

EXPLORACION GEOTECNICA PARA EL DISEÑO DE  
CIMENTACIONES DE TORRES PARA COMUNICACIONES  
1°20'18.30" NORTE, 77°36'47.80"OESTE  
SAMANIEGO, NARIÑO

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**

**1°20'18.30" NORTE, 77°36'47.80" OESTE  
SAMANIEGO, NARIÑO**

**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 Samaniego – Nariño, al noroccidente del casco urbano.*

*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 Samaniego – Nariño, en las siguientes coordenadas:*

*1°20'18.30'' Norte, 77°36'47.80'' Oeste.*



***Ubicación del proyecto***

## 4.2 INFORMACION GENERAL DEL MUNICIPIO

*El municipio de Samaniego se encuentra localizado en la subregión Centro – Occidental del Departamento de Nariño, a 117 kilómetros al occidente de la ciudad de Pasto por la vía Túquerres; limita hacia el norte con el Municipio de la Ilanada, hacia el sur con los municipios de Santacruz y Providencia, hacia el oriente con los Municipios de Linares y Ancuya, y hacia el occidente con los municipios de Barbacoas y Ricaurte.*



*El casco Urbano se encuentra a una altura promedio sobre el nivel del mar, de 1750m, la temperatura promedio es de 21°C; su única vía de acceso pavimentada es hacia*

*Túquerres; hacia los municipios de Linares, Ancuya y Los Andes, existen vías destapadas.*

*El acceso a la ubicación del proyecto se hace por una carretera veredal destapada vía al cerro de la piedra y a la vereda El Socorro.*

*Estas tierras corresponden a pisos térmicos cálido, templado y frío, y son regados por los ríos Cristal, Pacual, Pali, San Juan, Saspi y Telembí.*

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

*El lote del terreno es plano, y ya existe una torre, una antena con foco centrado, y las instalaciones para el funcionamiento de la estación local.*

## 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            -        1.00m        *Capa vegetal.*

De 1.00            -        3.50m        *Arcilla Habana vetas Grises.*

De 3.50            -        6.00m        *Arcillolita Habana vetas  
Grises.*

*El manto de arcilla habana vetas grises, es de baja plasticidad, con limite liquido de 43.6%, el índice de plasticidad es de 21.2. La consistencia evaluada mediante pruebas de compresión inconfiada dieron valores de 1.32 kg./cm<sup>2</sup>, indicando un estrato de consistencia media.*

*El manto de arcillolita habana vetas grises, se presentó en general como no líquido, no plástico, con valores a la penetración estándar de 36 golpes / pie en la zona superior, en la zona inferior presenta rechazo.*

*El nivel freático no se detectó durante la ejecución de los sondeos.*

## **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 1.50 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 1.32 kg./cm<sup>2</sup>*
- *Peso unitario del suelo 16.9 KN/m<sup>3</sup>*

*Con base en los criterios mencionados, se determina una capacidad portante admisible (qa) de 136 KN/m<sup>2</sup>; se considera un factor de seguridad de 3 contra falla general.*

## RESUMEN GENERAL

<i>Profundidad de cimentación</i>	<i>1.50 (m)</i>
<i>Estrato portante</i>	<i>Arcilla Habana vetas Grises</i>
<i>Capacidad portante</i>	<i>11.20 (t/m<sup>2</sup>)</i>
<i>Módulo de reacción K</i>	<i>1635.76 (t/m<sup>3</sup>)</i>
<i>Angulo de fricción <math>\varphi</math></i>	<i>27°</i>
<i>Peso unitario <math>\gamma</math></i>	<i>1.69 (gr/cm<sup>3</sup>)</i>
<i>Coeficiente de presión activa Ka</i>	<i>0.38</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 ( $\phi$ ), 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

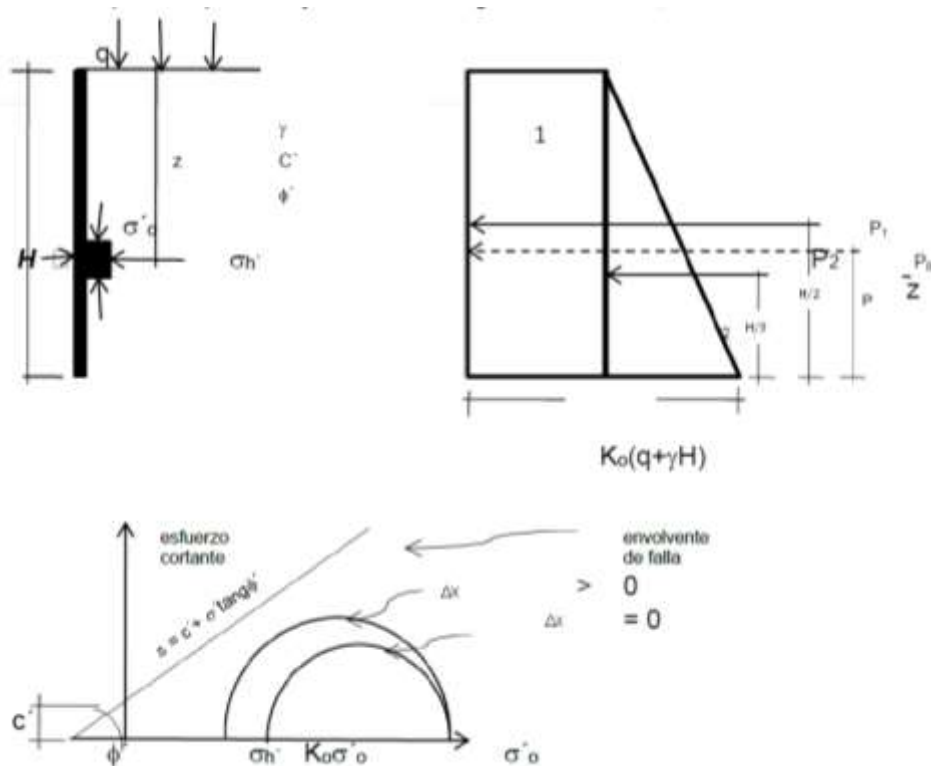
Factores De Seguridad indirectos  $F_{sicp}$  Mínimos

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**

$S_u = C$	75.98 KN/m <sup>2</sup>
$q_c$	408.94 KN/m <sup>2</sup>
$q_a$	136 KN/m <sup>2</sup>
$q$	18.40 KN/m <sup>2</sup>

**DISEÑO**

$S_{ud}$	22.94 KN/m <sup>2</sup>	
$F_{SBU}$	3.31 KN/m <sup>2</sup>	>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

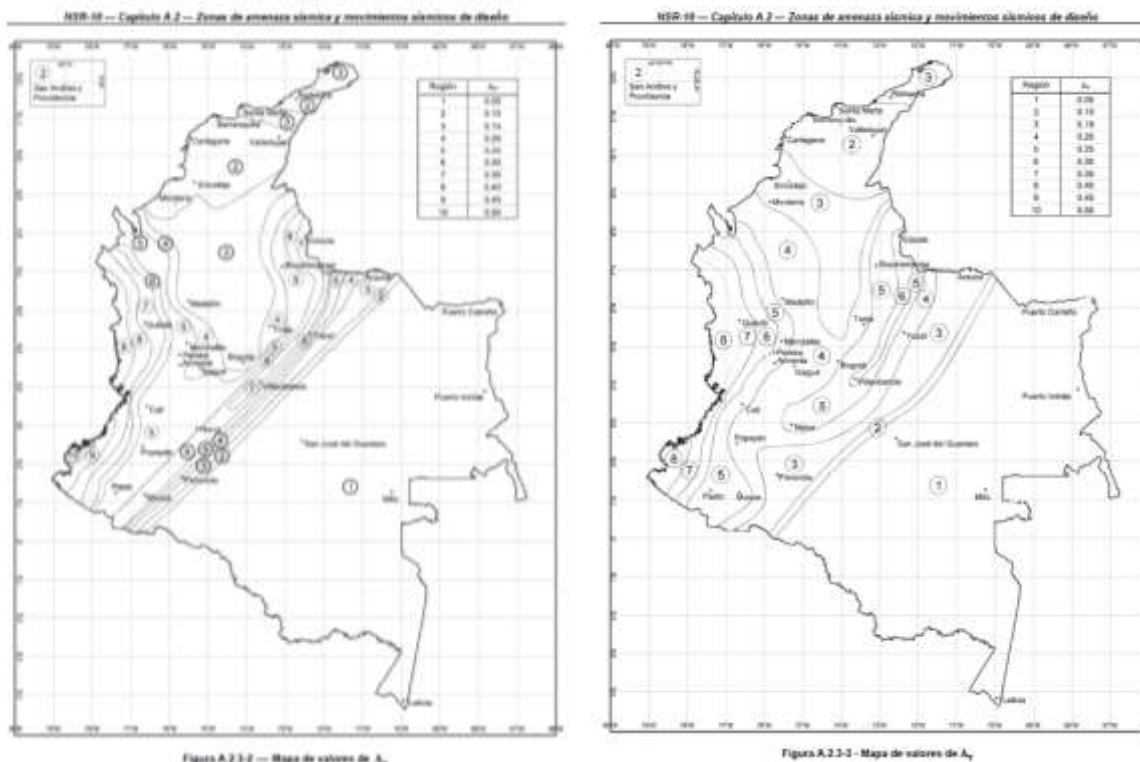
**FACTOR DE SEGURIDAD DIRECTO:**

3.31

## 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 Pitalito se encuentra dentro de un área de riesgo sísmico Alta, 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 0.30 y el coeficiente que representa la velocidad horizontal pico efectiva  $A_v$  esperado es de 0.30. Teniendo en cuenta los resultados de campo, al sitio le corresponde un perfil de suelo tipo D con coeficientes  $F_a = 1.20$ ,  $F_v = 1.80$ ,  $T_c = 0.72$ ,  $T_L = 4.32$  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 1°20'18.30'' Norte, 77°36'47.80'' Oeste, para el diseño de cimentaciones para la torre de comunicaciones ubicada en el municipio de Samaniego, departamento de Nariño.
- 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 1.00 metro de espesor; suelo catalogado como incompetente para cimentación de estructuras; en consecuencia, este manto debe ser excavado para llegar al nivel de cimentación.
- El suelo de cimentación para la torre corresponde a una Arcilla Habana vetas Grises.

- *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 136 KN/m<sup>2</sup>.*

- El Municipio de Samaniego se encuentra dentro de un área de riesgo sísmico alto; para los parámetros sísmicos el coeficiente de aceleración pico  $A_a$  esperado es de 0.30 y  $A_v = 0.30$ . Teniendo en cuenta los resultados de campo, al sitio le corresponde un perfil de suelo tipo D con coeficientes  $F_a = 1.20$ ,  $F_v = 1.80$ ,  $T_c = 0.72$ ,  $T_L = 4.32$  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 1.50 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.*
- *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 departamento de Nariño está localizado en el extremo suroeste del País; cuya Geología se puede dividir en 5 regiones, Los límites entre estas regiones son fallamientos de carácter compresional.

:

**La Llanura Pacífica**, constituida por depósitos de materiales semiconsolidados Plio-pleistocénicos y recientes, con algunas serranías formadas por rocas sedimentarias. Es la región natural más extensa, representa el 52% del departamento; su rango de elevaciones va desde el nivel del mar hasta los 1000 metros al oeste de la cordillera occidental,

presenta alta pluviosidad, temperaturas entre 25 y 30 grados, y humedad relativa alta.

**La Cordillera Occidental**, constituida por rocas volcánicas y metasedimentarias de carácter simático del Cretáceo, afectada por plutones cuarzodioríticos de edad terciaria. Ocupa el 14% del área del departamento, el paisaje es montañoso con valles profundos en V, lo que indica un desarrollo geomórfico reciente; se denota dominio climático de los procesos de degradación por la misma naturaleza del ambiente del trópico húmedo.

**La Cordillera Centro-oriental**, que es un bloque siálicoformado por rocas de edad precámbrica cubiertas por rocas metasedimentarias del paleozoico y volcánicas modernas; incluye además plutones granodioríticos y graníticos de edad Meso-cenozoica. Representa el 10 % del departamento, es donde nacen fisiográficamente las tres cordilleras del sistema orográfico colombiano, aunque solo hasta el sureste del Cauca se encuentra el Macizo Colombiano; su rango de elevaciones va desde los 700 m. sobre el nivel del mar hasta los 4.250 metros del volcán Doña

Juana, presenta una pluviosidad media, temperaturas entre los -5 y 20 grados.

.

**El Piedemonte Andino Oriental**, formado por rocas sedimentarias de edad Meso-cenozoica y reciente, sobre rocas siálicas. Con el 3% del departamento, presenta un relieve suave hasta convertirse en plano, su rango de elevaciones va desde los 250 m. sobre el nivel del mar hasta los 700 metros en la base de la cordillera centro-oriental, presenta una pluviosidad media, temperaturas entre los 20 y 30 grados.

**La Depresión Cauca-Patía**, En esta región se encuentra el sitio objeto de este informe; la depresión Cauca-Patía se encuentra constituida por rocas sedimentarias del terciario sobre rocas simáticas cretácicas y rocas metamórficas paleozoica. El altiplano Nariñense se conforma por un relleno de materiales volcánicos de edad Plio-pleistoceno. Representa el 21 % del departamento; a esta Región pertenece el municipio de Samaniego, objeto de este estudio. su rango de elevaciones va desde los 450 m. sobre el

nivel del mar hasta los 3.000 metros, presenta una pluviosidad media, y temperaturas entre los 5 y 24 grados.

## **GEOMORFOLOGIA**

A la altura de la ciudad de Pasto se puede trazar una línea de este a oeste que define dos zonas geomórficamente diferentes dentro de la región Depresión Cauca – Patía:

**La zona Norte**, con profundos valles formados por los ríos patía, Juanambú, Mayo, Pascual, y Guátara; En esta zona hay predominio de la actividad erosiva de las corrientes y caída de las paredes por corrosión y efectos gravitatorios, esto origina valles en forma de V de paredes casi rectas y sin cambios de pendiente; los aluviones son estrechos y de dispersión limitada, son comunes los fenómenos de remoción en masa por la verticalidad de las pendientes, las elevaciones en esta área cambian rápidamente desde los 450 m hasta los 2.200 m.

**La zona Sur**, en cambio tiene una morfología con cambios topográficos mucho más suaves, con amplios valles y

elevaciones entre los 2.200 m y los 3.000 m. La región se caracteriza por tener un equilibrio metaestable y una uniformidad litológica, aunque presenta algunos socavamientos verticales de las corrientes fluviales que la atraviesan, de hasta 80 m por debajo del nivel medio de la topografía del sector.

El sitio en donde se ubicará la torre pertenece a la zona Norte de la región Depresión Cauca – Patía; El terreno se denota inclinado, pero se han realizado rellenos con material de la misma zona.

## **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 SAMANIEGO**

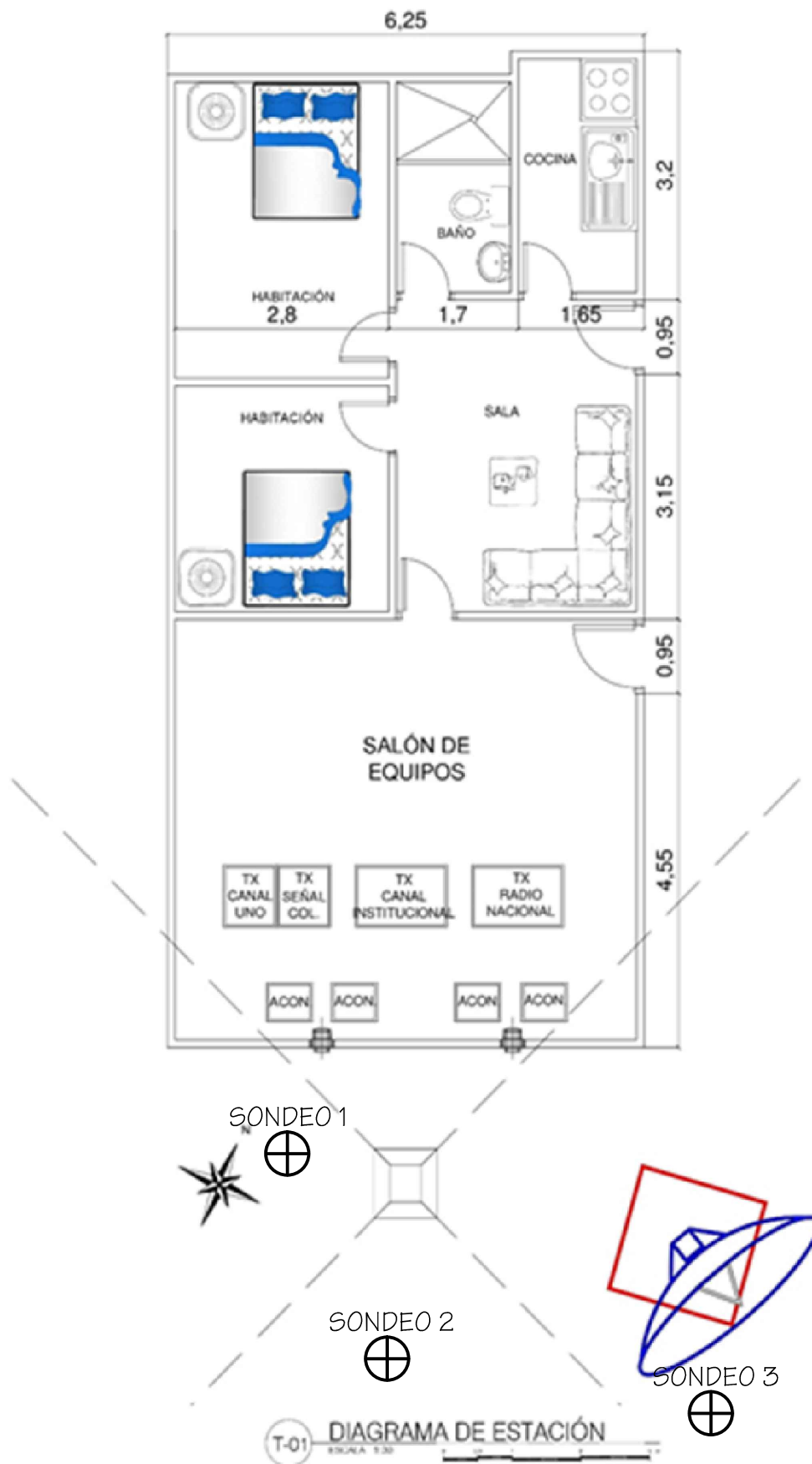
1°20'18.30"N 77°36'47.80"W



**LOCALIZACION GEOREFERENCIADA**

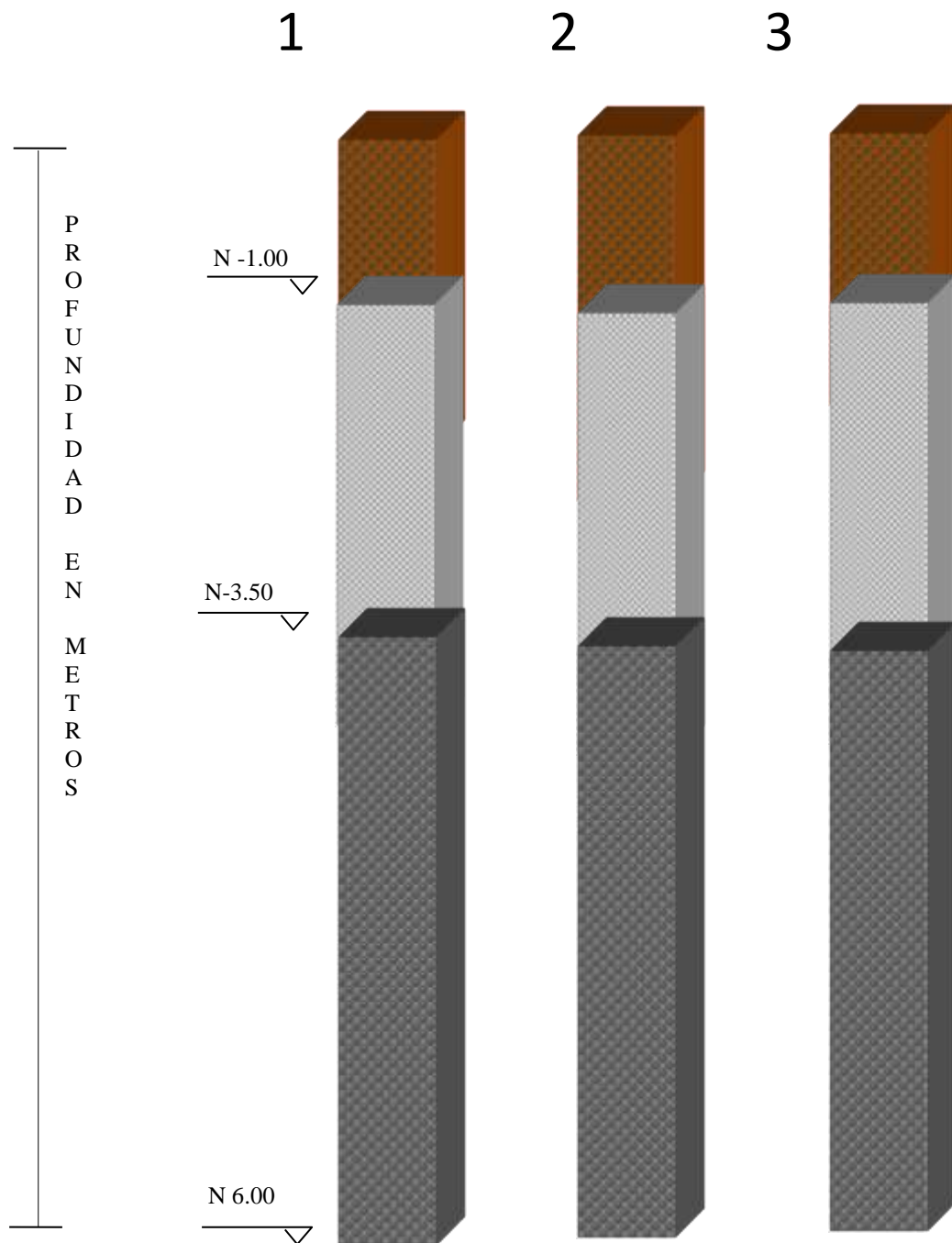
## ***LOCALIZACION DE SONDEOS***

# ESQUEMA DE SONDEOS





## PERFIL ESTRATIGRÁFICO



## CONVENCIONES



CAPA VEGETAL



ARCILLA HABANA VETAS GRISES.



ARCILLOLITA HABANA VETAS GRISES.

CLIENTE			PROYECTO			TORRE AMPLIACION TDT									
LOCALIZACION			SAMANIEGO, NARIÑO			FECHA									
SONDEO 1			1°20'18.30"N 77°36'47.80"W			jun-18									
Z	#	Z(m)	DESCRIPCION	MUESTRA	N	RESULTADOS DE ENSAYOS DE CLASIFICACION								PENETROMETRO DE BOLSILLO	
				TIPO		W <sub>n</sub>	LL	IP	γ	M.O.	%F	USC	HORIZONTAL	VERTICAL	
		0.00-1.00m	CAPA VEGETAL												
1m															
		1.00-3.50m	ARCILLA HABANA VETAS GRISES	TS			43.6	21.2	1.7				1.30	1.31	
2m				IS			43.5	21.1	1.7				1.31	1.32	
3m															
		3.50-6.00m	ARCILLOLITA HABANA VETAS GRISES	SS 6" 6" 6"	36 20 18 16										
4m															
5m															
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	No DE GOLPES DE PENETRACION ESTANDAR	USC	CLASIFICACION UNIFICADA DE SUELOS
Wn	HUMEDAD NATURAL	IP	INDICE DE PLASTICIDAD
LL	LIMITE LIQUIDO		





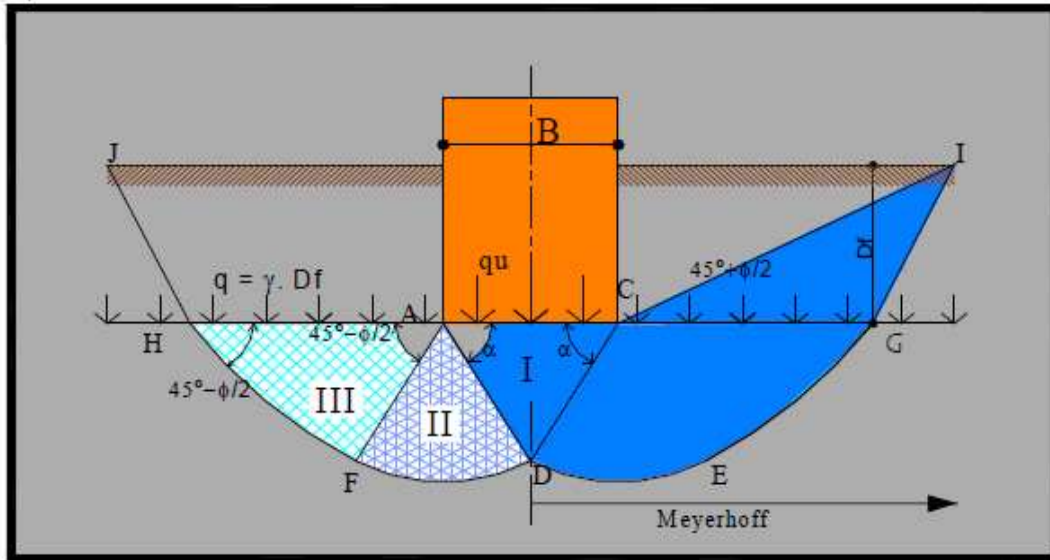
CLIENTE				PROYECTO				TORRE AMPLIACION TDT						
LOCALIZACION				SAMANIEGO, NARIÑO				FECHA						
SONDEO 3				1°20'18.30"N 77°36'47.80"W				jun-18						
Z	#	Z(m)	DESCRIPCION	MUESTRA	N	RESULTADOS DE ENSAYOS DE CLASIFICACION							PENETROMETRO DE BOLSILLO	
				TIPO		W <sub>n</sub>	LL	IP	γ	M.O.	%F	USC	HORIZONTAL	VERTICAL
		0.00-1.10m	CAPA VEGETAL											
1m														
		1.10-3.50m	ARCILLA HABANA VETAS GRISES											
				TS			43.6	21.1	1.7				1.30	1.32
2m														
				TS			43.4	21.3	1.7				1.32	1.31
3m														
		3.50-6.00m	ARCILLOLITA HABANA VETAS GRISES											
4m				SS; 6" 6" 6"	38 19 18 20									
				RECHAZO										
5m														
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	No DE GOLPES DE PENETRACION ESTANDAR	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

$N_c, N_q, N_\gamma$  : Factores de

capacidad de carga de

Terzaghi en función de  $\phi$

$\phi$  = ángulo de fricción interna

del suelo

$$C = 75.98 \text{ KN/m}^2$$

$q_u$  : Resistencia a la

*compresión inconfiada del  
suelo*

*q : Sobrecarga*

*$\gamma_1$ : Peso unitario del suelo*

*de cimentación*

*B : Base del cimientto*

### **PROFUNDIDAD DE CIMENTACIÓN**

*La profundidad de cimentación será de -1.50 metros del nivel actual o sea en la capa de arcilla gris clara.*

*La sobrecarga será:*

$$q = Df * \gamma_2$$

$$q = (1.00 * 12.10) + (0.50 * 12.60)$$

Df : Profundidad de  
Cimentación

$$q = 18.40 \text{ KN/m}^2 \quad \gamma_2 : \text{Peso unitario del suelo sobre el cimiento}$$

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

$$q_c = 408.94 \text{ KN / m}^2$$

### **PRESIÓN ADMISIBLE**

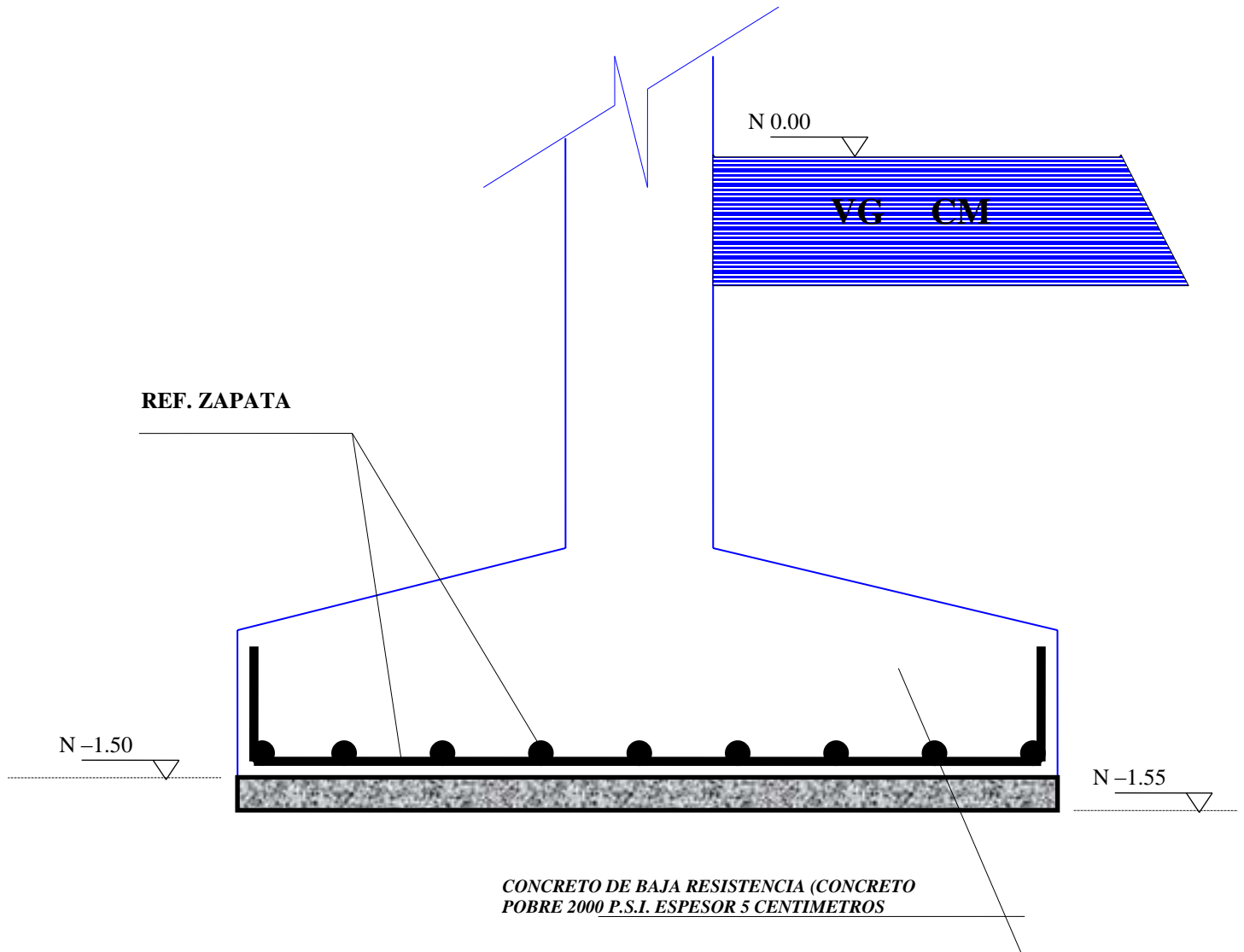
*La presión admisible del suelo ( $q_a$ ), será de:*

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

$$q_a = 408.94 / 3 \quad FS: \text{Factor de seguridad} = (3)$$

$$q_a = 136.31 \text{ KN / m}^2 \quad \text{Aproximadamente } 136 \text{ KN / m}^2$$

# DETALLE CIMENTACION





CALCULO DE ASENTAMIENTOS PARA ZAPATAS SOBRE ARCILLAS		
TORRE AMPLIACION TDT		SAMANIEGO
	DATOS INICIALES PROYECTO	
	q =	1.84 ton/m <sup>2</sup>
	B =	3.00 m
	L =	3.00 m
	Es =	2179.63 ton/m <sup>2</sup>
	μs =	0.31
	e <sub>o</sub> =	0.90
	qu =	15.20 ton/m <sup>2</sup>
	Δo =	2.78 ton/m <sup>2</sup>
	LL =	88.40%
	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	
μs =	Relacion de Poisson	
e <sub>o</sub> =	Relacion de vacios	
qu =	Capacidad portante	
LL =	Limite Liquido	
Cc =	Indice de Compresion	
Cα =	Coeficiente de Consolidacion	
Δo =	Esfuerzo efectivo a la profundidad de asentamientos	
Δσ =	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	$H_1 =$	0.00128 m	1.28 mm
$m =$	1.000	$H_2 =$	0.00257 m	2.57 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 - 1.50		
Nivel inicial estrato de asentamiento		N - 1.50		
Nivel final estrato de asentamiento		N - 3.50		
$H_c =$	2.00 m	Altura estrato compresible		
Tabla para el Calculo de $\Delta a, \Delta m, \Delta f$		$q_f =$	2.33 ton/m <sup>2</sup>	
$Z_i$	$m_i$	$n_i$	$I_c$	$\Delta_i$
0.00	1.00	0.00	0.20458	0.477
1.00	1.00	0.70	0.14914	0.348
2.00	1.00	1.40	0.19139	0.447
$m_i = \frac{L}{B}$		$m_i = \frac{Z_i}{B/2}$		VER TABLA ANEXA $\Delta_i = q_f * I_c$
$\Delta\sigma =$	0.21 ton/m <sup>2</sup>			
$C_c =$	0.7056			
$H_3 =$	0.02370 m	23.70 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	Tiempo de consolidacion total proyectada		
$t_o =$	7.0 Años	Tiempo de partida consolidacion secundaria		
$H_4 =$	0.00182 m	1.82 mm		
Asentamientos Totales en el Centro del Cimiento				26.81 mm
Asentamientos Totales en la Esquina del Cimiento				28.10 mm

## RESULTADOS DE LABORATORIO

## PESO UNITARIO DE SUELOS

OBRA TORRE AMPLIACION TDT

SONDEO : 1

SITIO SAMANIEGO 1°20'18.30"N 77°36'47.80"W

CIUDAD : SAMANIEGO, NARIÑO

DESCRIPCION ARCILLA HABANA VETAS GRISES

PROFUNDIDAD : 1.30 m - 1.75 m

FECHA jun-18

### PESO UNITARIO

No. PRUEBA	1	2
PESO MUESTRA EN EL AIRE	94.44	
PESO MUESTRA + PARAFINA	98.53	
PESO PARAFINA (gr.)	4.09	
VOLUMEN DE PARAFINA (cm <sup>3</sup> )	5.00	
PESO MUESTRA EN AGUA (gr.)	53.16	
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm <sup>3</sup> )	55.88	
DENSIDAD (gr/cm <sup>3</sup> )	1.69	

### RESULTADOS

PESO UNITARIO PROMEDIO	1.69 gr / cm3
------------------------	---------------

Observaciones:

Realizo: Luis Salazar

## PESO UNITARIO DE SUELOS

OBRA TORRE AMPLIACION TDT

SONDEO : 1

SITIO SAMANIEGO 1°20'18.30"N 77°36'47.80"W

CIUDAD : SAMANIEGO, NARIÑO

DESCRIPCION ARCILLA HABANA VETAS GRISES

PROFUNDIDAD : 2.00 m - 2.45 m

FECHA jun-18

### PESO UNITARIO

No. PRUEBA	1	2
PESO MUESTRA EN EL AIRE	95.55	
PESO MUESTRA + PARAFINA	99.64	
PESO PARAFINA (gr.)	4.09	
VOLUMEN DE PARAFINA (cm <sup>3</sup> )	5.00	
PESO MUESTRA EN AGUA (gr.)	54.42	
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm <sup>3</sup> )	56.88	
DENSIDAD (gr/cm <sup>3</sup> )	1.68	

### RESULTADOS

PESO UNITARIO PROMEDIO	<b>1.68 gr / cm3</b>
------------------------	----------------------

Observaciones:

Realizo: Luis Salazar

## PESO UNITARIO DE SUELOS

OBRA TORRE AMPLIACION TDT

SONDEO : 2

SITIO SAMANIEGO 1°20'18.30"N 77°36'47.80"W

CIUDAD : SAMANIEGO, NARIÑO

DESCRIPCION ARCILLA HABANA VETAS GRISES

PROFUNDIDAD : 2.00 m - 2.45 m

FECHA jun-18

### PESO UNITARIO

No. PRUEBA	1	2
PESO MUESTRA EN EL AIRE	96.01	
PESO MUESTRA + PARAFINA	100.10	
PESO PARAFINA (gr.)	4.09	
VOLUMEN DE PARAFINA (cm <sup>3</sup> )	5.00	
PESO MUESTRA EN AGUA (gr.)	54.30	
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm <sup>3</sup> )	56.81	
DENSIDAD (gr/cm <sup>3</sup> )	1.69	

### RESULTADOS

PESO UNITARIO PROMEDIO	1.69 gr / cm3
------------------------	---------------

Observaciones:

Realizo: Luis Salazar

## PESO UNITARIO DE SUELOS

OBRA TORRE AMPLIACION TDT

SONDEO : 2

SITIO SAMANIEGO 1°20'18.30"N 77°36'47.80"W

CIUDAD : SAMANIEGO, NARIÑO

DESCRIPCION ARCILLA HABANA VETAS GRISES

PROFUNDIDAD : 2.90 m - 3.35 m

FECHA jun-18

### PESO UNITARIO

No. PRUEBA	1	2
PESO MUESTRA EN EL AIRE	94.44	
PESO MUESTRA + PARAFINA	98.53	
PESO PARAFINA (gr.)	4.09	
VOLUMEN DE PARAFINA (cm <sup>3</sup> )	5.00	
PESO MUESTRA EN AGUA (gr.)	54.08	
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm <sup>3</sup> )	56.55	
DENSIDAD (gr/cm <sup>3</sup> )	1.67	

### RESULTADOS

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

Observaciones:

Realizo: Luis Salazar

## PESO UNITARIO DE SUELOS

OBRA TORRE AMPLIACION TDT

SONDEO : 3

SITIO SAMANIEGO 1°20'18.30"N 77°36'47.80"W

CIUDAD : SAMANIEGO, NARIÑO

DESCRIPCION ARCILLA HABANA VETAS GRISES

PROFUNDIDAD : 4.70 m - 5.15 m

FECHA jun-18

### PESO UNITARIO

No. PRUEBA	1	2
PESO MUESTRA EN EL AIRE	95.55	
PESO MUESTRA + PARAFINA	99.64	
PESO PARAFINA (gr.)	4.09	
VOLUMEN DE PARAFINA (cm <sup>3</sup> )	5.00	
PESO MUESTRA EN AGUA (gr.)	54.42	
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm <sup>3</sup> )	56.88	
DENSIDAD (gr/cm <sup>3</sup> )	1.68	

### RESULTADOS

PESO UNITARIO PROMEDIO	<b>1.68 gr / cm3</b>
------------------------	----------------------

Observaciones:

Realizo: Luis Salazar



## PESO UNITARIO DE SUELOS

OBRA TORRE AMPLIACION TDT

SONDEO : 3

SITIO SAMANIEGO 1°20'18.30"N 77°36'47.80"W

CIUDAD : SAMANIEGO, NARIÑO

DESCRIPCION ARCILLA HABANA VETAS GRISES

PROFUNDIDAD : 2.90 m - 3.35 m

FECHA jun-18

### PESO UNITARIO

No. PRUEBA	1	2
PESO MUESTRA EN EL AIRE	96.01	
PESO MUESTRA + PARAFINA	100.10	
PESO PARAFINA (gr.)	4.09	
VOLUMEN DE PARAFINA (cm <sup>3</sup> )	5.00	
PESO MUESTRA EN AGUA (gr.)	54.30	
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm <sup>3</sup> )	56.81	
DENSIDAD (gr/cm <sup>3</sup> )	1.69	

### RESULTADOS

PESO UNITARIO PROMEDIO	1.69 gr / cm3
------------------------	---------------

Observaciones:

Realizo: Luis Salazar

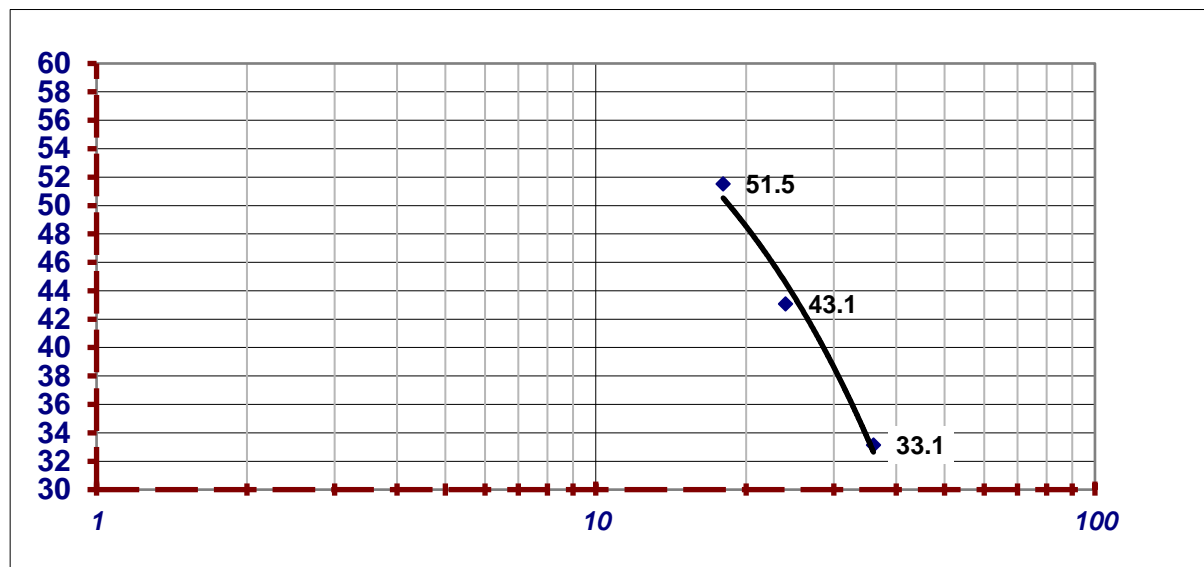
# LIMITES DE CONSISTENCIA

OBRA TORRE AMPLIACION TDT SONDEO : 1  
 SITIO SAMANIEGO 1°20'18.30"N 77°36'47.80"W CIUDAD : SAMANIEGO, NARIÑO  
 DESCRIPCION ARCILLA HABANA VETAS GRISES PROFUNDIDAD : 1.30 m - 1.75 m  
 FECHA jun-18

LIMITE LIQUIDO					RESULTADOS
Numero de golpes	36	24	18		LIMITE LIQUIDO = 43.60%
Vidrio No.	12	25	1		LIMITE PLASTICO = 22.40%
P1	43.3	46.6	46.7		INDICE DE PLASTICIDAD= 21.20%
P2	35.4	36.5	34.7		
P3	11.6	13.1	11.5		
% Humedad	33.1	43.1	51.5		

LIMITE PLASTICO				
Vidrio No.	29	11		
P1	44.1	47.9		
P2	38.5	41.8		
P3	12.7	15.2		
% Humedad	21.8	23		

LABORATORISTA: LUIS SALAZAR



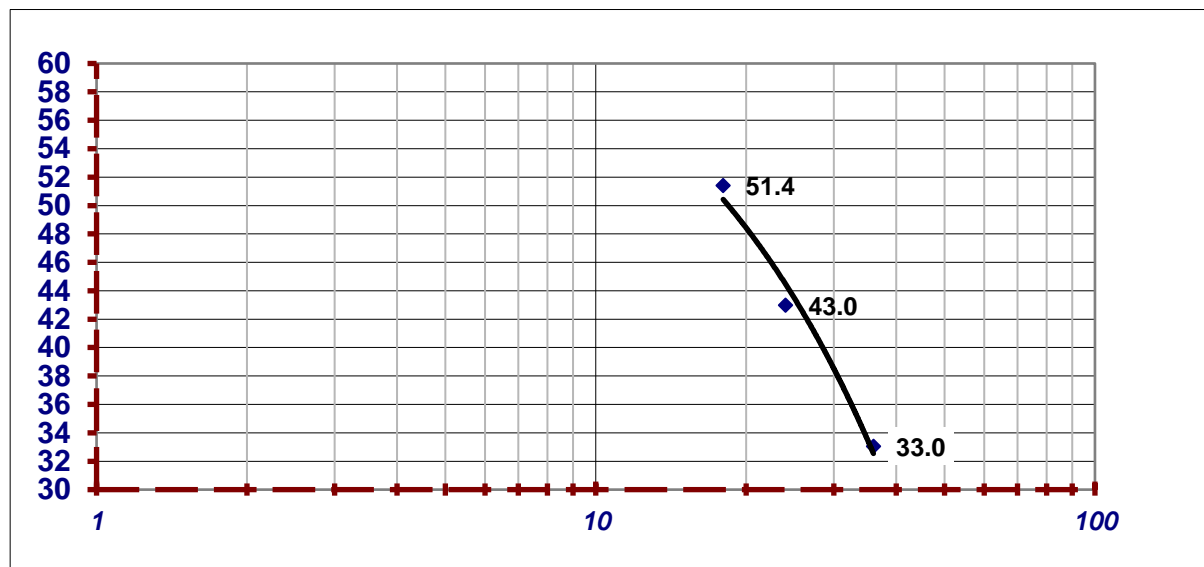
# LIMITES DE CONSISTENCIA

OBRA TORRE AMPLIACION TDT SONDEO : 1  
 SITIO SAMANIEGO 1°20'18.30"N 77°36'47.80"W CIUDAD : SAMANIEGO, NARIÑO  
 DESCRIPCION ARCILLA HABANA VETAS GRISES PROFUNDIDAD : 2.00 m - 2.45 m  
 FECHA jun-18

LIMITE LIQUIDO					RESULTADOS
Numero de golpes	36	24	18		LIMITE LIQUIDO = 43.50%
Vidrio No.	12	25	1		LIMITE PLASTICO = 22.40%
P1	43.3	46.6	46.6		INDICE DE PLASTICIDAD= 21.10%
P2	35.4	36.5	34.7		
P3	11.6	13.1	11.5		
% Humedad	33.0	43.0	51.4		

LIMITE PLASTICO				
Vidrio No.	29	11		
P1	44.1	47.9		
P2	38.5	41.8		
P3	12.7	15.2		
% Humedad	21.8	23		

LABORATORISTA: LUIS SALAZAR



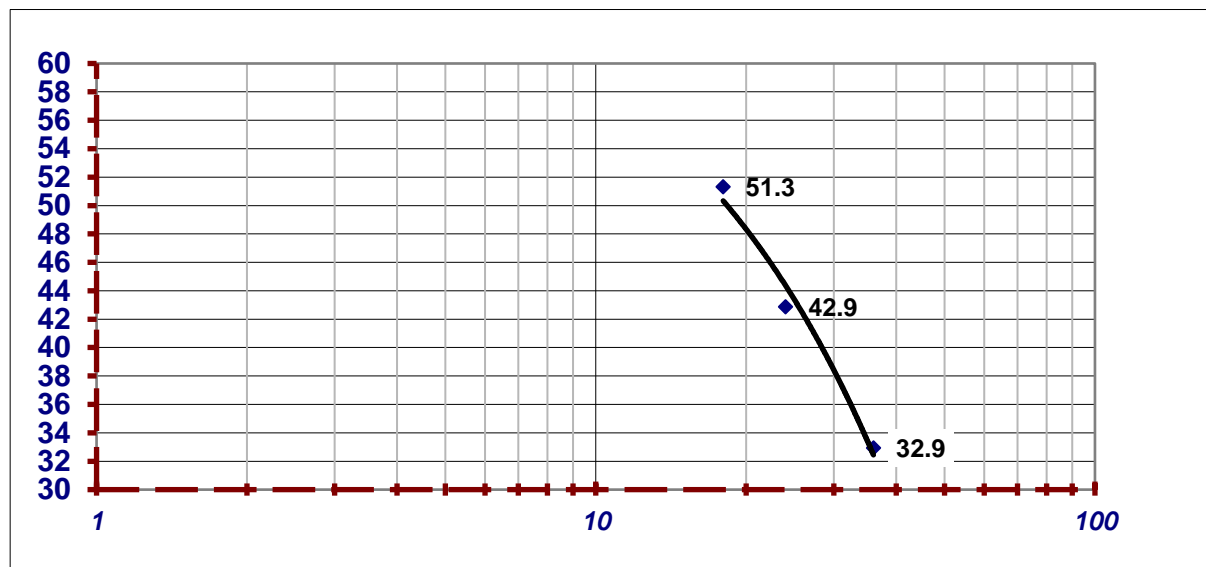
# LIMITES DE CONSISTENCIA

OBRA TORRE AMPLIACION TDT SONDEO : 2  
 SITIO SAMANIEGO 1°20'18.30"N 77°36'47.80"W CIUDAD : SAMANIEGO, NARIÑO  
 DESCRIPCION ARCILLA HABANA VETAS GRISES PROFUNDIDAD : 2.00 m - 2.45 m  
 FECHA jun-18

LIMITE LIQUIDO					RESULTADOS
Numero de golpes	36	24	18		LIMITE LIQUIDO = 43.40%
Vidrio No.	12	25	1		LIMITE PLASTICO = 22.10%
P1	43.2	46.5	46.6		INDICE DE PLASTICIDAD= 21.30%
P2	35.4	36.5	34.7		
P3	11.6	13.1	11.5		
% Humedad	32.9	42.9	51.3		

LIMITE PLASTICO				
Vidrio No.	29	11		
P1	44.0	47.8		
P2	38.5	41.8		
P3	12.7	15.2		
% Humedad	21.5	22.7		

LABORATORISTA: LUIS SALAZAR



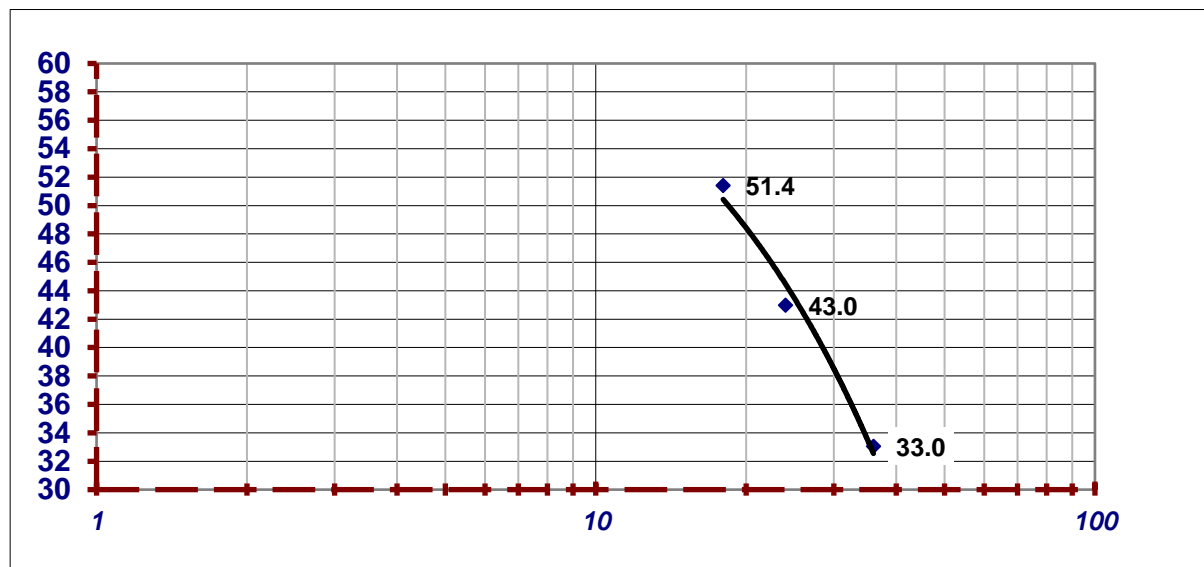
# LIMITES DE CONSISTENCIA

OBRA TORRE AMPLIACION TDT SONDEO : 2  
 SITIO SAMANIEGO 1°20'18.30"N 77°36'47.80"W CIUDAD : SAMANIEGO, NARIÑO  
 DESCRIPCION ARCILLA HABANA VETAS GRISES PROFUNDIDAD : 2.90 m - 3.35 m  
 FECHA jun-18

LIMITE LIQUIDO					RESULTADOS
Numero de golpes	36	24	18		LIMITE LIQUIDO = 43.50%
Vidrio No.	12	25	1		LIMITE PLASTICO = 22.30%
P1	43.3	46.6	46.6		INDICE DE PLASTICIDAD= 21.20%
P2	35.4	36.5	34.7		
P3	11.6	13.1	11.5		
% Humedad	33.0	43.0	51.4		

LIMITE PLASTICO				
Vidrio No.	29	11		
P1	44.1	47.9		
P2	38.5	41.8		
P3	12.7	15.2		
% Humedad	21.7	22.9		

LABORATORISTA: LUIS SALAZAR



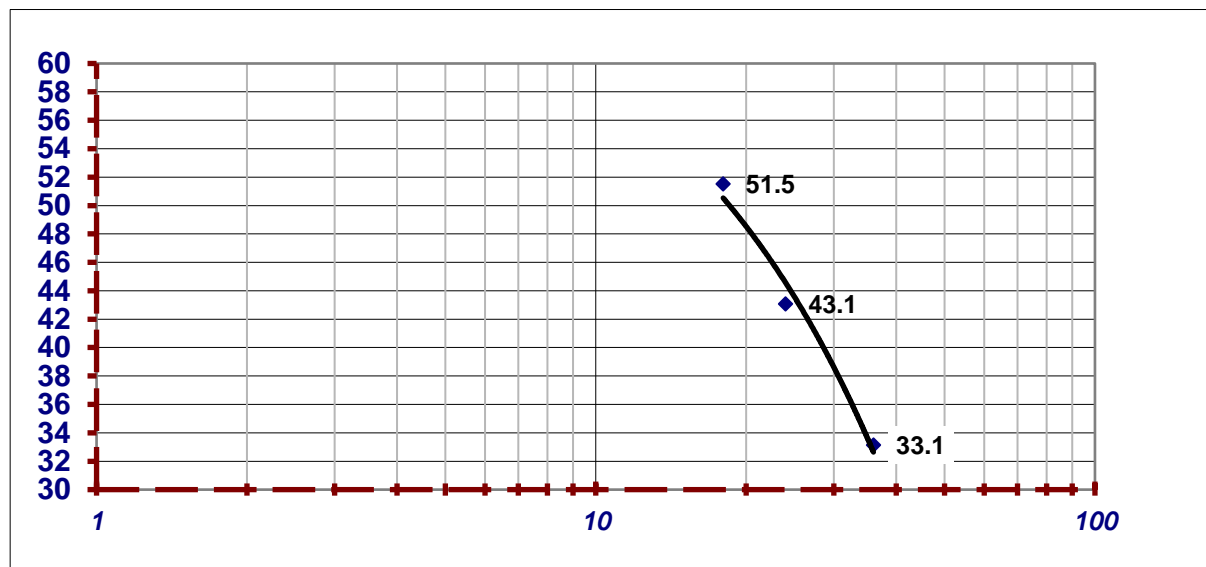
# LIMITES DE CONSISTENCIA

OBRA TORRE AMPLIACION TDT SONDEO : 3  
 SITIO SAMANIEGO 1°20'18.30"N 77°36'47.80"W CIUDAD : SAMANIEGO, NARIÑO  
 DESCRIPCION ARCILLA HABANA VETAS GRISES PROFUNDIDAD : 2.30 m - 2.75 m  
 FECHA jun-18

LIMITE LIQUIDO					RESULTADOS
Numero de golpes	36	24	18		LIMITE LIQUIDO = 43.60%
Vidrio No.	12	25	1		LIMITE PLASTICO = 22.30%
P1	43.3	46.6	46.7		INDICE DE PLASTICIDAD= 21.30%
P2	35.4	36.5	34.7		
P3	11.6	13.1	11.5		
% Humedad	33.1	43.1	51.5		

LIMITE PLASTICO				
Vidrio No.	29	11		
P1	44.1	47.9		
P2	38.5	41.8		
P3	12.7	15.2		
% Humedad	21.7	22.9		

LABORATORISTA: LUIS SALAZAR



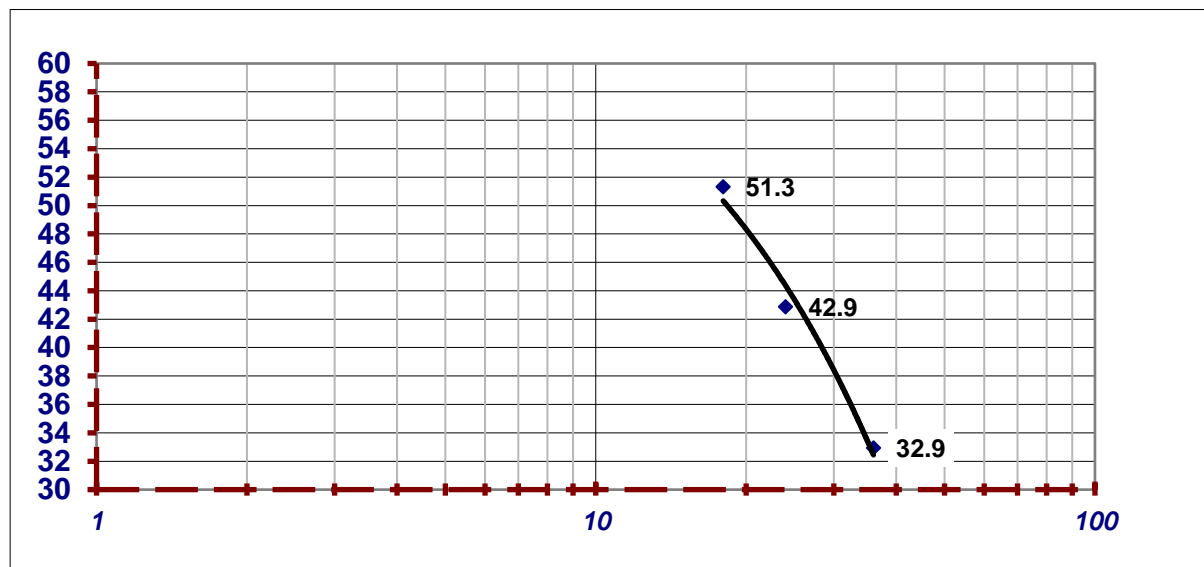
# LIMITES DE CONSISTENCIA

OBRA TORRE AMPLIACION TDT SONDEO : 3  
 SITIO SAMANIEGO 1°20'18.30"N 77°36'47.80"W CIUDAD : SAMANIEGO, NARIÑO  
 DESCRIPCION ARCILLA HABANA VETAS GRISES PROFUNDIDAD : 2.90 m - 3.35 m  
 FECHA jun-18

LIMITE LIQUIDO					RESULTADOS
Numero de golpes	36	24	18		LIMITE LIQUIDO = 43.40%
Vidrio No.	12	25	1		LIMITE PLASTICO = 22.10%
P1	43.2	46.5	46.6		INDICE DE PLASTICIDAD= 21.30%
P2	35.4	36.5	34.7		
P3	11.6	13.1	11.5		
% Humedad	32.9	42.9	51.3		

LIMITE PLASTICO				
Vidrio No.	29	11		
P1	44.0	47.8		
P2	38.5	41.8		
P3	12.7	15.2		
% Humedad	21.5	22.7		

LABORATORISTA: LUIS SALAZAR



## ENSAYOS DE COMPRESION INCONFINADA

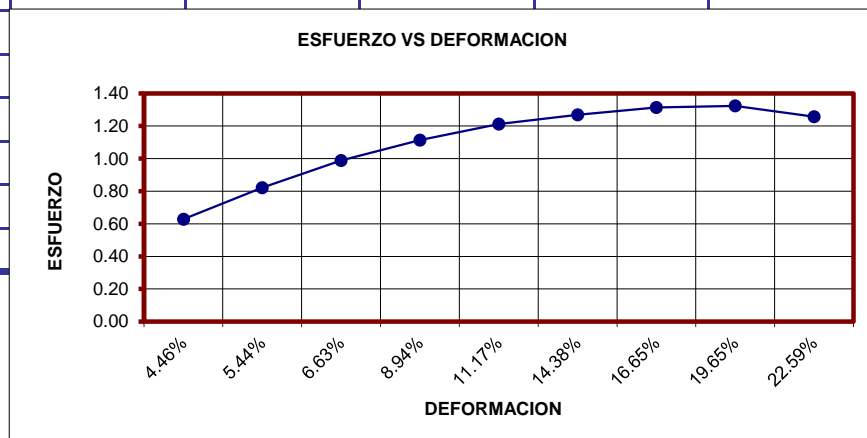
MUESTRAS TOMADAS EN : SAMANIEGO, NARIÑO 1°20'18.30"N 77°36'47.80"W  
 CORRESPONDEN A : SONDEO No. 1  
 DESCRIPCION: ARCILLA HABANA VETAS GRISES  
 PROFUNDIDAD: 1.30 m - 1.75 m

ALTURA INICIAL H: 10.56 cm  
 DIAMETRO INICIAL: 5.20 cm  
 AREA INICIAL: 21.24 cm<sup>2</sup>  
 VOLUMEN INICIAL: 224.26 cm<sup>3</sup>  
 PESO INICIAL Po: 379.01 g  
 PESO SECO Pf: 236.19 g  
 HUMEDAD W: 60.47%

LIMITE LIQUIDO Wl:  
 LIMITE PLASTICO Wp:  
 PASO MALLA No: 200 %:  
 PESO UNITARIO Gv: 1.69 g/cm<sup>3</sup>  
 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 <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>
65	4.46%	14	13.972	0.9554	22.229	0.63
85	5.44%	24	18.474	0.9456	22.460	0.82
105	6.63%	32	22.476	0.9337	22.746	0.99
145	8.94%	40	25.978	0.9106	23.323	1.11
185	11.17%	48	28.981	0.8883	23.908	1.21
225	14.38%	56	31.483	0.8562	24.804	1.27
265	16.65%	60	33.485	0.8335	25.480	1.31
325	19.65%	62	34.987	0.8035	26.432	1.32
385	22.59%	61	34.487	0.7741	27.436	1.26









## ENSAYOS DE COMPRESION INCONFINADA

MUESTRAS TOMADAS EN : SAMANIEGO, NARIÑO 1°20'18.30"N 77°36'47.80"W  
 CORRESPONDEN A : SONDEO No. 2  
 DESCRIPCION: ARCILLA HABANA VETAS GRISES  
 PROFUNDIDAD: 2.90 m - 3.35 m

ALTURA INICIAL H: 10.62 cm  
 DIAMETRO INICIAL: 5.20 cm  
 AREA INICIAL: 21.24 cm<sup>2</sup>  
 VOLUMEN INICIAL: 225.54 cm<sup>3</sup>  
 PESO INICIAL Po: 376.65 g  
 PESO SECO Pf: 233.82 g  
 HUMEDAD W: 61.09%

LIMITE LIQUIDO W<sub>L</sub>:  
 LIMITE PLASTICO W<sub>p</sub>:  
 PASO MALLA No: 200 %:  
 PESO UNITARIO G<sub>v</sub>: 1.67 g/cm<sup>3</sup>  
 RELACION DE VACIOS e:  
 GRADO DE SATURACION S:

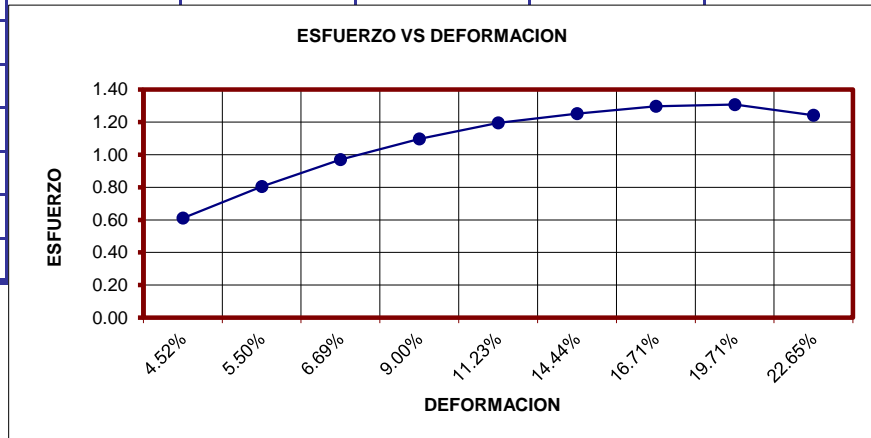
ANILLO DE CARGA No.

FACTOR DE CALIBRACION:

0.139

A= 100 A<sub>o</sub> / (100-% DEFORMACION)

INDICE DE DEFORM. ,001"	% DEFOR	IND. DE CARGA ,0001"	CARGA AX. Kg	1-% DE DEFORM	AREA CORREGIDA cm <sup>2</sup>	ESFUERZO CORREGIDO kg/cm <sup>2</sup>
66	4.52%	14	13.583	0.9548	22.243	0.61
86	5.50%	24	18.085	0.9450	22.474	0.80
106	6.69%	32	22.087	0.9331	22.761	0.97
146	9.00%	40	25.589	0.9100	23.338	1.10
186	11.23%	48	28.592	0.8877	23.925	1.20
226	14.44%	56	31.094	0.8556	24.822	1.25
266	16.71%	60	33.096	0.8329	25.499	1.30
326	19.71%	62	34.598	0.8029	26.452	1.31
386	22.65%	61	34.098	0.7735	27.457	1.24







# GRANULOMETRIA

OBRA                    TORRE AMPLIACION TDT                    SONDEO :        1

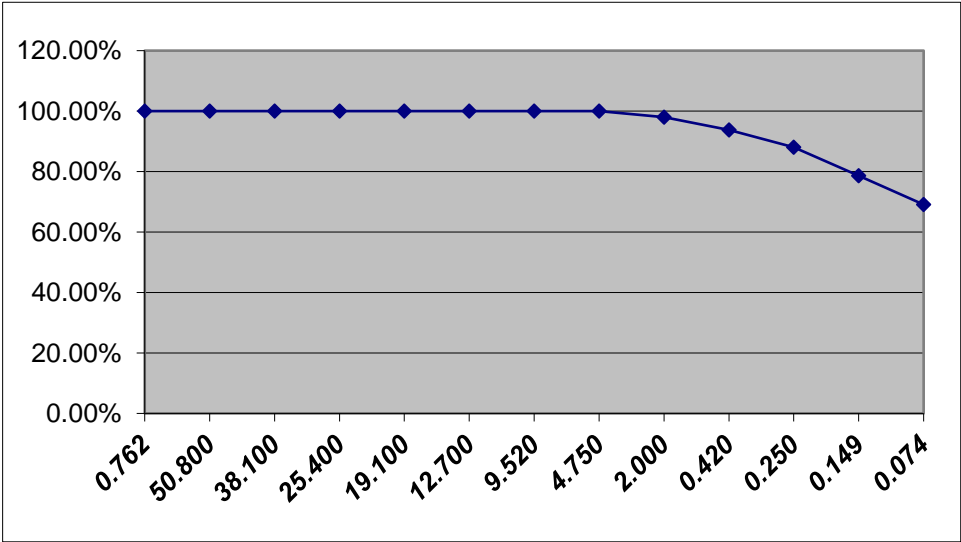
SITIO                    SAMANIEGO 1°20'18.30"N 77°36'47.80"W                    CIUDAD :        SAMANIEGO, NARIÑO

DESCRIPCION    ARCILLOLITA HABANA VETAS GRISES                    PROFUNDIDAD 3.90 m    -    4.35 m

FECHA                    jun-18

GRADACION					PESO DE LA MUESTRA	
TAMIZ	Wretenido	Wretenido corregido	%retenido	%pasa	180 gr	
3"	0.000	0.00	0.00%	100.00%	RESUMEN GRAVA                    0.00% ARENA                    11.91% FINOS                    88.09%	
2"	0.000	0.00	0.00%	100.00%		
1 1/2"	0.000	0.00	0.00%	100.00%		
1"	0.000	0.00	0.00%	100.00%		
3/4"	0.000	0.00	0.00%	100.00%		
1/2"	0.000	0.00	0.00%	100.00%		
3/8"	0.000	0.00	0.00%	100.00%		
N 4	3.591	3.59	2.00%	100.00%		
N 10	7.592	7.59	4.22%	98.01%		
N 40	10.258	10.26	5.70%	93.79%		
N 80	16.987	16.99	9.44%	88.09%		
N 100	17.220	17.22	9.57%	78.65%		
N 200	5.914	5.91	3.29%	69.08%		
FONDO	118.438			65.80%		

SUMATORIA                    180.000                    34.20%



# GRANULOMETRIA

OBRA                    TORRE AMPLIACION TDT                    SONDEO :        2

SITIO                    SAMANIEGO 1°20'18.30"N 77°36'47.80"W                    CIUDAD :        SAMANIEGO, NARIÑO

DESCRIPCION    ARCILLOLITA HABANA VETAS GRISES                    PROFUNDIDAD 4.00 m    -    4.45 m

FECHA                    jun-18

GRADACION				
TAMIZ	Wretenido	Wretenido corregido	%retenido	%pasa
3"	0.000	0.00	0.00%	100.00%
2"	0.000	0.00	0.00%	100.00%
1 1/2"	0.000	0.00	0.00%	100.00%
1"	0.000	0.00	0.00%	100.00%
3/4"	0.000	0.00	0.00%	100.00%
1/2"	0.000	0.00	0.00%	100.00%
3/8"	0.000	0.00	0.00%	100.00%
N 4	5.691	5.69	3.00%	100.00%
N 10	7.691	7.69	4.05%	97.00%
N 40	12.591	12.59	6.63%	92.96%
N 80	16.998	17.00	8.95%	86.33%
N 100	17.633	17.63	9.28%	77.38%
N 200	6.891	6.89	3.63%	68.10%
FONDO	122.505			64.48%

PESO DE LA MUESTRA

190 gr

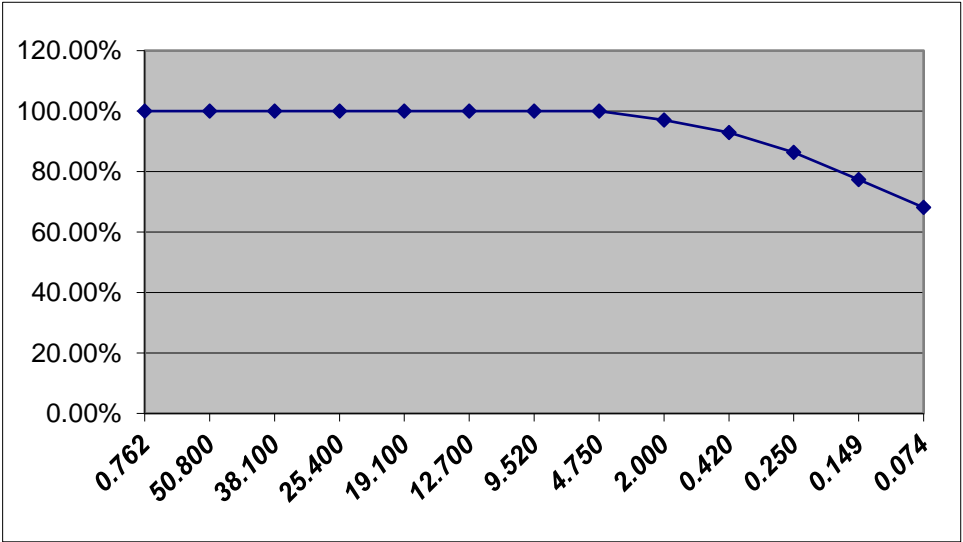
RESUMEN

GRAVA                    0.00%

ARENA                    13.67%

FINOS                    86.33%

SUMATORIA                    190.000                    35.52%



# GRANULOMETRIA

OBRA                    TORRE AMPLIACION TDT                    SONDEO :        3

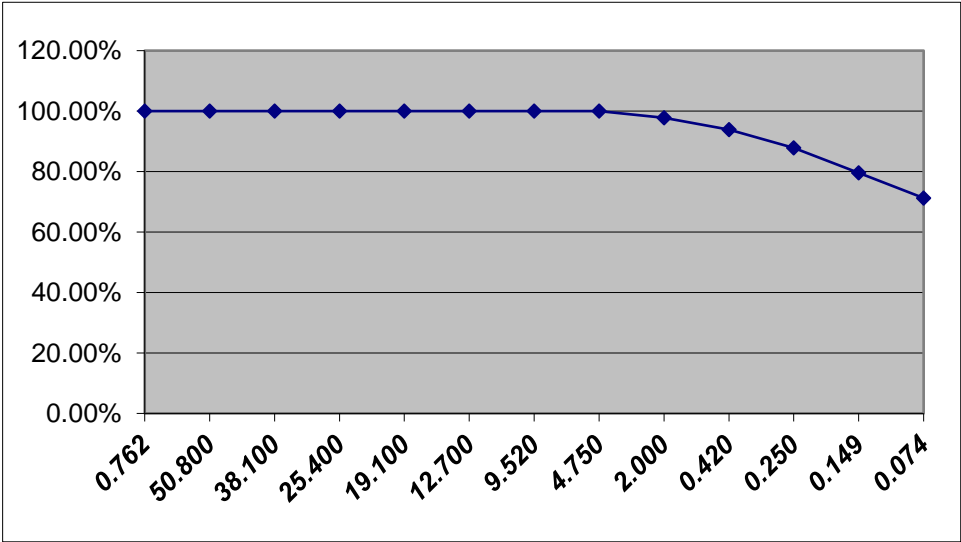
SITIO                    SAMANIEGO 1°20'18.30"N 77°36'47.80"W                    CIUDAD :        SAMANIEGO, NARIÑO

DESCRIPCION    ARCILLOLITA HABANA VETAS GRISES                    PROFUNDIDAD 4.10 m    -    4.55 m

FECHA                    jun-18

GRADACION					PESO DE LA MUESTRA	
TAMIZ	Wretenido	Wretenido corregido	%retenido	%pasa	180 gr	
3"	0.000	0.00	0.00%	100.00%	RESUMEN	
2"	0.000	0.00	0.00%	100.00%		
1 1/2"	0.000	0.00	0.00%	100.00%		
1"	0.000	0.00	0.00%	100.00%		
3/4"	0.000	0.00	0.00%	100.00%	GRAVA	0.00%
1/2"	0.000	0.00	0.00%	100.00%		
3/8"	0.000	0.00	0.00%	100.00%	ARENA	12.14%
N 4	3.987	3.99	2.22%	100.00%		
N 10	6.981	6.98	3.88%	97.79%	FINOS	87.86%
N 40	10.891	10.89	6.05%	93.91%		
N 80	14.893	14.89	8.27%	87.86%		
N 100	14.999	15.00	8.33%	79.58%		
N 200	7.633	7.63	4.24%	71.25%		
FONDO	120.616			67.01%		

SUMATORIA                    180.000                    32.99%





# INFORME FOTOGRAFICO

ESTACIÓN.





### SONDEOS













