8876	23.927	1.05
223	15.25%	56	28.136	0.8475	25.059	1.12
263	17.65%	60	30.638	0.8235	25.789	1.19
323	20.14%	62	32.640	0.7986	26.593	1.23
383	23.26%	61	32.140	0.7674	27.673	1.16



ENSAYOS DE COMPRESION INCONFINADA

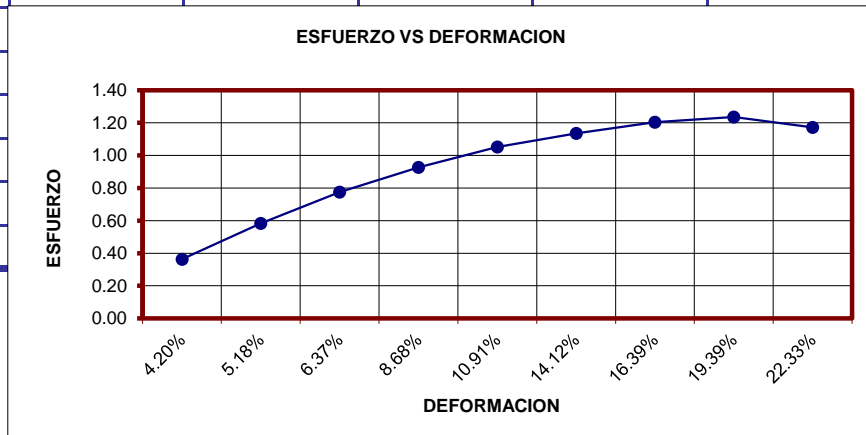
MUESTRAS TOMADAS EN : PUERTO CARREÑO (VICHADA)
 6°11'3.7"N 67°28'59.1"W
 CORRESPONDEN A : SONDEO No. 2
 DESCRIPCION: ARCILLA CAFÉ CLARA
 PROFUNDIDAD: 1.00 m - 1.50 m

ALTURA INICIAL H: 10.30 cm
 DIAMETRO INICIAL: 5.20 cm
 AREA INICIAL: 21.24 cm²
 VOLUMEN INICIAL: 218.74 cm³
 PESO INICIAL Po: 360.93 g
 PESO SECO Pf: 231.44 g
 HUMEDAD W: 55.95%

LIMITE LIQUIDO WI:
 LIMITE PLASTICO Wp:
 PASO MALLA No: 200 %:
 PESO UNITARIO Gv: 1.65 g/cm³
 RELACION DE VACIOS e:
 GRADO DE SATURACION S:

ANILLO DE CARGA No. FACTOR DE CALIBRACION: 0.139
 A= 100 Ao / (100-% DEFORMACION)

INDICE DE DEFORM. ,001"	% DEFOR	IND. DE CARGA ,0001"	CARGA AX. Kg	1-% DE DEFORM	AREA CORREGIDA cm ²	ESFUERZO CORREGIDO kg/cm ²
64	4.20%	14	8.056	0.9580	22.169	0.36
84	5.18%	24	13.056	0.9482	22.398	0.58
104	6.37%	32	17.558	0.9363	22.683	0.77
144	8.68%	40	21.558	0.9132	23.257	0.93
184	10.91%	48	25.061	0.8909	23.839	1.05
224	14.12%	56	28.061	0.8588	24.729	1.13
264	16.39%	60	30.563	0.8361	25.401	1.20
324	19.39%	62	32.565	0.8061	26.347	1.24
384	22.33%	61	32.065	0.7767	27.344	1.17



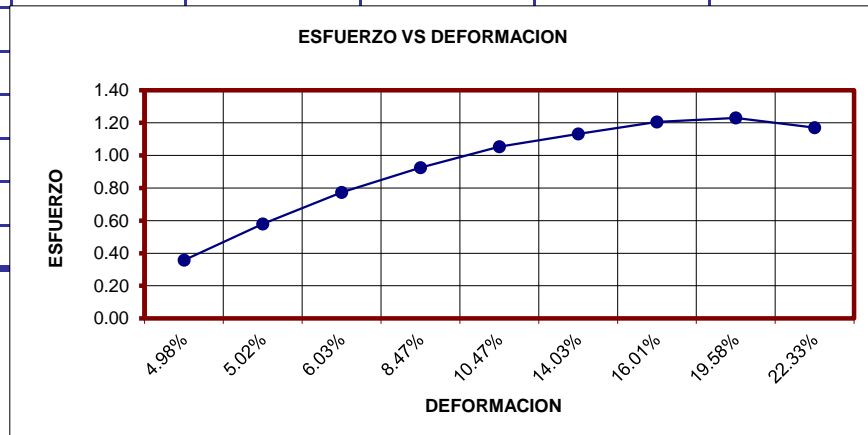
ENSAYOS DE COMPRESION INCONFINADA

MUESTRAS TOMADAS EN : PUERTO CARREÑO (VICHADA)
 6°11'3.7"N 67°28'59.1"W
 CORRESPONDEN A : SONDEO No. 3
 DESCRIPCION: ARCILLA CAFÉ CLARA
 PROFUNDIDAD: 0.90 m - 1.40 m

ALTURA INICIAL H: 10.50 cm LIMITE LIQUIDO WI:
 DIAMETRO INICIAL: 5.20 cm LIMITE PLASTICO Wp:
 AREA INICIAL: 21.24 cm² PASO MALLA No: 200 %:
 VOLUMEN INICIAL: 222.99 cm³ PESO UNITARIO Gv: 1.63 g/cm³
 PESO INICIAL Po: 363.47 g RELACION DE VACIOS e:
 PESO SECO Pf: 229.07 g GRADO DE SATURACION S:
 HUMEDAD W: 58.68%

ANILLO DE CARGA No. FACTOR DE CALIBRACION: 0.139
 A= 100 Ao / (100-% DEFORMACION)

INDICE DE DEFORM. ,001"	% DEFOR	IND. DE CARGA ,0001"	CARGA AX. Kg	1-% DE DEFORM	AREA CORREGIDA cm ²	ESFUERZO CORREGIDO kg/cm ²
65	4.98%	14	7.976	0.9502	22.350	0.36
85	5.02%	24	12.976	0.9498	22.360	0.58
105	6.03%	32	17.478	0.9397	22.600	0.77
145	8.47%	40	21.478	0.9153	23.202	0.93
185	10.47%	48	24.981	0.8953	23.721	1.05
225	14.03%	56	27.981	0.8597	24.703	1.13
265	16.01%	60	30.483	0.8399	25.285	1.21
325	19.58%	62	32.485	0.8042	26.408	1.23
385	22.33%	61	31.985	0.7768	27.341	1.17



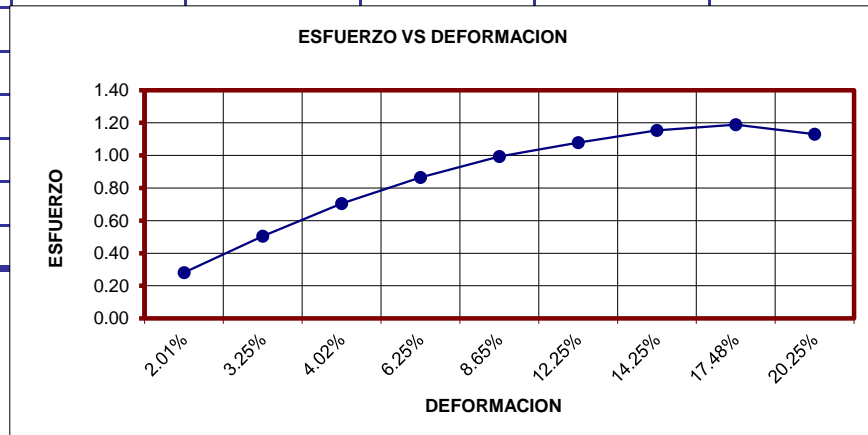
ENSAYOS DE COMPRESION INCONFINADA

MUESTRAS TOMADAS EN : PUERTO CARREÑO (VICHADA)
 6°11'3.7"N 67°28'59.1"W
 CORRESPONDEN A : SONDEO No. 1
 DESCRIPCION: ARCILLA CAFÉ OSCURA VETAS ROJIZAS
 PROFUNDIDAD: 2.50 m - 3.00 m

ALTURA INICIAL H: 10.60 cm LIMITE LIQUIDO WI:
 DIAMETRO INICIAL: 5.20 cm LIMITE PLASTICO Wp:
 AREA INICIAL: 21.24 cm² PASO MALLA No: 200 %:
 VOLUMEN INICIAL: 225.11 cm³ PESO UNITARIO Gv: 1.59 g/cm³
 PESO INICIAL Po: 357.93 g RELACION DE VACIOS e:
 PESO SECO Pf: 224.32 g GRADO DE SATURACION S:
 HUMEDAD W: 59.56%

ANILLO DE CARGA No. FACTOR DE CALIBRACION: 0.139
 A= 100 Ao / (100-% DEFORMACION)

INDICE DE DEFORM. ,001"	% DEFOR	IND. DE CARGA ,0001"	CARGA AX. Kg	1-% DE DEFORM	AREA CORREGIDA cm ²	ESFUERZO CORREGIDO kg/cm ²
66	2.01%	14	6.090	0.9799	21.674	0.28
86	3.25%	24	11.090	0.9675	21.951	0.51
106	4.02%	32	15.592	0.9598	22.127	0.70
146	6.25%	40	19.592	0.9375	22.653	0.86
186	8.65%	48	23.094	0.9135	23.248	0.99
226	12.25%	56	26.095	0.8775	24.202	1.08
266	14.25%	60	28.597	0.8575	24.766	1.15
326	17.48%	62	30.599	0.8252	25.736	1.19
386	20.25%	61	30.099	0.7975	26.630	1.13



ENSAYOS DE COMPRESION INCONFINADA

MUESTRAS TOMADAS EN :

CORRESPONDEN A :

DESCRIPCION:

PROFUNDIDAD:

PUERTO CARREÑO (VICHADA)

6°11'3.7"N 67°28'59.1"W

SONDEO No. 1

ARCILLA CAFÉ OSCURA VETAS ROJIZAS

4.00 m - 4.50 m

ALTURA INICIAL H:

10.80 cm

DIAMETRO INICIAL:

5.20 cm

AREA INICIAL:

21.24 cm²

VOLUMEN INICIAL:

229.36 cm³

PESO INICIAL Po:

371.57 g

PESO SECO Pf:

227.88 g

HUMEDAD W:

63.05%

LIMITE LIQUIDO WI:

LIMITE PLASTICO Wp:

PASO MALLA No: 200 %:

PESO UNITARIO Gv:

1.62 g/cm³

RELACION DE VACIOS e:

GRADO DE SATURACION S:

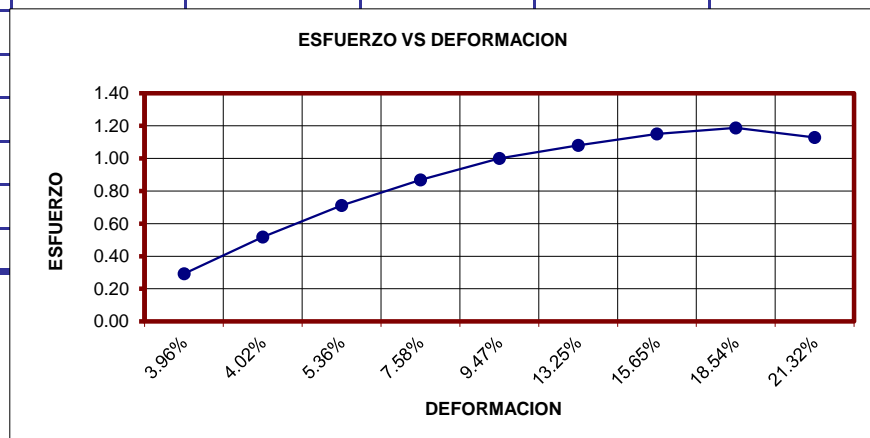
ANILLO DE CARGA No.

FACTOR DE CALIBRACION:

0.139

A= 100 Ao / (100-% DEFORMACION)

INDICE DE DEFORM. ,001"	% DEFOR	IND. DE CARGA ,0001"	CARGA AX. Kg	1-% DE DEFORM	AREA CORREGIDA cm ²	ESFUERZO CORREGIDO kg/cm ²
67	3.96%	14	6.459	0.9604	22.113	0.29
87	4.02%	24	11.459	0.9598	22.127	0.52
107	5.36%	32	15.961	0.9464	22.440	0.71
147	7.58%	40	19.961	0.9242	22.979	0.87
187	9.47%	48	23.464	0.9053	23.459	1.00
227	13.25%	56	26.464	0.8675	24.481	1.08
267	15.65%	60	28.966	0.8435	25.177	1.15
327	18.54%	62	30.968	0.8146	26.071	1.19
387	21.32%	61	30.468	0.7868	26.992	1.13



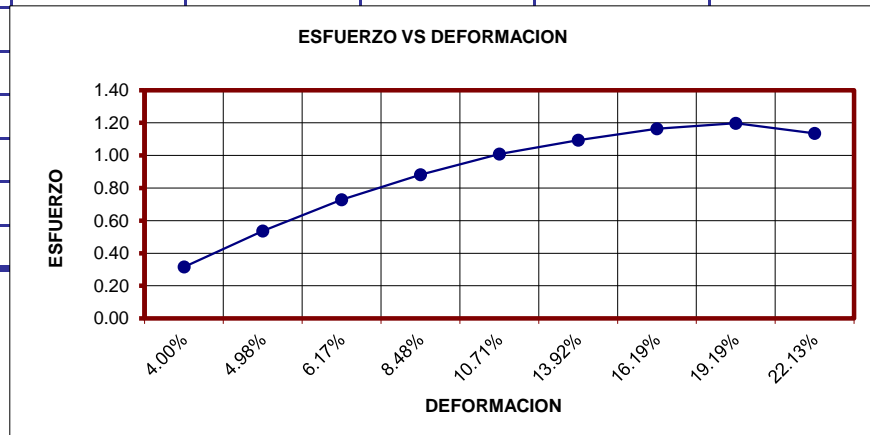
ENSAYOS DE COMPRESION INCONFINADA

MUESTRAS TOMADAS EN : PUERTO CARREÑO (VICHADA)
 6°11'3.7"N 67°28'59.1"W
 CORRESPONDEN A : SONDEO No. 2
 DESCRIPCION: ARCILLA CAFÉ OSCURA VETAS ROJIZAS
 PROFUNDIDAD: 2.30 m - 2.80 m

ALTURA INICIAL H: 10.10 cm LIMITE LIQUIDO WI:
 DIAMETRO INICIAL: 5.20 cm LIMITE PLASTICO Wp:
 AREA INICIAL: 21.24 cm² PASO MALLA No: 200 %:
 VOLUMEN INICIAL: 214.50 cm³ PESO UNITARIO Gv: 1.61 g/cm³
 PESO INICIAL Po: 345.34 g RELACION DE VACIOS e:
 PESO SECO Pf: 226.69 g GRADO DE SATURACION S:
 HUMEDAD W: 52.34%

ANILLO DE CARGA No. FACTOR DE CALIBRACION: 0.139
 A= 100 Ao / (100-% DEFORMACION)

INDICE DE DEFORM. ,001"	% DEFOR	IND. DE CARGA ,0001"	CARGA AX. Kg	1-% DE DEFORM	AREA CORREGIDA cm ²	ESFUERZO CORREGIDO kg/cm ²
63	4.00%	14	6.976	0.9600	22.123	0.32
83	4.98%	24	11.976	0.9502	22.351	0.54
103	6.17%	32	16.478	0.9383	22.634	0.73
143	8.48%	40	20.478	0.9152	23.206	0.88
183	10.71%	48	23.981	0.8929	23.785	1.01
223	13.92%	56	26.981	0.8608	24.672	1.09
263	16.19%	60	29.483	0.8381	25.341	1.16
323	19.19%	62	31.485	0.8081	26.281	1.20
383	22.13%	61	30.985	0.7787	27.274	1.14



ENSAYOS DE COMPRESION INCONFINADA

MUESTRAS TOMADAS EN :

CORRESPONDEN A :

DESCRIPCION:

PROFUNDIDAD:

PUERTO CARREÑO (VICHADA)

6°11'3.7"N 67°28'59.1"W

SONDEO No. 2

ARCILLA CAFÉ OSCURA VETAS ROJIZAS

3.80 m - 4.30 m

ALTURA INICIAL H: 10.20 cm

DIAMETRO INICIAL: 5.20 cm

AREA INICIAL: 21.24 cm²

VOLUMEN INICIAL: 216.62 cm³

PESO INICIAL Po: 346.59 g

PESO SECO Pf: 225.51 g

HUMEDAD W: 53.70%

LIMITE LIQUIDO WI:

LIMITE PLASTICO Wp:

PASO MALLA No: 200 %:

PESO UNITARIO Gv: 1.60 g/cm³

RELACION DE VACIOS e:

GRADO DE SATURACION S:

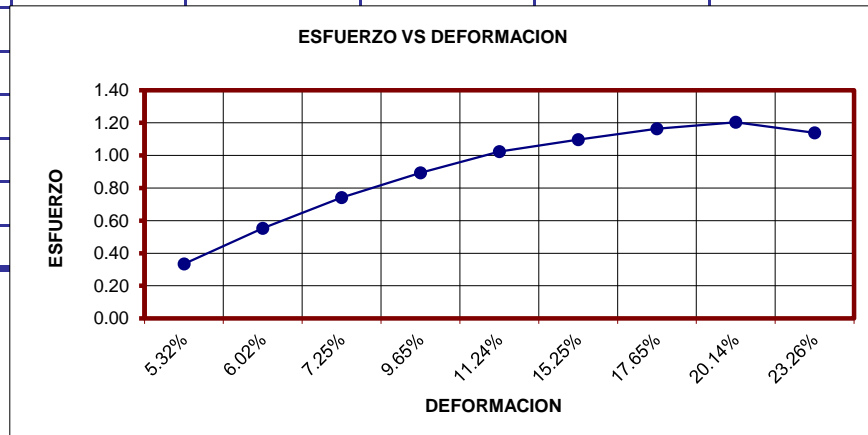
ANILLO DE CARGA No.

FACTOR DE CALIBRACION:

0.139

A= 100 Ao / (100-% DEFORMACION)

INDICE DE DEFORM.	% DEFOR	IND. DE CARGA	CARGA AX.	1-% DE DEFORM	AREA CORREGIDA	ESFUERZO CORREGIDO
,001"		,0001"	Kg		cm ²	kg/cm ²
63	5.32%	14	7.495	0.9468	22.430	0.33
83	6.02%	24	12.495	0.9398	22.598	0.55
103	7.25%	32	16.997	0.9275	22.897	0.74
143	9.65%	40	20.997	0.9035	23.505	0.89
183	11.24%	48	24.500	0.8876	23.927	1.02
223	15.25%	56	27.500	0.8475	25.059	1.10
263	17.65%	60	30.002	0.8235	25.789	1.16
323	20.14%	62	32.004	0.7986	26.593	1.20
383	23.26%	61	31.504	0.7674	27.673	1.14



ENSAYOS DE COMPRESION INCONFINADA

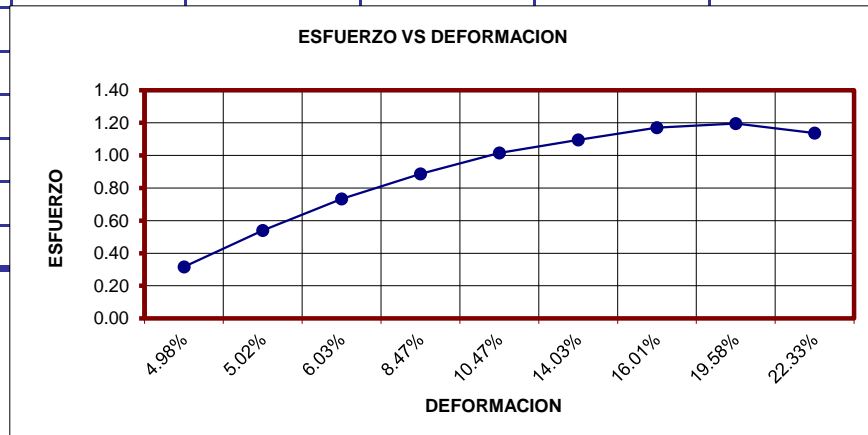
MUESTRAS TOMADAS EN : PUERTO CARREÑO (VICHADA)
 6°11'3.7"N 67°28'59.1"W
 CORRESPONDEN A : SONDEO No. 3
 DESCRIPCION: ARCILLA CAFÉ OSCURA VETAS ROJIZAS
 PROFUNDIDAD: 2.40 m - 2.90 m

ALTURA INICIAL H: 10.50 cm
 DIAMETRO INICIAL: 5.20 cm
 AREA INICIAL: 21.24 cm²
 VOLUMEN INICIAL: 222.99 cm³
 PESO INICIAL Po: 367.93 g
 PESO SECO Pf: 231.44 g
 HUMEDAD W: 58.98%

LIMITE LIQUIDO WI:
 LIMITE PLASTICO Wp:
 PASO MALLA No: 200 %:
 PESO UNITARIO Gv: 1.65 g/cm³
 RELACION DE VACIOS e:
 GRADO DE SATURACION S:

ANILLO DE CARGA No. FACTOR DE CALIBRACION: 0.139
 A= 100 Ao / (100-% DEFORMACION)

INDICE DE DEFORM. ,001"	% DEFOR	IND. DE CARGA ,0001"	CARGA AX. Kg	1-% DE DEFORM	AREA CORREGIDA cm ²	ESFUERZO CORREGIDO kg/cm ²
65	4.98%	14	7.075	0.9502	22.350	0.32
85	5.02%	24	12.075	0.9498	22.360	0.54
105	6.03%	32	16.577	0.9397	22.600	0.73
145	8.47%	40	20.577	0.9153	23.202	0.89
185	10.47%	48	24.080	0.8953	23.721	1.02
225	14.03%	56	27.080	0.8597	24.703	1.10
265	16.01%	60	29.582	0.8399	25.285	1.17
325	19.58%	62	31.584	0.8042	26.408	1.20
385	22.33%	61	31.084	0.7768	27.341	1.14



ENSAYOS DE COMPRESION INCONFINADA

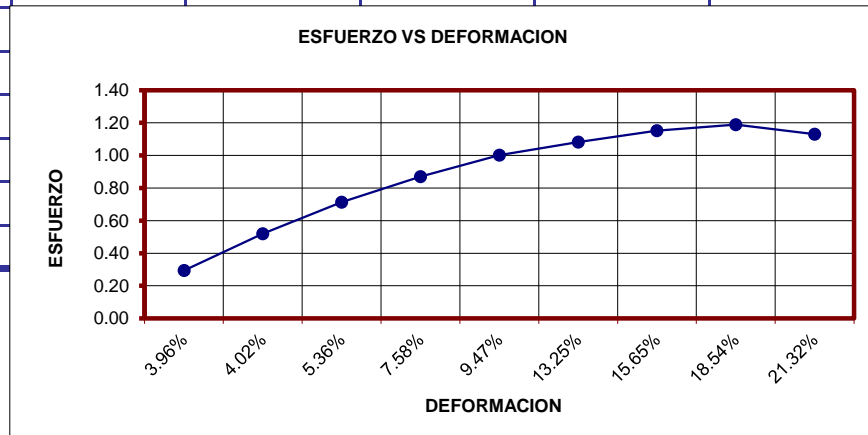
MUESTRAS TOMADAS EN : PUERTO CARREÑO (VICHADA)
 6°11'3.7"N 67°28'59.1"W
 CORRESPONDEN A : SONDEO No. 3
 DESCRIPCION: ARCILLA CAFÉ OSCURA VETAS ROJIZAS
 PROFUNDIDAD: 3.90 m - 4.40 m

ALTURA INICIAL H: 10.80 cm
 DIAMETRO INICIAL: 5.20 cm
 AREA INICIAL: 21.24 cm²
 VOLUMEN INICIAL: 229.36 cm³
 PESO INICIAL Po: 383.03 g
 PESO SECO Pf: 233.82 g
 HUMEDAD W: 63.82%

LIMITE LIQUIDO WI:
 LIMITE PLASTICO Wp:
 PASO MALLA No: 200 %:
 PESO UNITARIO Gv: 1.67 g/cm³
 RELACION DE VACIOS e:
 GRADO DE SATURACION S:

ANILLO DE CARGA No. FACTOR DE CALIBRACION: 0.139
 A= 100 Ao / (100-% DEFORMACION)

INDICE DE DEFORM. ,001"	% DEFOR	IND. DE CARGA ,0001"	CARGA AX. Kg	1-% DE DEFORM	AREA CORREGIDA cm ²	ESFUERZO CORREGIDO kg/cm ²
67	3.96%	14	6.495	0.9604	22.113	0.29
87	4.02%	24	11.495	0.9598	22.127	0.52
107	5.36%	32	15.997	0.9464	22.440	0.71
147	7.58%	40	19.997	0.9242	22.979	0.87
187	9.47%	48	23.500	0.9053	23.459	1.00
227	13.25%	56	26.500	0.8675	24.481	1.08
267	15.65%	60	29.002	0.8435	25.177	1.15
327	18.54%	62	31.004	0.8146	26.071	1.19
387	21.32%	61	30.504	0.7868	26.992	1.13



ENSAYOS DE COMPRESION INCONFINADA

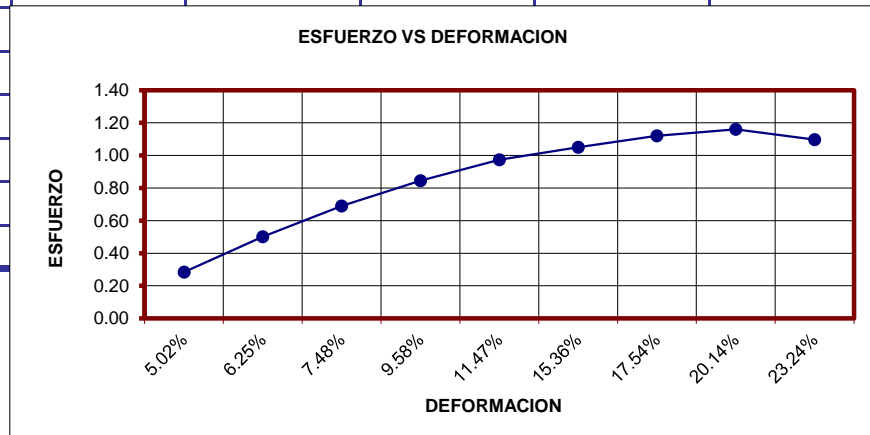
MUESTRAS TOMADAS EN : PUERTO CARREÑO (VICHADA)
 6°11'3.7"N 67°28'59.1"W
 CORRESPONDEN A : SONDEO No. 1
 DESCRIPCION: ARCILLA ROJIZA
 PROFUNDIDAD: 4.50 m - 5.00 m

ALTURA INICIAL H: 10.40 cm
 DIAMETRO INICIAL: 5.20 cm
 AREA INICIAL: 21.24 cm²
 VOLUMEN INICIAL: 220.87 cm³
 PESO INICIAL Po: 362.22 g
 PESO SECO Pf: 230.25 g
 HUMEDAD W: 57.31%

LIMITE LIQUIDO WI:
 LIMITE PLASTICO Wp:
 PASO MALLA No: 200 %:
 PESO UNITARIO Gv: 1.64 g/cm³
 RELACION DE VACIOS e:
 GRADO DE SATURACION S:

ANILLO DE CARGA No. FACTOR DE CALIBRACION: 0.139
 A= 100 Ao / (100-% DEFORMACION)

INDICE DE DEFORM. ,001"	% DEFOR	IND. DE CARGA ,0001"	CARGA AX. Kg	1-% DE DEFORM	AREA CORREGIDA cm ²	ESFUERZO CORREGIDO kg/cm ²
64	5.02%	14	6.348	0.9498	22.360	0.28
84	6.25%	24	11.348	0.9375	22.653	0.50
104	7.48%	32	15.850	0.9252	22.954	0.69
144	9.58%	40	19.850	0.9042	23.487	0.85
184	11.47%	48	23.353	0.8853	23.989	0.97
224	15.36%	56	26.353	0.8464	25.091	1.05
264	17.54%	60	28.855	0.8246	25.755	1.12
324	20.14%	62	30.857	0.7986	26.593	1.16
384	23.24%	61	30.357	0.7676	27.667	1.10



ENSAYOS DE COMPRESION INCONFINADA

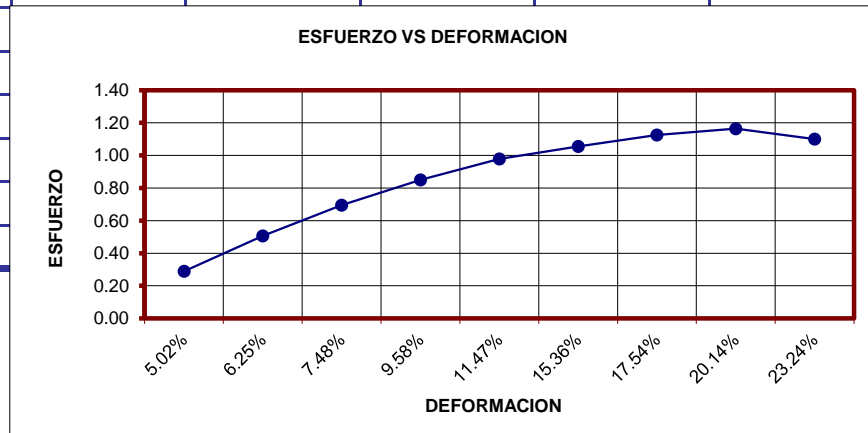
MUESTRAS TOMADAS EN : PUERTO CARREÑO (VICHADA)
 6°11'3.7"N 67°28'59.1"W
 CORRESPONDEN A : SONDEO No. 2
 DESCRIPCION: ARCILLA ROJIZA
 PROFUNDIDAD: 4.80 m - 5.30 m

ALTURA INICIAL H: 10.40 cm
 DIAMETRO INICIAL: 5.20 cm
 AREA INICIAL: 21.24 cm²
 VOLUMEN INICIAL: 220.87 cm³
 PESO INICIAL Po: 364.43 g
 PESO SECO Pf: 231.44 g
 HUMEDAD W: 57.46%

LIMITE LIQUIDO WI:
 LIMITE PLASTICO Wp:
 PASO MALLA No: 200 %:
 PESO UNITARIO Gv: 1.65 g/cm³
 RELACION DE VACIOS e:
 GRADO DE SATURACION S:

ANILLO DE CARGA No. FACTOR DE CALIBRACION: 0.139
 A= 100 Ao / (100-% DEFORMACION)

INDICE DE DEFORM. ,001"	% DEFOR	IND. DE CARGA ,0001"	CARGA AX. Kg	1-% DE DEFORM	AREA CORREGIDA cm ²	ESFUERZO CORREGIDO kg/cm ²
64	5.02%	14	6.459	0.9498	22.360	0.29
84	6.25%	24	11.459	0.9375	22.653	0.51
104	7.48%	32	15.961	0.9252	22.954	0.70
144	9.58%	40	19.961	0.9042	23.487	0.85
184	11.47%	48	23.464	0.8853	23.989	0.98
224	15.36%	56	26.464	0.8464	25.091	1.05
264	17.54%	60	28.966	0.8246	25.755	1.12
324	20.14%	62	30.968	0.7986	26.593	1.16
384	23.24%	61	30.468	0.7676	27.667	1.10



ENSAYOS DE COMPRESION INCONFINADA

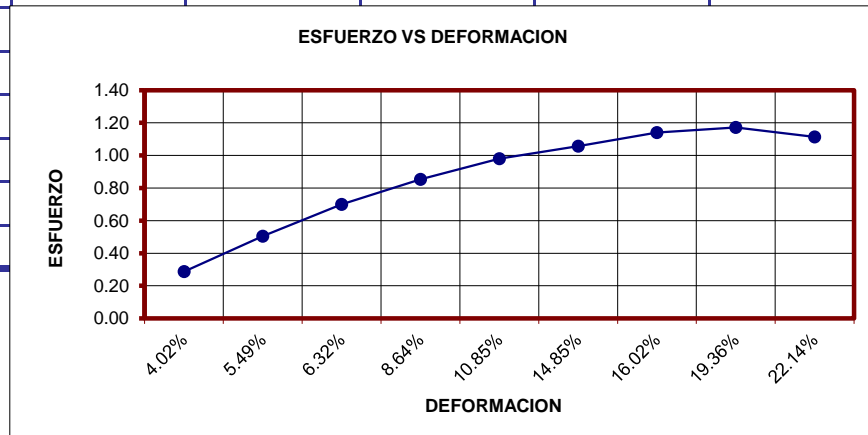
MUESTRAS TOMADAS EN : PUERTO CARREÑO (VICHADA)
 6°11'3.7"N 67°28'59.1"W
 CORRESPONDEN A : SONDEO No. 3
 DESCRIPCION: ARCILLA ROJIZA
 PROFUNDIDAD: 4.70 m - 5.20 m

ALTURA INICIAL H: 10.70 cm
 DIAMETRO INICIAL: 5.20 cm
 AREA INICIAL: 21.24 cm²
 VOLUMEN INICIAL: 227.24 cm³
 PESO INICIAL Po: 370.40 g
 PESO SECO Pf: 229.07 g
 HUMEDAD W: 61.70%

LIMITE LIQUIDO WI:
 LIMITE PLASTICO Wp:
 PASO MALLA No: 200 %:
 PESO UNITARIO Gv: 1.63 g/cm³
 RELACION DE VACIOS e:
 GRADO DE SATURACION S:

ANILLO DE CARGA No. FACTOR DE CALIBRACION: 0.139
 A= 100 Ao / (100-% DEFORMACION)

INDICE DE DEFORM. ,001"	% DEFOR	IND. DE CARGA ,0001"	CARGA AX. Kg	1-% DE DEFORM	AREA CORREGIDA cm ²	ESFUERZO CORREGIDO kg/cm ²
66	4.02%	14	6.348	0.9598	22.127	0.29
86	5.49%	24	11.348	0.9451	22.471	0.51
106	6.32%	32	15.850	0.9368	22.670	0.70
146	8.64%	40	19.850	0.9136	23.246	0.85
186	10.85%	48	23.353	0.8915	23.822	0.98
226	14.85%	56	26.353	0.8515	24.941	1.06
266	16.02%	60	28.855	0.8398	25.288	1.14
326	19.36%	62	30.857	0.8064	26.336	1.17
386	22.14%	61	30.357	0.7786	27.276	1.11



INFORME FOTOGRAFICO

ESTACIÓN



SONDEOS



