

EXPLORACION GEOTECNICA PARA EL DISEÑO DE
CIMENTACIONES DE TORRES PARA COMUNICACIONES
5°11'29.2" NORTE, 75° 51'16.8"OESTE
BELEN DE UMBRIA, RISARALDA

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**

**5°11'29.2" NORTE, 75° 51'16.8" OESTE
BELEN DE UMBRIA, RISARALDA**

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 Belén de Umbría - Risaralda, dentro de las instalaciones de la estación Belén de Umbría en el área rural del municipio en el sector conocido como Cerro Piñales.*

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 220 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

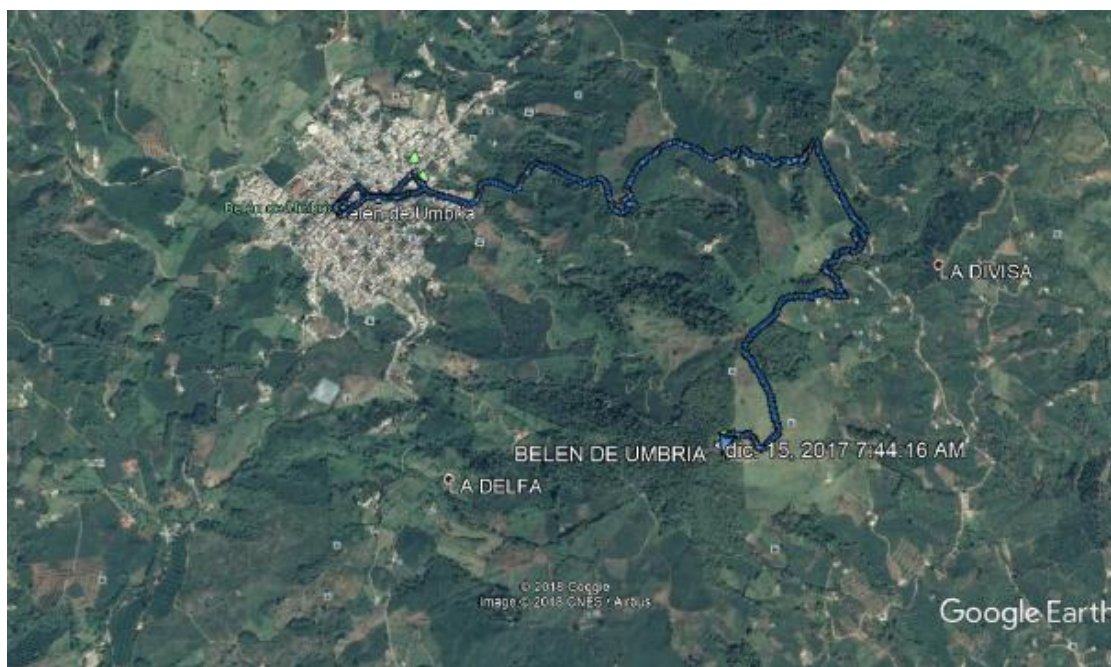
- Humedad*
- natural*
- Pesos*
- unitarios*

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 Belén de Umbría - Risaralda, localizada en el área rural del municipio en el sector conocido como Cerro Piñales en las siguientes coordenadas:

5°11'29.2" norte, 75° 51'16.8" oeste.



Ubicación del proyecto

4.2 INFORMACION GENERAL DEL MUNICIPIO



El municipio de Belén de Umbría se encuentra en el Departamento de Risaralda, cuenta con una topografía montañosa en un 80% por estar situado en las estribaciones de la margen derecha de la cordillera occidental. Su clima es cálido en el Valle del Río Risaralda, medio en la mayor parte de su territorio y frío en el noroccidente del municipio; limita por el norte con los municipios de Mistrató y Guática (Departamento de Risaralda), por el oriente con los

municipios de Anserma y Risaralda (Departamento de Caldas), por el sur con Apía (Departamento de Risaralda), Viterbo y San José (Departamento de Caldas), al occidente con Pueblo Rico, la distancia a la ciudad de Pereira es de 75 km. Cuenta con suficientes vías carreteables, la mayoría en buen estado; estas vías comunican a medio centenar de las veredas que conforman el municipio

El clima es cálido en el Valle del Río Risaralda, medio en la mayor parte de su territorio y frío en el noroccidente del municipio. El páramo es relativamente escaso.

El proyecto contempla la construcción de una torre auto soportada de 45 metros de altura, para la instalación del sistema radiante requerido.

El lote del terreno es plano, y ya existe una torre, una antena con, 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	-	0.10 m	Capa vegetal.
De 0.10	-	2.70 m	Limo arcilloso carmelita.
De 2.70	-	4.60 m	Limo arcilloso verde oxidado.
De 4.60	-	6.00 m	Cantos de arenisca oxidada en matriz de limo carmelita

El manto de Limo arcilloso carmelita, es de baja plasticidad, con limite liquido de 46.80 %, el índice de plasticidad es de 22.30. La consistencia evaluada mediante pruebas de compresión inconfiada dieron valores de 1.20 kg. /cm², indicando un estrato de consistencia media blanda.

El manto de Limo arcilloso verde oxidado, es de baja plasticidad, con limite liquido de 17.40%, el índice de plasticidad es de 10.20. La consistencia evaluada mediante

pruebas de compresión inconfiada dieron valores de 2.60 kg. /cm², indicando un estrato de consistencia media blanda.

El manto de Cantos de arenisca oxidada en matriz de limo carmelita, se presentó en general como no líquido, no plástico, con valores a la penetración estándar de 32 golpes / pie.

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 de las muestras tomadas con el tubo de pared delgada o tubo Shelby, 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.

El muestreador es un tubo de acero o latón de diámetro exterior variable entre 50.8 y 127.0 mm, de espesor máximo de 1.5mm y longitud entre 80cm y 1m; y poseen un extremo afilado.

En el momento de muestrear, el tubo debe ser hincado en el suelo hasta alcanzar el punto de rechazo o hasta que se encuentre lleno. Una vez que se ha obtenido la muestra, el tubo de pared delgada es desconectado de la cabeza. Este tipo de muestreador se utiliza principalmente en suelos cohesivos y blandos o semiduros, sin importar que se localicen encima o debajo del nivel freático.

Cuando se trata de investigar suelos profundos se une a barras perforadoras que se ensamblan al tubo Shelby, una vez obtenida se envía al laboratorio para su análisis; algunos estudios realizados pueden ser:

- *Estratigrafía del sitio.*
- *Análisis del estrato que forma un suelo para su clasificación geotécnica.*
- *Resistencia a la permeabilidad, compresibilidad y el esfuerzo de los estratos que forman el suelo.*
- *Análisis de la consistencia o capacidad relativa de algún tipo de estrato*

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

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 Shelby, así como con barreno, dependiendo del tipo de perfil.

Se emplearon los siguientes parámetros de cálculo:

- *Suelo portante de comportamiento principalmente cohesivo.*
- *Resistencia del suelo a la compresión inconfiada de 1.20 kg./cm²*
- *Peso unitario del suelo 16.8 KN/m³*

Con base en los criterios mencionados, se determina una capacidad portante admisible (qa) de 109 KN/m²; 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>Limo arcilloso carmelito</i>
<i>Capacidad portante</i>	<i>10.9 (t/m²)</i>
<i>Módulo de reacción K</i>	<i>1309.80 (t/m³)</i>
<i>Angulo de fricción φ</i>	<i>26°</i>
<i>Peso unitario γ</i>	<i>1.68 (gr/cm³)</i>
<i>Coeficiente de presión activa K_a</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

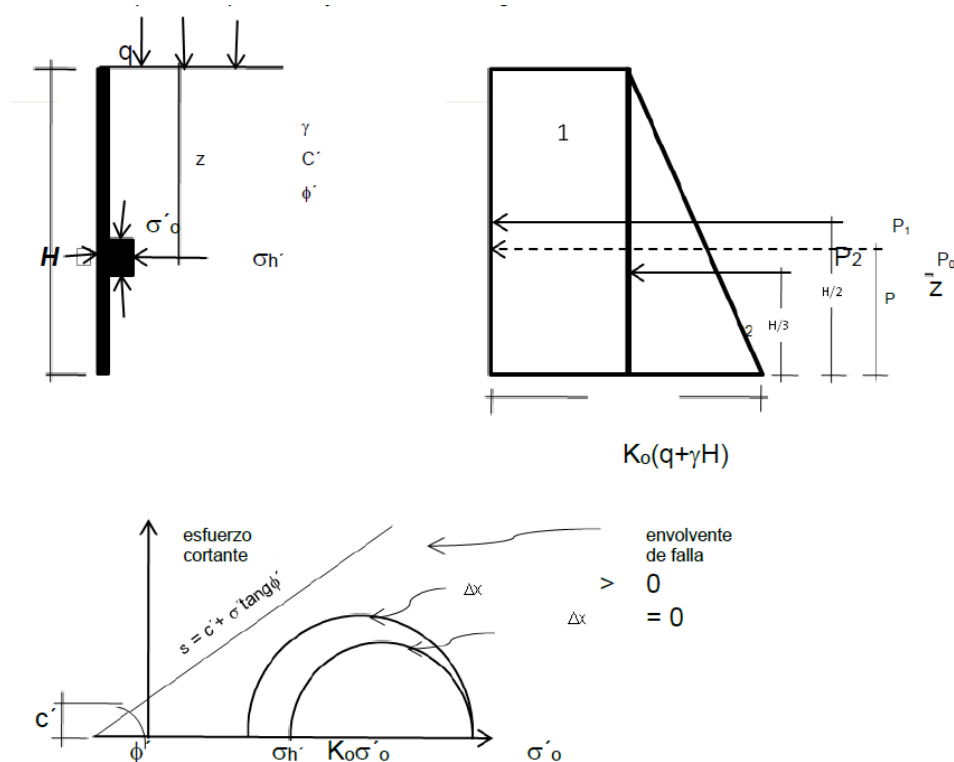
Factores De Seguridad indirectos F_{sicp} Mínimos

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 ultima.

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

$S_u = C$	58.86 KN/m ²
q_c	327.45 KN/m ²
q_a	109 KN/m ²
q	24.91 KN/m ²

DISEÑO

S_{ud}	16.36 KN/m ²	
F_{SBU}	3.60 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:

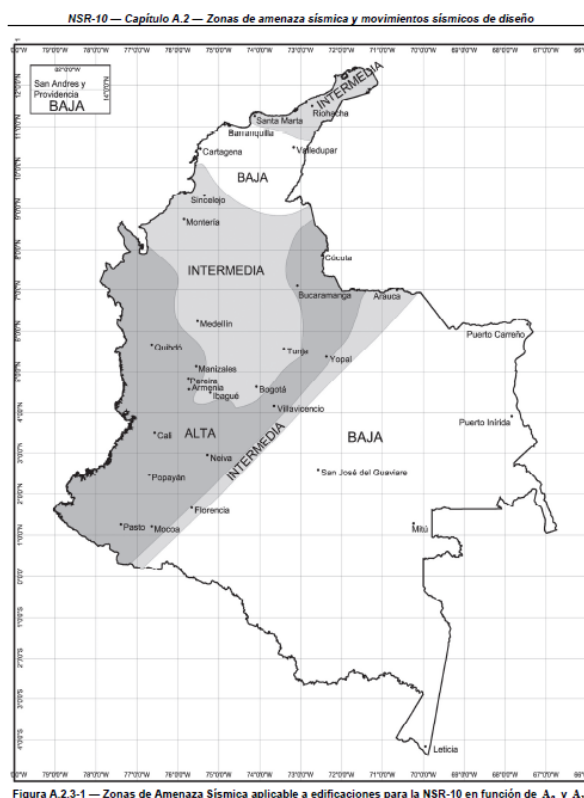
3.00

FACTOR DE SEGURIDAD DIRECTO:

3.60

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 Belén de Umbría se encuentra dentro de un área de riesgo sísmico Alta, y que el perfil del subsuelo corresponde al tipo D.



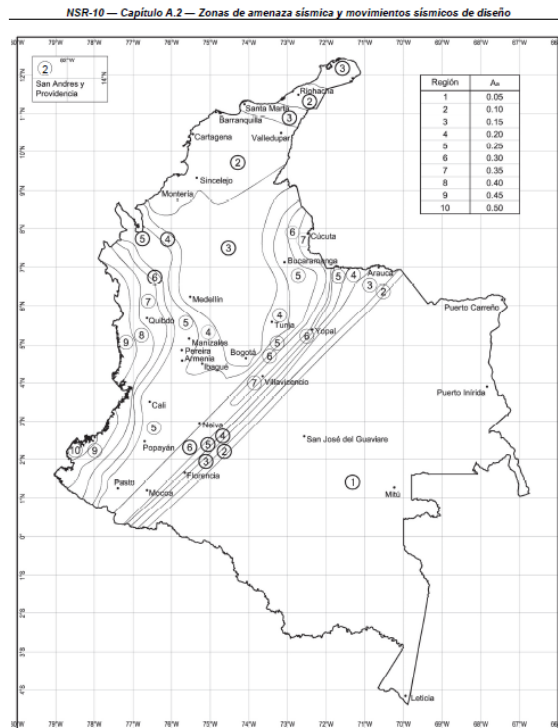


Figura A.2.3-2 — Mapa de valores de A_a

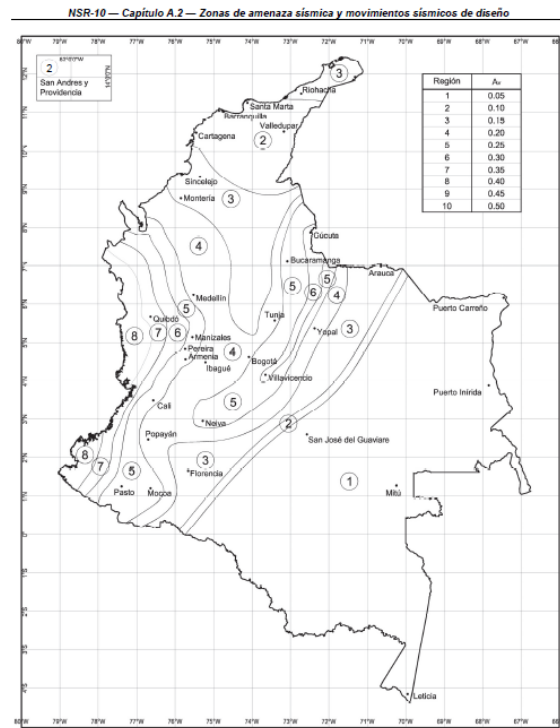


Figura A.2.3-3 - Mapa de valores de A_v

Para los parámetros sísmicos el coeficiente de aceleración pico efectiva, para diseño A_a esperado es de 0.25 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 $F_a = 1.30$, $F_v = 1.80$, $T_c = 0.80$, $T_L = 4.32$ y $T_0 = 0.17$.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- A continuación, se presentan las conclusiones y recomendaciones de la exploración geotécnica llevada a cabo en las coordenadas $5^{\circ}11'29.2''$ norte, $75^{\circ}51'16.8''$ oeste, para el diseño de cimentaciones para la torre de comunicaciones ubicada en el municipio de Belén de Umbría departamento de Risaralda.
- 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 0.10 metros de espesor; suelo catalogado como incompetente para cimentación de estructuras, adicionalmente se deberá retirar 1.40m de la capa de limo arcilloso carmelito para que la cimentación superficial no quede expuesta; en consecuencia, este manto debe ser excavado para llegar al nivel de cimentación.

- *El suelo de cimentación para la torre corresponde a un Limo Arcilloso Carmelito.*
- *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 109 KN/m².*
- *El Municipio de Belén de Umbría se encuentra dentro de un área de riesgo sísmico alto; para los parámetros sísmicos el coeficiente de aceleración pico A_a esperado es de 0.25 y $A_v = 0.30$. Teniendo en cuenta los resultados de campo, al sitio le corresponde un perfil de suelo tipo D con coeficientes $F_a = 1.30$, $F_v = 1.80$, $T_c = 0.80$, $T_L = 4.32$ y $T_0 = 0.17$.*
- *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:*

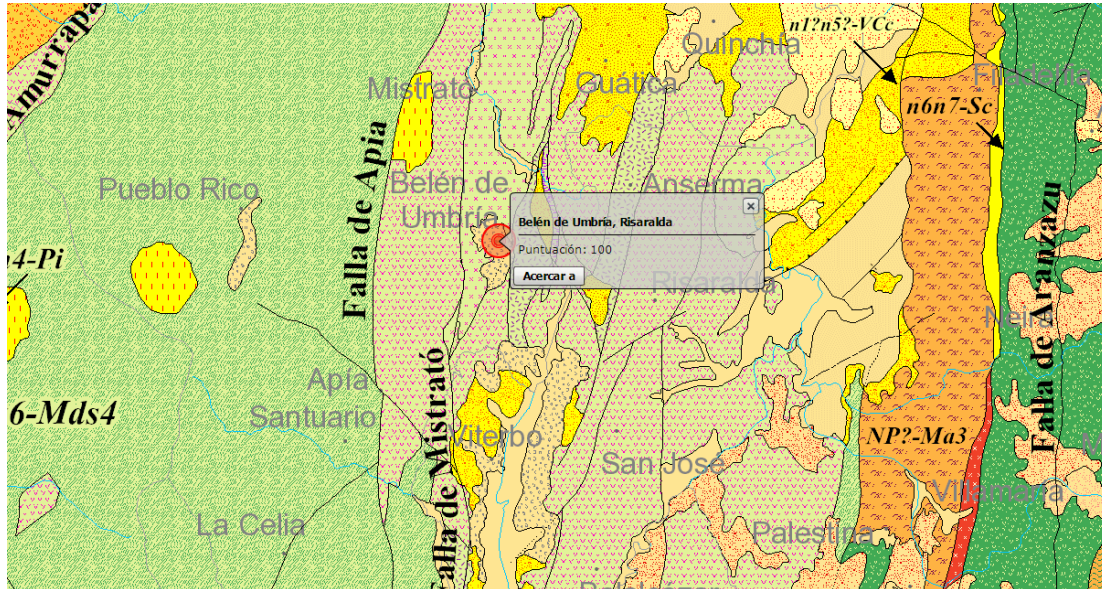
TAMIZ	%PASA
2 1/2"	100
2"	75 - 100
1"	50 - 80
Nº 4	20 - 50
Nº 200	0 - 20

- 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 área está constituida por rocas con edades que van del Cretáceo temprano (140 millones de años) al cuaternario. Las rocas cretáceas de la cordillera occidental la conforman dos zonas con un origen marino similar, uno al sur constituido por el grupo Dagua al suroeste y el grupo Diabásico el sureste. La otra zona, al norte, está compuesta por rocas volcánicas y volcanoclásticas de la formación Barroso, estas rocas se encuentran suprayacidas por una cubierta de rocas sedimentarias de tipo turbidítica y pelágica denominada Formación Penderisco, ambas formaciones, Barroso y Penderisco constituyen el grupo cañas gordas. Es de especial interés la secuencia correspondiente a la Formación Barroso,

por encontrarse en el municipio, en la base se tiene una secuencia volcánica y volcanoclástica, compuesta por rocas básicas de tipo toleítico de origen volcánico, con focas diabásicas, derrames basálticos, basaltos amigdaloides, lavas almohadilladas, tobas y brechas vitreolíticas y aglomerados. Esta formación se encuentra suprayacida por la formación Penderisco que es una secuencia sedimentaria constituida por dos miembros el Nutibara, el cual está en contacto con la formación volcánica y el miembro Urrao que suprayace las anteriores. Los espesores varían entre 10 y 5 km. respectivamente.

En la cordillera occidental se presentan claras evidencias de lavas, gabros y rocas ultramáficas que pueden representar remanentes de corteza oceánica y del medio manto superior respectivamente. Estos cuerpos de roca se encuentran emplazados a lo largo del sistema de fallas Cauca – Romeral. Los fragmentos ofiolíticos discontinuos, relacionados con zonas tectónicas o zonas de sutura se pudieron haber generado en dorsales medio oceánicas. y fueron emplazados como pedazos de corteza oceánica o manto superior sobre el continente, durante el cretáceo medio a tardío.

El plutonismo de la cordillera occidental es considerado ensimático y la mayoría de las dataciones son de edad terciaria. Este plutonismo ocupa un 20% del área de la cordillera occidental y está constituido por cuerpos intrusivos de composición variable, pero en su mayoría intermedia; y por granodioritas, tonalitas, gabros y porfidos andesíticos. Las intrusiones porfídicas afloran a todo lo largo de la Cuenca Cauca – Patía y su emplazamiento está dado por la canalización a través de fracturas pertenecientes al sistema de fallas Cauca – Romeral. Otras rocas ígeas de edad terciaria están asociadas a la formación Combia, caracterizada por presentar derrames vocánicos que van desde basaltos hasta riolitas. Las intrusiones porfiríticas son cuerpos intrusivos intermedios, que afloran a todo lo largo de la cuenca Cauca – Patía y su emplazamiento está dado por la canalización a través de fracturas del sistema de fallas Cauca – Romeral. En la cordillera occidental, hacia el sur, las rocas sedimentarias están relacionadas con transgresiones marinas sobre un relieve bajo, donde predominaron ambientes marinos al sur, y al norte ambientes lagunares y lacustres representados por una secuencia sedimentaria ubicada al sur de la Virginia y sus remanentes al norte de la

misma. Desde Anserma hacia el sur, se distinguen tres formaciones sedimentarias:

Formación Cartago y formación Buga: integran el grupo valle (Schwinn, 1969), están constituidas por depósitos pelíticos grises y carbonosos intercalados con areniscas y en menor proporción material tobáceo; en la localidad tipo, el espesor puede alcanzar más de 400 metros.

Formación La Paila: compuesta por 200 metros de tobas en la parte inferior y 400 metros de conglomerados y areniscas con algunas intercalaciones de arcillolitas en la parte superior. Según estudios palinológicos esta formación es de edad terciaria superior, (mioceno).

Formación Zarzal: corresponde a una secuencia sedimentaria compuesta de diatomitas, arcillas y arenas, depositadas sobre la formación La Paila de una manera discordante. Estos sedimentos constituyen el denominado graben del Cauca, y la disminución en el espesor de la columna de estos sedimentos es marcada hacia el norte de la Virginia (Risaralda); lo que refleja el levantamiento de esta parte con relación al sur, la parte superior de los sedimentos está completa al sur de la Virginia y ausente o interrumpida en muchos lugares al norte, sugiriendo que ha continuado

tanto el levantamiento de esta área, como el proceso de formación de las cuencas hasta el presente.

El cuaternario presente en la cordillera occidental, está relacionado con el proceso de levantamiento de las cordilleras, con la formación de sedimentos por fragilidad de las rocas que componen la misma cordillera y con zonas estructurales que ocasionaron inestabilidad en la cordillera. Estos sedimentos cuaternarios están representados por flujos de escombros, flujos de lodo, terrazas aluviales, conos aluviales y barras, en algunas partes, estas formaciones se encuentran cubiertas por capas de ceniza volcánica, provenientes del complejo volcánico Ruíz – Tolima.

Depósitos no consolidados del Cuaternario: sobre estos se asienta la población del área urbana, están constituidos principalmente por flujos de escombros, flujos de lodo, depósitos torrenciales, terrazas, orillares recientes y barras del río Risaralda.

GEOMORFOLOGIA

El territorio del municipio geomorfológicamente pertenece al sistema montañoso de la cordillera occidental, lo que le da al municipio un paisaje de montaña. El municipio se

encuentra ubicado en ambas vertientes de dicha cordillera, el 84% del área se encuentra en su flanco occidental y forma parte de la gran cuenca del río San Juan y el 16% restante en la vertiente oriental la cual forma parte de la cuenca del río Risaralda, estas dos cuencas hidrográficas están separadas por la cuchilla del San Juan.

La cordillera en el municipio se compone de cinco unidades fisiográficas montañosas representadas por las cuchillas del San Juan, Yarumal, Memémbora, Parrupa – Humacas, con dirección sur – norte; a excepción de la cuchilla de Caramanta que posee dirección este – oeste.

Además de estos sistemas montañosos el municipio posee dos importantes cuencas hidrográficas como son la gran cuenca del río San Juan y la cuenca del río Risaralda las cuales están separadas por la cuchilla del San Juan.

Descripción de las unidades fisiográficas más importantes del municipio.

Cuchilla del San Juan: en el municipio esta se inicia en el alto de Serna, lugar de nacimiento de los ríos Chamí, Cuanza y quebrada Serna, como también, punto donde convergen los municipios de Belén de Umbría, Pueblo Rico y Mistrató, y termina en el Nudo de Paramillo lugar de nacimiento del río

San Juan y la quebrada Risaralda, como también, punto donde convergen los departamentos de Antioquia, Caldas y Risaralda. Su máxima altura es de 2.900 m.s.n.m. en el alto de Serna. Cuenta además con otros accidentes geográficos como la meseta de Mampay y los altos de Loma Hermosa, Requentaderos y Paramillo. Esta cuchilla separa las aguas de los ríos Risaralda y San Juan.

La Cuchilla de Caramanta: *se inicia en el nudo de Paramillo y sigue hacia el noroccidente, al cerro de Caramanta, máxima altura en el municipio con 3.900 m.s.n.m. Cuenta con otras alturas importantes como son el cerro Ventiaderos y el alto Danta. Sirve de límite natural con el municipio de Andes (Antioquia). De esta se desprenden otras cuchillas menores siendo la más importante la cuchilla de Gevanía en dirección sur – occidente, presentando además varias ramificaciones, cuenta con los siguientes accidentes geográficos: altos de Peñas Blancas, El Cebo, Carbones, Pizones, Taba, entre otros.*

Cuchilla de Yarumal: *se localiza al oriente del municipio y sirve de límite con el municipio de Guática, separa las aguas de los ríos Risaralda y Guática. En el municipio esta se inicia en el cerro el Retiro que se eleva hasta los 2.500 m.s.n.m., lugar donde convergen los municipios de Mistrató, Guática y*

Riosucio (Caldas), y sigue hacia el sur hasta el alto o morro El Caucho, lugar donde convergen los municipios de Mistrató, Guática y Belén de Umbría. En la cuchilla encontramos además el alto de Yarumal y los cerros de La Florida y La Palmera.

Cuchilla de Mememborá: Se desprende de la cuchilla de Caramanta y sigue en dirección sur hasta el alto de Anime, lugar donde convergen los municipios de Mistrató, Pueblo Rico y Bagadó (Chocó). Sirve de límite con el municipio de Bagadó (Chocó) y separa las aguas que van a los ríos Agüita y Andágueda.

Cuchilla Parrupa – Humacas: Se desprende de la cuchilla del San Juan en dirección noroeste para luego cambiar de dirección hacia el occidente. Separa las aguas que van a los ríos Chamí y Tatamá.

Valles intramontanos: en el municipio también se cuenta con una serie de pequeños valles a lo largo de sus principales ríos siendo los más sobre salientes los valles de Umbría, El Anisal, Playa Bonita, el valle aluvial del río San Juan y el valle sobre el cual se localiza la cabecera municipal.

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.

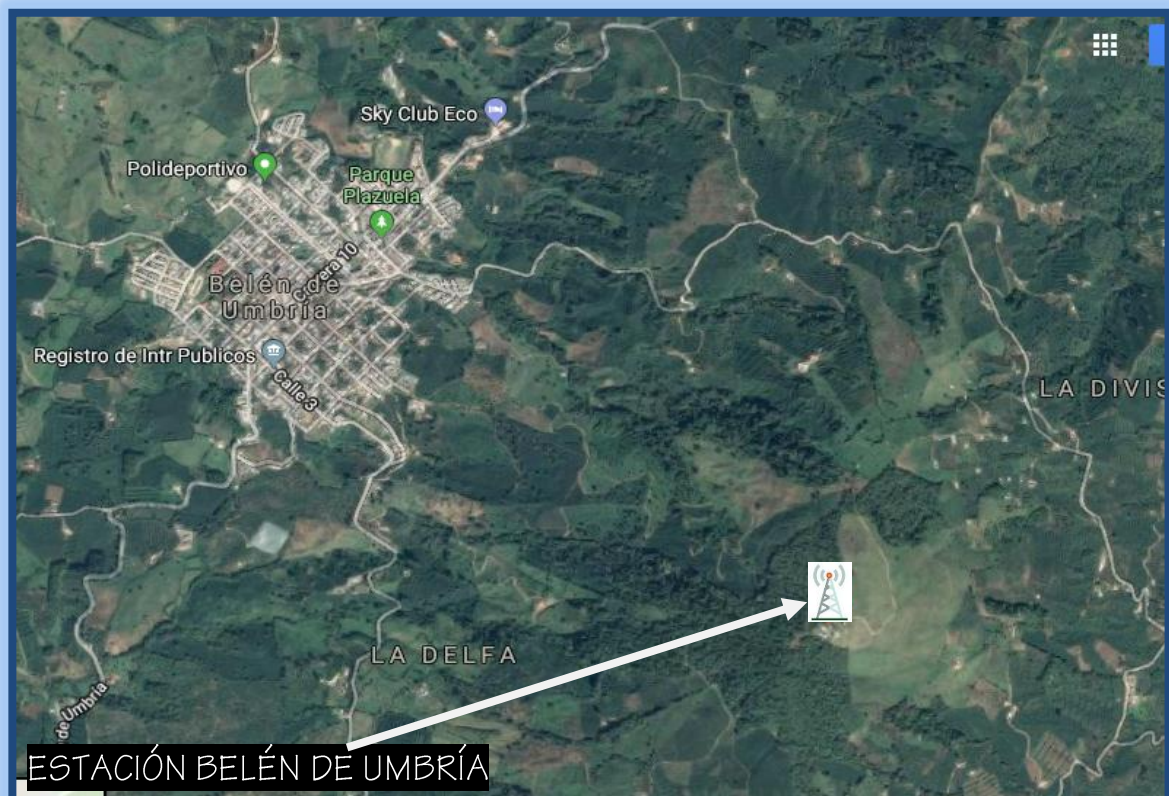
Ingeniero Civil Mat. 25202-69983 CND.

LOCALIZACION REGIONAL Y ZONAL

LOCALIZACION REGIONAL



LOCALIZACION ZONAL



ESTACIÓN BELÉN DE UMBRÍA

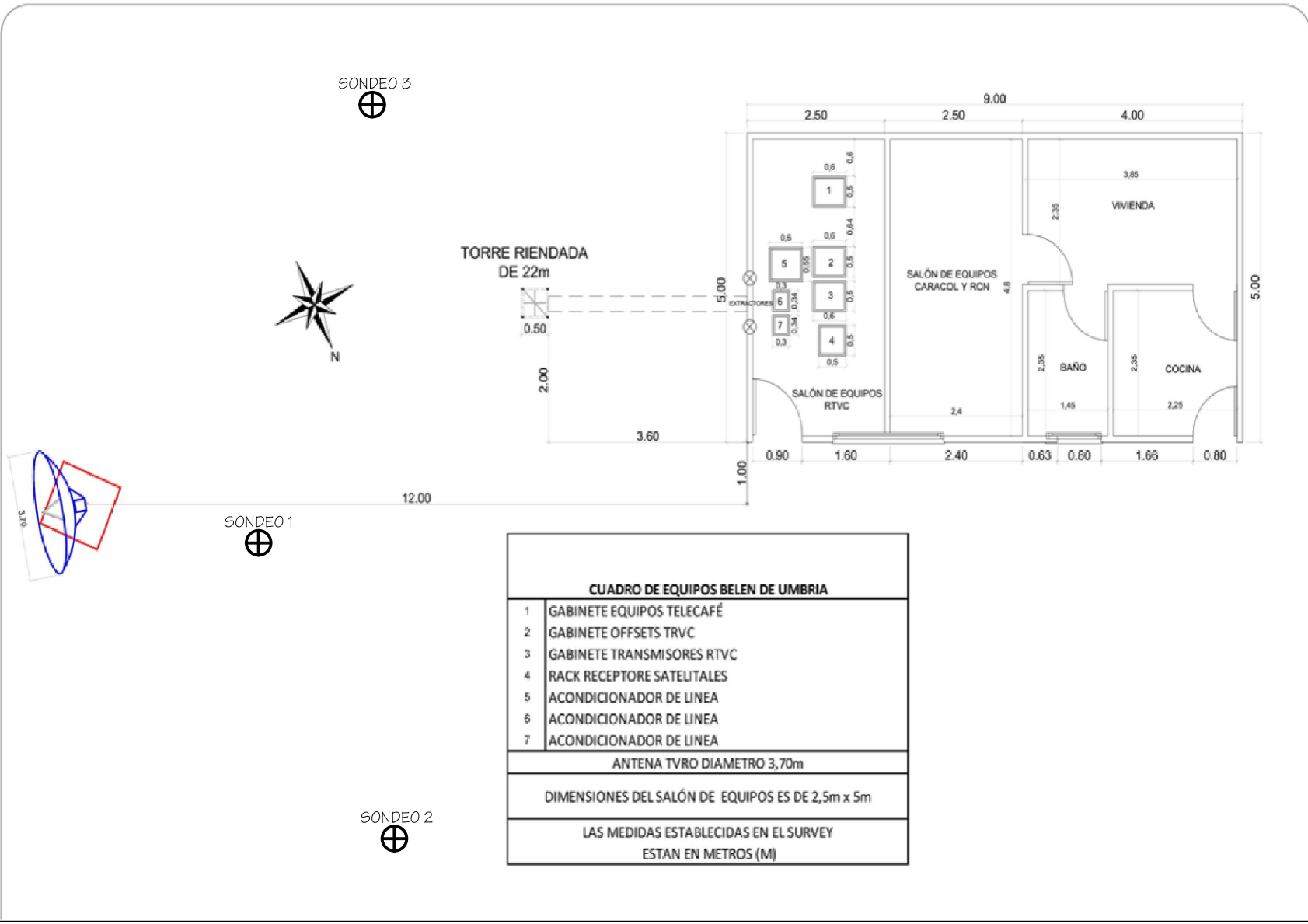
05°11'29.2"N 75°51'16.8"W



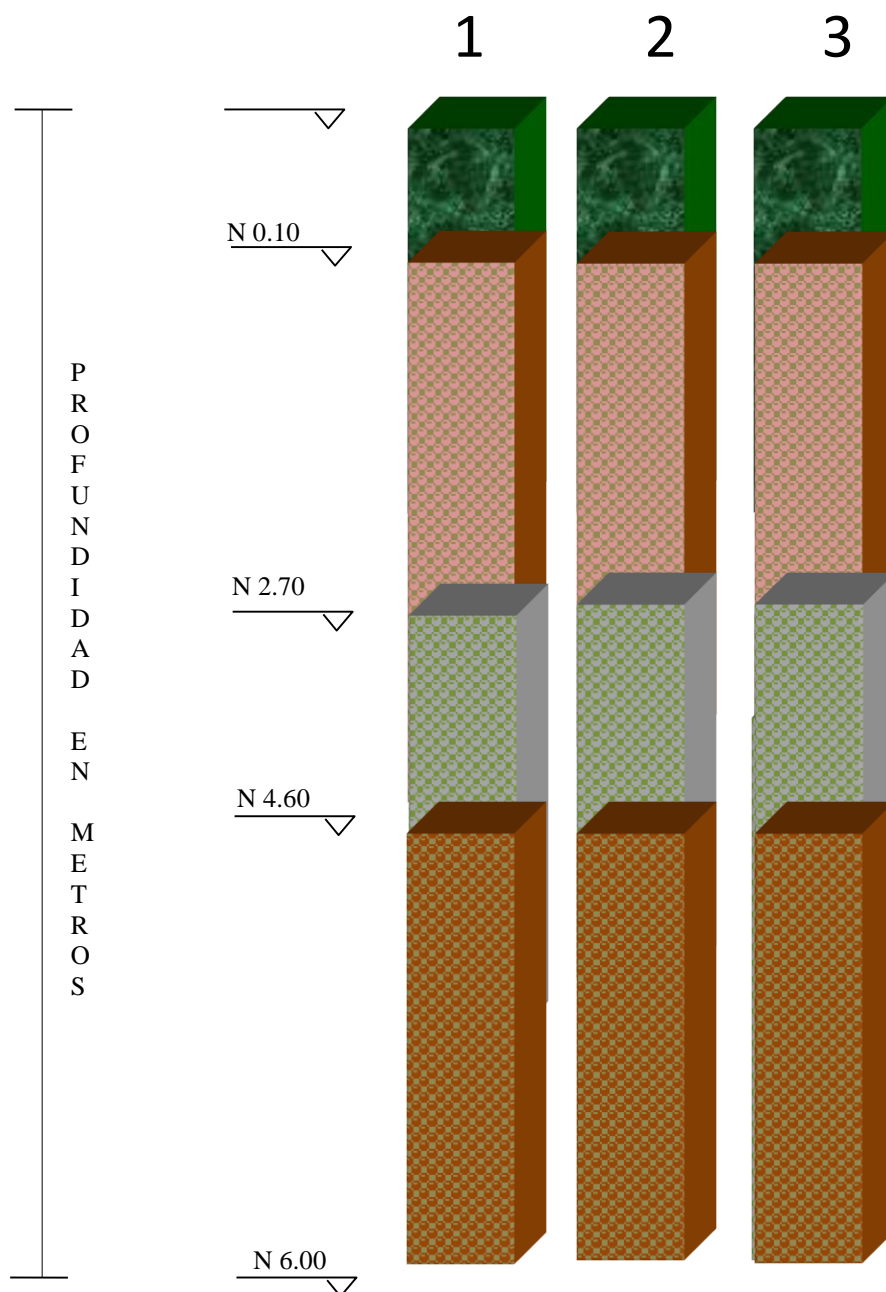
LOCALIZACION GEOREFERENCIADA

LOCALIZACION DE SONDEOS

ESQUEMA DE SONDEOS



PERFIL ESTRATIGRÁFICO



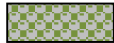
CONVENCIONES



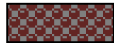
CAPA VEGETAL.



LIMO ARCILLOSO CARMELITA



LIMO ARCILLOSO VERDE OXIDADO.



CANTOS DE ARENISCA OXIDADA EN MATRIZ DE LIMO CARMELITA

CLIENTE				PROYECTO				TORRE AMPLIACION TDT						
LOCALIZACION				FECHA				jun-18						
SONDEO 1				COORDENADAS				5°11'28.9"N 75°51'16.9"						
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
		0.00-0.10m	CAPA VEGETAL											
		0.10-2.70m	LIMO ARCILLOSO CARMELITA	TS			46.80	22.30	1.68					
1.3m														
		2.70-4.00m	LIMO ARCILLOSO VERDE OXIDADO											
		4.00-6.00m	CANTOS DE ARENISCA OXIDADA EN MATRIZ DE LIMO CARMELITA	SS 6" 6" 6"	33 18 18 15									
5.0m														

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 ESTANDAR				USC	CLASIFICACION UNIFICADA DE SUELOS			
Wn	HUMEDAD NATURAL				IP	INDICE DE PLASTICIDAD			
LL	LIMITE LIQUIDO								

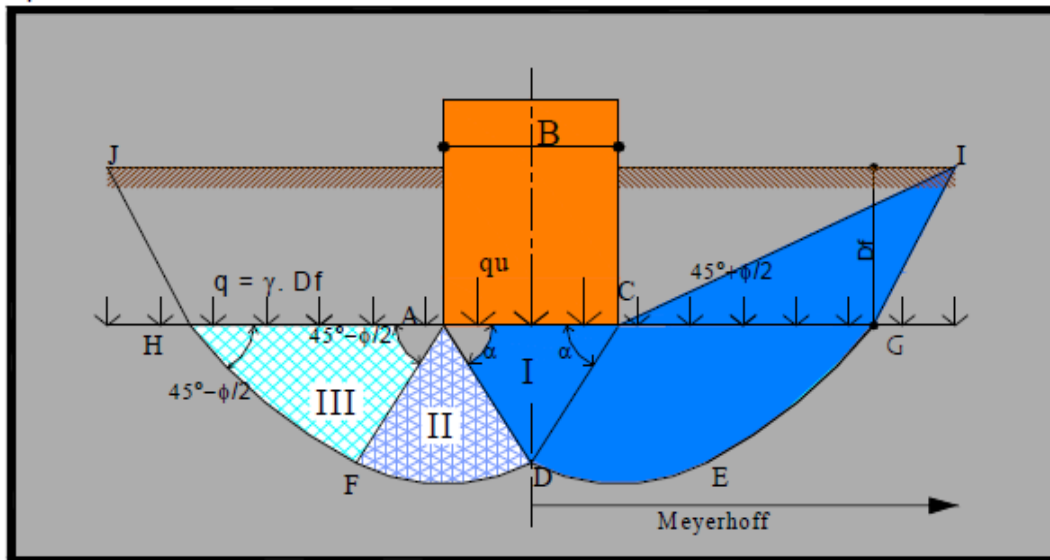
CLIENTE				PROYECTO				TORRE AMPLIACION TDT																	
LOCALIZACION				FECHA				jun-18																	
BELEN DE UMBRIA				COORDENADAS				5°11'28.9"N 75°51'16.9"																	
RISARALDA																									
SONDEO 3																									
				MUESTRA		RESULTADOS DE ENSAYOS DE CLASIFICACION							PENETROMETRO DE BOLSILLO												
				TIPO		N		Wn		LL		IP		γ		M.O.		%F		USC		HORIZONTAL		VERTICAL	

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 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

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

$$C = 58.86 \text{ KN/m}^2$$

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 –1.50 metros del nivel actual o sea en la capa de arcilla habana oxidada.

La sobrecarga será:

$$q = Df * \gamma_2$$

$$q = (0.10 * 13.9) + (1.40 * 16.8)$$

Df : Profundidad de
Cimentación

$$q = 24.91 \text{ KN/m}^2$$

γ_2 : Peso unitario del suelo sobre el cimiento

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

$$q_c = 327.45 \text{ KN / m}^2$$

PRESIÓN ADMISIBLE

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

$$q_a = q_c / FS$$

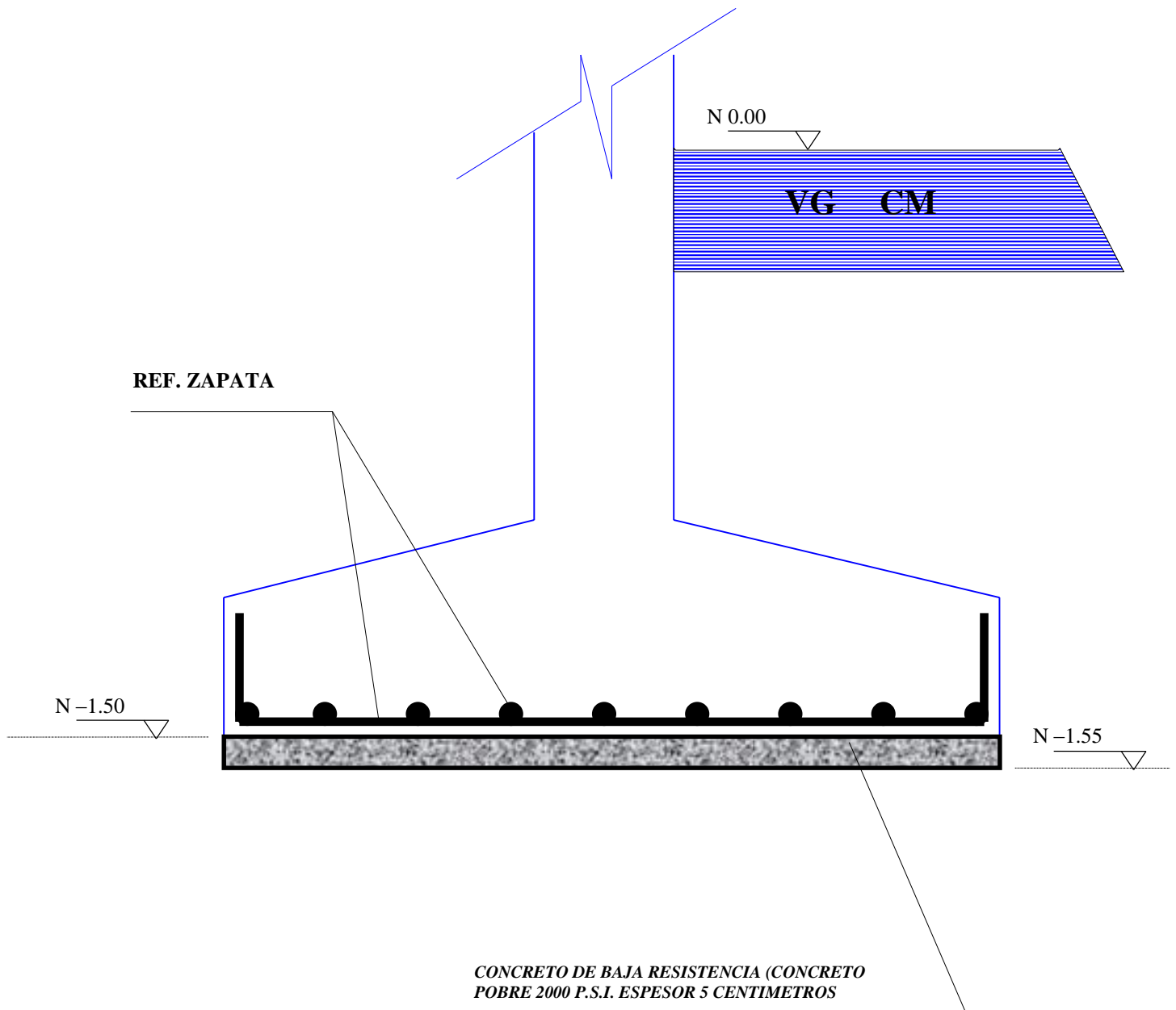
q_a : Capacidad portante admisible

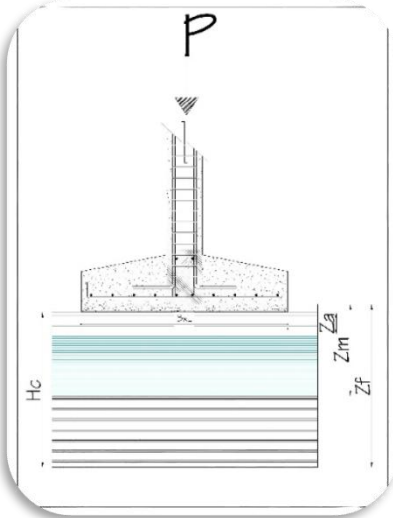
$$q_a = 327.45 / 3$$

FS: Factor de seguridad = (3)

$$q_a = 109.15 \text{ KN / m}^2 \text{ Aproximadamente } 109 \text{ KN / m}^2$$

DETALLE CIMENTACION



CALCULO DE ASENTAMIENTOS PARA ZAPATAS SOBRE ARCILLAS		
TORRE AMPLIACION TDT	BELEN DE UMBRIA	
	DATOS INICIALES PROYECTO	
	q =	2.49 ton/m ²
	B =	3.00 m
	L =	3.00 m
	Es =	2179.63 ton/m ²
	μ_s =	0.31
	e_o =	0.90
	qu =	11.77 ton/m ²
	Δo =	2.78 ton/m ²
	LL =	46.80%
	P =	22.00 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	$H_1 =$	0.00174 m	1.74 mm
$m =$	1.000	$H_2 =$	0.00348 m	3.48 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 - 2.70		
$H_c =$	1.20 m	Altura estrato compresible		
Tabla para el Calculo de $\Delta a, \Delta m, \Delta f$		$q_f =$	2.44 ton/m ²	
Z_i	m_i	n_i	I_c	Δ_i
0.00	1.00	0.00	0.20458	0.500
0.60	1.00	0.40	0.10129	0.248
1.20	1.00	0.80	0.15978	0.391
$m_i = \frac{L}{B}$		$m_i = \frac{Z_i}{B/2}$		VER TABLA ANEXA $\Delta_i = q_f * I_c$
$\Delta\sigma =$	0.19 ton/m ²			
$C_c =$	0.3312			
$H_3 =$	0.00600 m	6.00 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		
$H_4 =$	0.00109 m	1.09 mm		
Asentamientos Totales en el Centro del Cimiento		8.83 mm		
Asentamientos Totales en la Esquina del Cimiento		10.57 mm		

RESULTADOS DE LABORATORIO

PESO UNITARIO DE SUELOS

OBRA TORRE AMPLIACION TDT SONDEO : 1
SITIO BELEN DE UMBRIA 5°11'28.9"N 75°51'16.9" CIUDAD : BELEN DE UMBRIA, RISARALDA
DESCRIPCION LIMO ARCILLOSO CARMELITA OSCURO CON OXIDOS PROFUNDIDAD : 1.30 m - 1.80 m
FECHA 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.)	54.86	
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	57.35	
DENSIDAD (gr/cm ³)	1.68	

RESULTADOS

PESO UNITARIO PROMEDIO	1.68 gr / cm3
------------------------	---------------

Observaciones:

Realizo: Luis Salazar

PESO UNITARIO DE SUELOS

OBRA TORRE AMPLIACION TDT SONDEO : 2
SITIO BELEN DE UMBRIA 5°11'28.9"N 75°51'16.9" CIUDAD : BELEN DE UMBRIA, RISARALDA
DESCRIPCION LIMO ARCILLOSO CARMELITA OSCURO CON OXIDOS PROFUNDIDAD : 1.50 m - 2.00 m
FECHA 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.)	55.33	
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	57.69	
DENSIDAD (gr/cm ³)	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 BELEN DE UMBRIA 5°11'28.9"N 75°51'16.9" CIUDAD : BELEN DE UMBRIA, RISARALDA
DESCRIPCION LIMO ARCILLOSO CARMELITA OSCURO CON OXIDOS PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m
FECHA 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.)	54.40	
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	57.01	
DENSIDAD (gr/cm ³)	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 BELEN DE UMBRIA 5°11'28.9"N 75°51'16.9" CIUDAD : BELEN DE UMBRIA, RISARALDA
DESCRIPCION LIMO ARCILLOSO VERDE OXIDADO PROFUNDIDAD : 2.00 m - 2.50 m
FECHA 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.)	50.41	
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	54.13	
DENSIDAD (gr/cm ³)	1.78	

RESULTADOS

PESO UNITARIO PROMEDIO	1.78 gr / cm3
------------------------	---------------

Observaciones:

Realizo: Luis Salazar

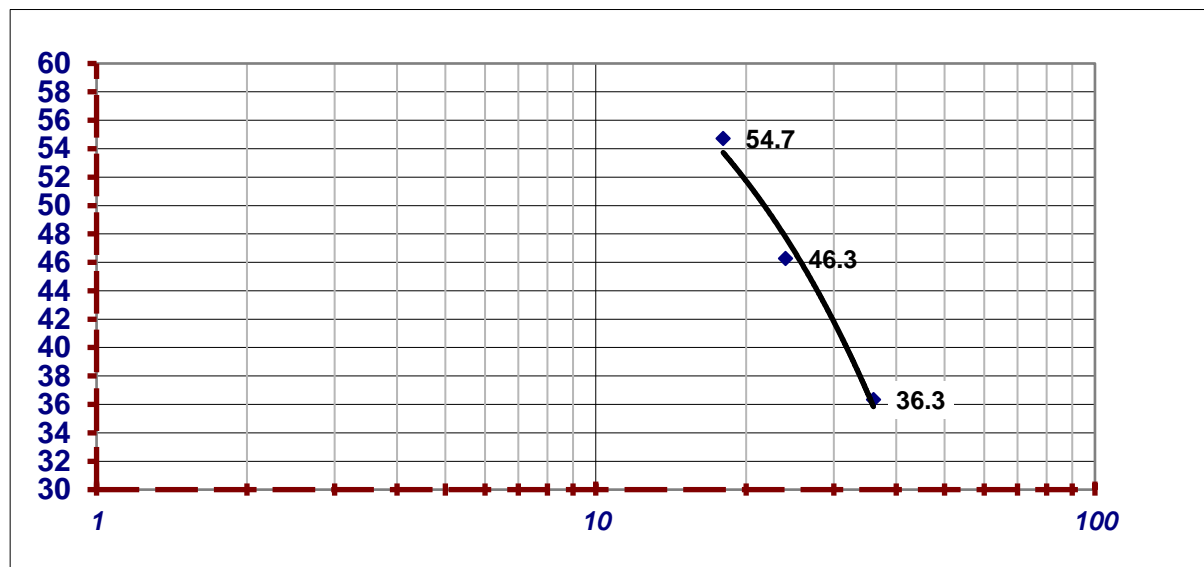
LIMITES DE CONSISTENCIA

OBRA TORRE AMPLIACION TDT SONDEO : 1
 SITIO BELEN DE UMBRIA 5°11'28.9"N 75°51'16.9" CIUDAD : BELEN DE UMBRIA, RISARALDA
 DESCRIPCION LIMO ARCILLOSO CARMELITA OSCURO CON OXID(PROFUNDIDAD : 1.30 m - 1.80 m
 FECHA jun-18

LIMITE LIQUIDO					RESULTADOS
Numero de golpes	36	24	18		LIMITE LIQUIDO = 46.80%
Vidrio No.	15	28	4		LIMITE PLASTICO = 24.50%
P1	44.0	47.3	47.4		INDICE DE PLASTICIDAD= 22.30%
P2	35.4	36.5	34.7		
P3	11.6	13.1	11.5		
% Humedad	36.3	46.3	54.7		

LIMITE PLASTICO				
Vidrio No.	31	13		
P1	44.7	48.5		
P2	38.5	41.8		
P3	12.7	15.2		
% Humedad	23.9	25.1		

LABORATORISTA: LUIS SALAZAR



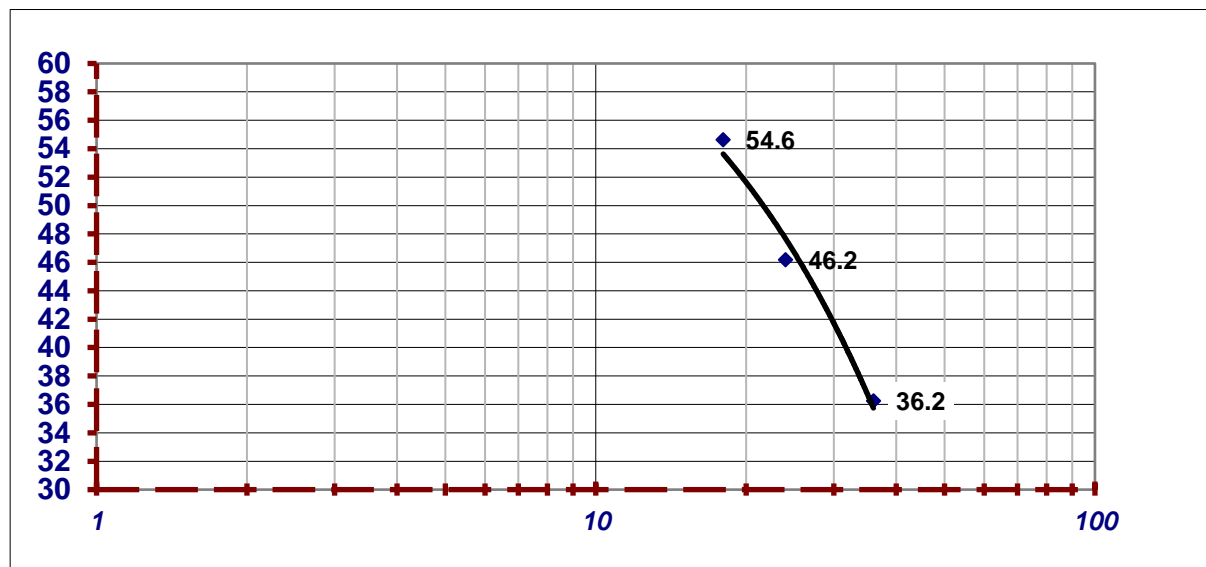
LIMITES DE CONSISTENCIA

OBRA TORRE AMPLIACION TDT SONDEO : 2
 SITIO BELEN DE UMBRIA 5°11'28.9"N 75°51'16.9" CIUDAD : BELEN DE UMBRIA, RISARALDA
 DESCRIPCION LIMO ARCILLOSO CARMELITA OSCURO CON OXID(PROFUNDIDAD : 1.50 m - 2.00 m
 FECHA jun-18

LIMITE LIQUIDO					RESULTADOS
Numero de golpes	36	24	18		LIMITE LIQUIDO = 46.70%
Vidrio No.	15	28	4		LIMITE PLASTICO = 24.30%
P1	44.0	47.3	47.4		INDICE DE PLASTICIDAD= 22.40%
P2	35.4	36.5	34.7		
P3	11.6	13.1	11.5		
% Humedad	36.2	46.2	54.6		

LIMITE PLASTICO				
Vidrio No.	31	13		
P1	44.6	48.4		
P2	38.5	41.8		
P3	12.7	15.2		
% Humedad	23.7	24.9		

LABORATORISTA: LUIS SALAZAR



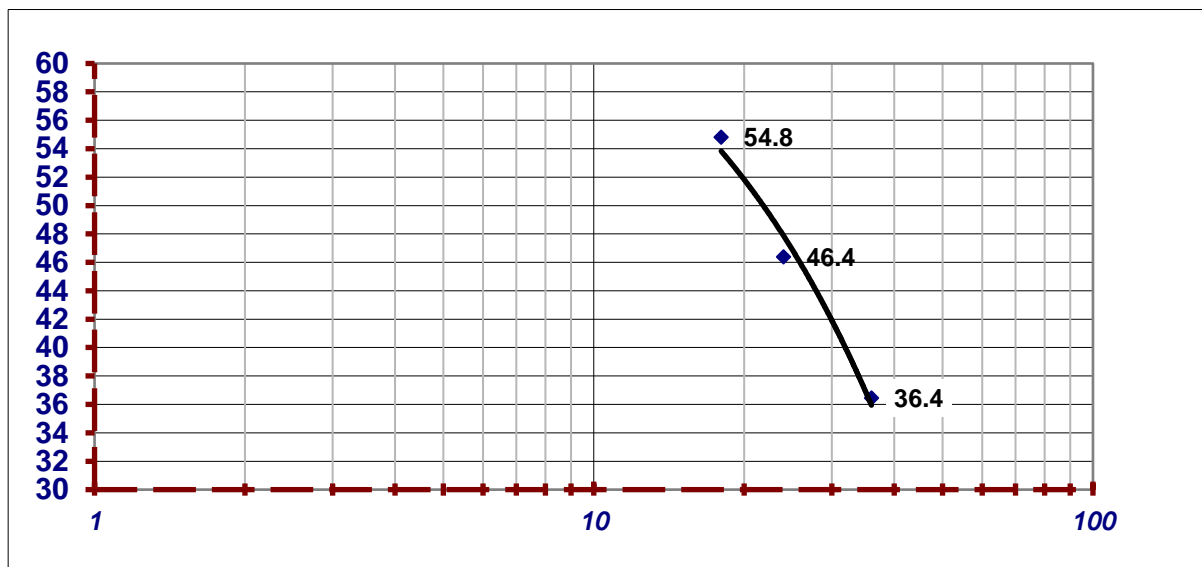
LIMITES DE CONSISTENCIA

OBRA TORRE AMPLIACION TDT SONDEO : 3
 SITIO BELEN DE UMBRIA 5°11'28.9"N 75°51'16.9" CIUDAD : BELEN DE UMBRIA, RISARALDA
 DESCRIPCION LIMO ARCILLOSO CARMELITA OSCURO CON OXID(PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.50 m
 FECHA jun-18

LIMITE LIQUIDO					RESULTADOS
Numero de golpes	36	24	18		LIMITE LIQUIDO = 46.90%
Vidrio No.	15	28	4		LIMITE PLASTICO = 24.70%
P1	44.1	47.4	47.4		INDICE DE PLASTICIDAD= 22.20%
P2	35.4	36.5	34.7		
P3	11.6	13.1	11.5		
% Humedad	36.4	46.4	54.8		

LIMITE PLASTICO				
Vidrio No.	31	13		
P1	44.7	48.5		
P2	38.5	41.8		
P3	12.7	15.2		
% Humedad	24.1	25.3		

LABORATORISTA: LUIS SALAZAR



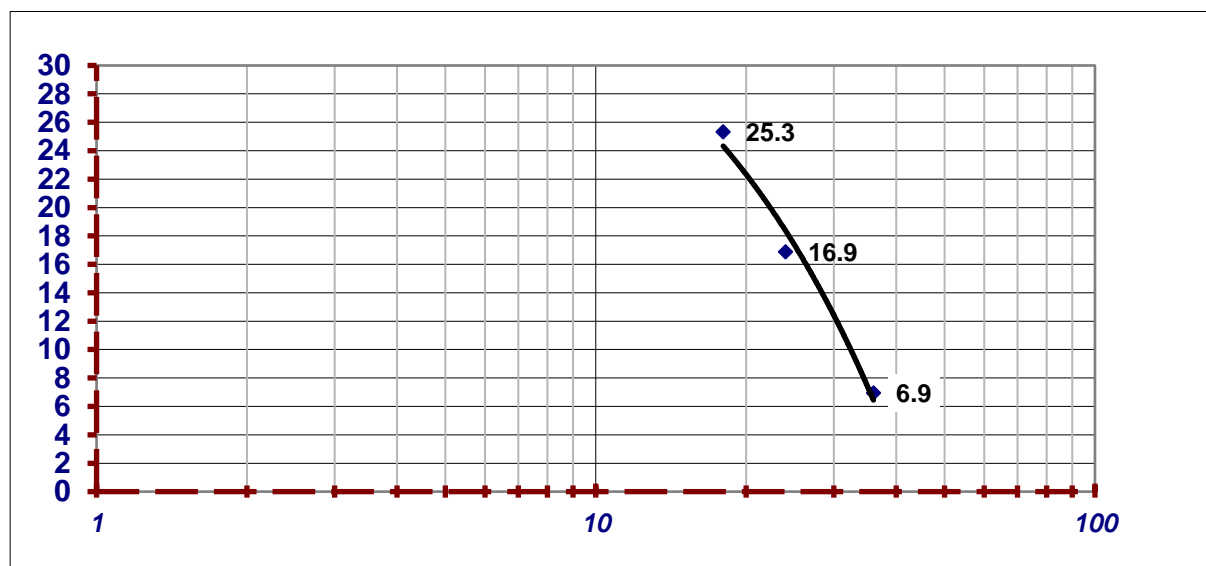
LIMITES DE CONSISTENCIA

OBRA TORRE AMPLIACION TDT SONDEO : 1
 SITIO BELEN DE UMBRIA 5°11'28.9"N 75°51'16.9" CIUDAD : BELEN DE UMBRIA, RISARALDA
 DESCRIPCION LIMO ARCILLOSO VERDE OXIDADO PROFUNDIDAD : 2.00 m - 2.50 m
 FECHA jun-18

LIMITE LIQUIDO					RESULTADOS
Numero de golpes	36	24	18		LIMITE LIQUIDO = 17.40%
Vidrio No.	6	19	15		LIMITE PLASTICO = 7.20%
P1	37.1	40.4	40.6		INDICE DE PLASTICIDAD= 10.20%
P2	35.4	36.5	34.7		
P3	11.6	13.1	11.5		
% Humedad	6.9	16.9	25.3		

LIMITE PLASTICO				
Vidrio No.	14	-4		
P1	40.2	43.9		
P2	38.5	41.8		
P3	12.7	15.2		
% Humedad	6.6	7.8		

LABORATORISTA: LUIS SALAZAR



ENSAYOS DE COMPRESION INCONFINADA

MUESTRAS TOMADAS EN :

BELEN DE UMBRIA, RISARALDA 5°11'28.9"N 75°51'16.9"

CORRESPONDEN A :

SONDEO No. 1

DESCRIPCION:

LIMO ARCILLOSO CARMELITA OSCURO CON OXIDOS

PROFUNDIDAD:

1.30 m - 1.80 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: 337.93 g
PESO SECO Pf: 220.76 g
HUMEDAD W: 53.08%

LIMITE LIQUIDO W_L:
LIMITE PLASTICO W_p:
PASO MALLA No: 200 %:
PESO UNITARIO G_v: 1.56 g/cm³
RELACION DE VACIOS e:
GRADO DE SATURACION S:

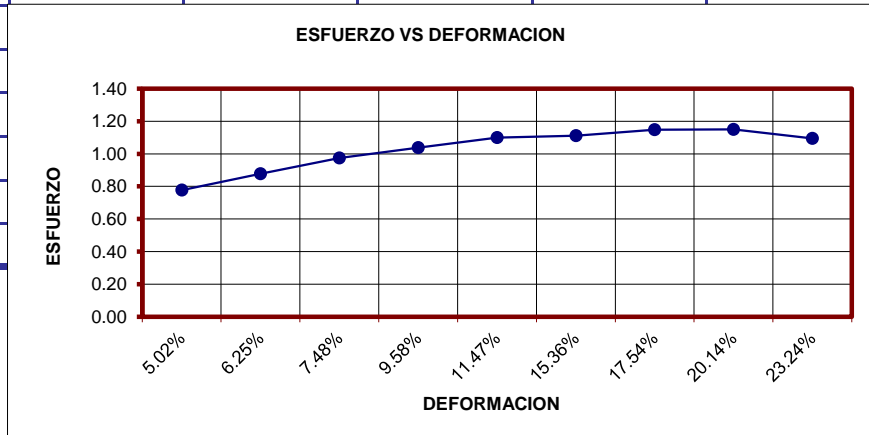
ANILLO DE CARGA No.

FACTOR DE CALIBRACION:

0.139

A= 100 A_o / (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	5.02%	14	17.374	0.9498	22.360	0.78
83	6.25%	24	19.876	0.9375	22.653	0.88
103	7.48%	32	22.378	0.9252	22.954	0.97
143	9.58%	40	24.381	0.9042	23.487	1.04
183	11.47%	48	26.383	0.8853	23.989	1.10
223	15.36%	56	27.883	0.8464	25.091	1.11
263	17.54%	60	29.585	0.8246	25.755	1.15
323	20.14%	62	30.587	0.7986	26.593	1.15
383	23.24%	61	30.287	0.7676	27.667	1.09



ENSAYOS DE COMPRESION INCONFINADA

MUESTRAS TOMADAS EN :

BELEN DE UMBRIA, RISARALDA 5°11'28.9"N 75°51'16.9"

CORRESPONDEN A :

SONDEO No. 2

DESCRIPCION:

LIMO ARCILLOSO CARMELITA OSCURO CON OXIDOS

PROFUNDIDAD:

1.50 m - 2.00 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: 337.93 g
PESO SECO Pf: 220.76 g
HUMEDAD W: 53.08%

LIMITE LIQUIDO W_L:
LIMITE PLASTICO W_p:
PASO MALLA No: 200 %:
PESO UNITARIO G_v: 1.56 g/cm³
RELACION DE VACIOS e:
GRADO DE SATURACION S:

ANILLO DE CARGA No.

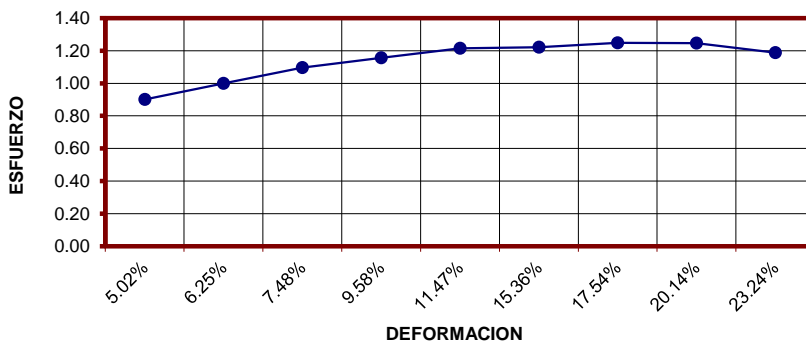
FACTOR DE CALIBRACION:

0.139

A= 100 A_o / (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	5.02%	14	20.142	0.9498	22.360	0.90
83	6.25%	24	22.645	0.9375	22.653	1.00
103	7.48%	32	25.147	0.9252	22.954	1.10
143	9.58%	40	27.149	0.9042	23.487	1.16
183	11.47%	48	29.152	0.8853	23.989	1.22
223	15.36%	56	30.654	0.8464	25.091	1.22
263	17.54%	60	32.156	0.8246	25.755	1.25
323	20.14%	62	33.158	0.7986	26.593	1.25
383	23.24%	61	32.858	0.7676	27.667	1.19

ESFUERZO VS DEFORMACION



ENSAYOS DE COMPRESION INCONFINADA

MUESTRAS TOMADAS EN :

BELEN DE UMBRIA, RISARALDA 5°11'28.9"N 75°51'16.9"

CORRESPONDEN A :

SONDEO No. 3

DESCRIPCION:

LIMO ARCILLOSO CARMELITA OSCURO CON OXIDOS

PROFUNDIDAD:

1.00 m - 1.50 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: 337.93 g
PESO SECO Pf: 220.76 g
HUMEDAD W: 53.08%

LIMITE LIQUIDO W_L:
LIMITE PLASTICO W_p:
PASO MALLA No: 200 %:
PESO UNITARIO G_v: 1.56 g/cm³
RELACION DE VACIOS e:
GRADO DE SATURACION S:

ANILLO DE CARGA No.

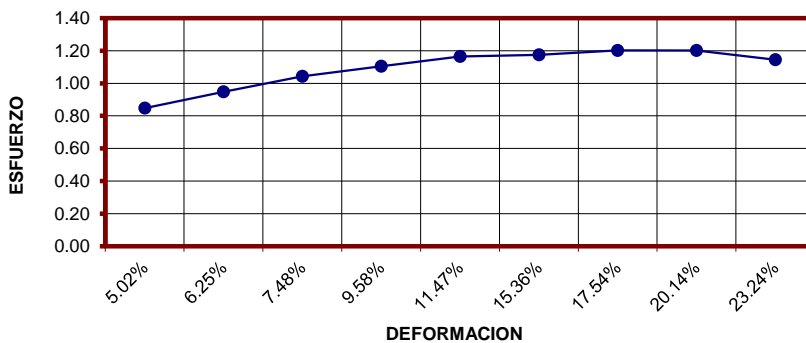
FACTOR DE CALIBRACION:

0.139

A= 100 A_o / (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	5.02%	14	18.949	0.9498	22.360	0.85
83	6.25%	24	21.451	0.9375	22.653	0.95
103	7.48%	32	23.954	0.9252	22.954	1.04
143	9.58%	40	25.956	0.9042	23.487	1.11
183	11.47%	48	27.958	0.8853	23.989	1.17
223	15.36%	56	29.460	0.8464	25.091	1.17
263	17.54%	60	30.963	0.8246	25.755	1.20
323	20.14%	62	31.965	0.7986	26.593	1.20
383	23.24%	61	31.665	0.7676	27.667	1.14

ESFUERZO VS DEFORMACION



ENSAYOS DE COMPRESION INCONFINADA

MUESTRAS TOMADAS EN :

BELEN DE UMBRIA, RISARALDA 5°11'28.9"N 75°51'16.9"

CORRESPONDEN A :

SONDEO No. 1

DESCRIPCION:

LIMO ARCILLOSO VERDE OXIDADO

PROFUNDIDAD:

2.00 m - 2.50 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: 337.93 g
PESO SECO Pf: 220.76 g
HUMEDAD W: 53.08%

LIMITE LIQUIDO W_L:
LIMITE PLASTICO W_p:
PASO MALLA No: 200 %:
PESO UNITARIO G_v: 1.56 g/cm³
RELACION DE VACIOS e:
GRADO DE SATURACION S:

ANILLO DE CARGA No.

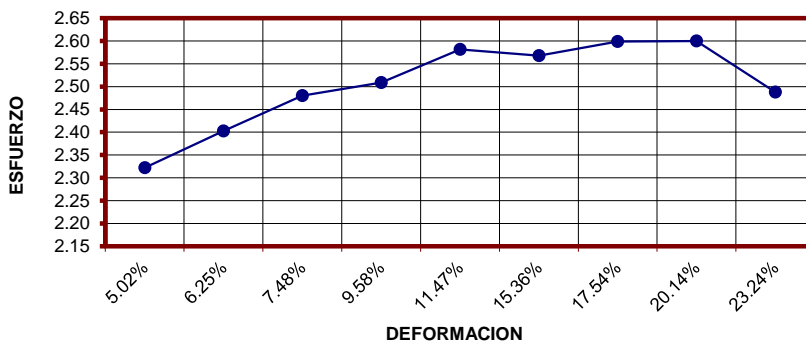
FACTOR DE CALIBRACION:

0.139

A= 100 A_o / (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	5.02%	14	51.921	0.9498	22.360	2.32
83	6.25%	24	54.423	0.9375	22.653	2.40
103	7.48%	32	56.926	0.9252	22.954	2.48
143	9.58%	40	58.928	0.9042	23.487	2.51
183	11.47%	48	61.930	0.8853	23.989	2.58
223	15.36%	56	64.432	0.8464	25.091	2.57
263	17.54%	60	66.934	0.8246	25.755	2.60
323	20.14%	62	69.137	0.7986	26.593	2.60
383	23.24%	61	68.837	0.7676	27.667	2.49

ESFUERZO VS DEFORMACION



GRANULOMETRIA

OBRA: TORRE AMPLIACION SONDEO : 1
SITIO BELEN DE UMBRIA 5°11'28.9"N 75°51'16.9" CIUDAD : BELEN DE UMBRIA, RISARALDA
DESCRIPCION CANTSO DE ARENISCA OXIDADA PROFUNDIDAD 5.00 m - 5.50 m
FECHA jun-18

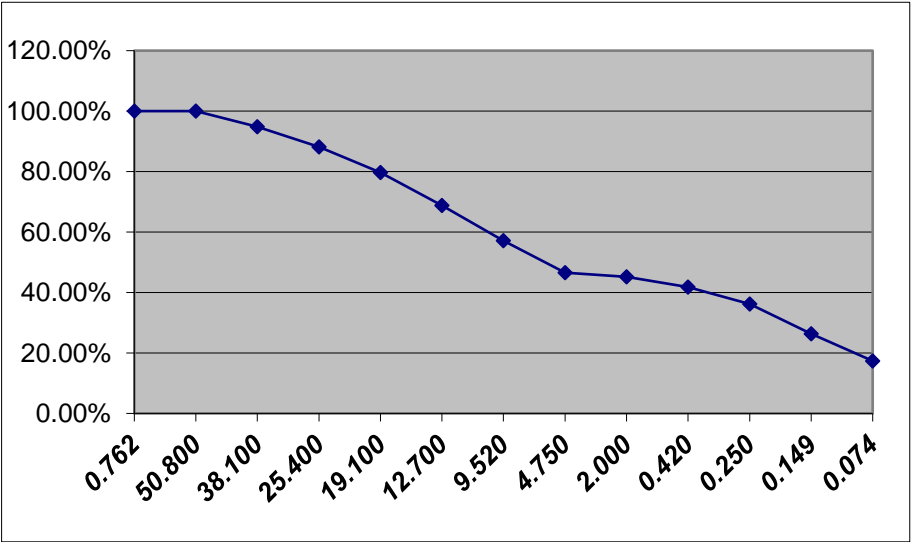
GRADACION				
TAMIZ	Wretenido	Wretenido corregido	%retenido	%pasa
3"	0.000	0.00	0.00%	100.00%
2"	9.560	9.56	5.17%	100.00%
1 1/2"	12.340	12.34	6.67%	94.83%
1"	15.640	15.64	8.45%	88.16%
3/4"	20.140	20.14	10.89%	79.71%
1/2"	21.630	21.63	11.69%	68.82%
3/8"	19.560	19.56	10.57%	57.13%
N 4	2.640	2.64	1.43%	46.56%
N 10	6.240	6.24	3.37%	45.13%
N 40	10.230	10.23	5.53%	41.76%
N 80	18.340	18.34	9.91%	36.23%
N 100	16.550	16.55	8.95%	26.31%
N 200	6.430	6.43	3.48%	17.37%
FONDO	25.700			13.89%

PESO DE LA MUESTRA

185 gr

RESUMEN
GRAVA 53.44%
ARENA 10.33%
FINOS 36.23%

SUMATORIA 185.000 86.11%



GRANULOMETRIA

OBRA: TORRE AMPLIACION SONDEO : 2

SITIO BELEN DE UMBRIA 5°11'28.9"N 75°51'16.9" CIUDAD : BELEN DE UMBRIA, RISARALDA

DESCRIPCION CANTSO DE ARENISCA OXIDADA PROFUNDIDAD 5.00 m - 5.50 m

FECHA jun-18

GRADACION

TAMIZ	Wretenido	Wretenido corregido	%retenido	%pasa
3"	0.000	0.00	0.00%	100.00%
2"	8.564	8.56	3.89%	100.00%
1 1/2"	7.594	7.59	3.45%	96.11%
1"	22.000	22.00	10.00%	92.66%
3/4"	20.140	20.14	9.15%	82.66%
1/2"	19.521	19.52	8.87%	73.50%
3/8"	20.563	20.56	9.35%	64.63%
N 4	22.540	22.54	10.25%	55.28%
N 10	24.599	24.60	11.18%	45.04%
N 40	27.458	27.46	12.48%	33.85%
N 80	12.580	12.58	5.72%	21.37%
N 100	2.457	2.46	1.12%	15.65%
N 200	12.548	12.55	5.70%	14.54%
FONDO	18.000			8.83%

PESO DE LA MUESTRA

220 gr

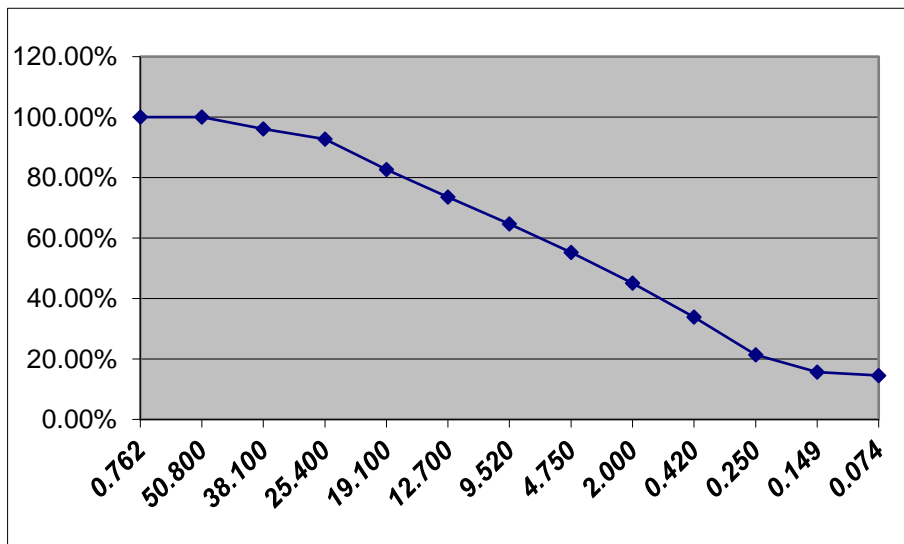
RESUMEN

GRAVA 44.72%

ARENA 33.91%

FINOS 21.37%

SUMATORIA 218.564 91.17%



INFORME FOTOGRAFICO

ESTACIÓN.



SONDEOS











