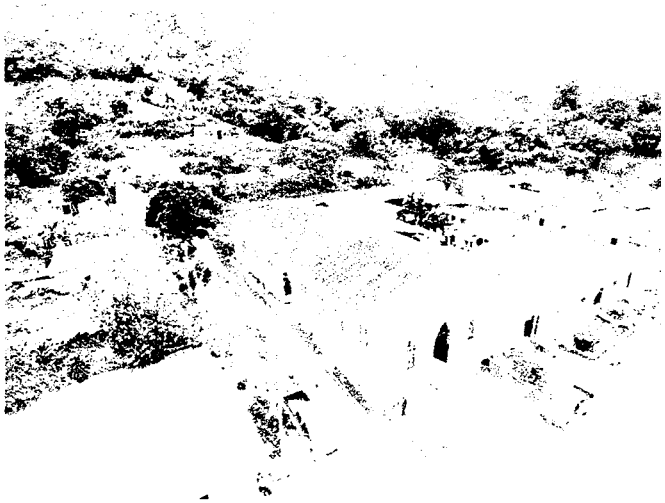
9.1.2.2. Cubierta

La cubierta está conformada por zinc, la que presenta suciedad y falta de mantenimiento.



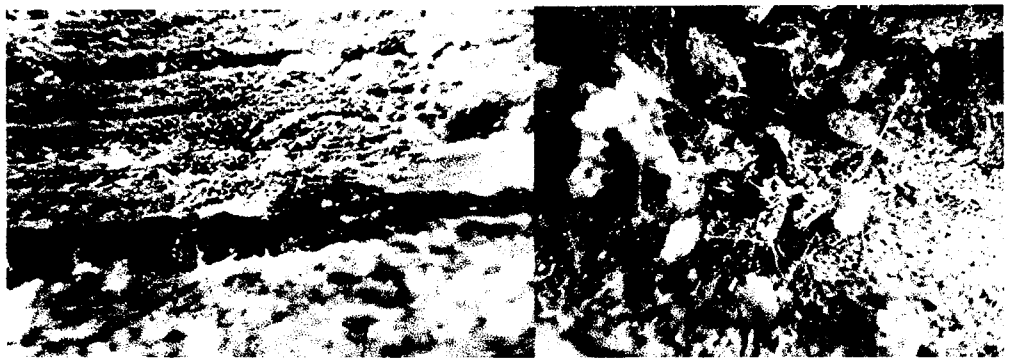
Fotografía 7.Planta de cubierta Iglesia San Luis Beltrán. fuente propia.

La conformación de las armaduras típicas de la estructura de cubierta, sin triangulación de algunos elementos como tornapuntas, es la posible causa de las deflexiones de los tirantes.

Se observa roturas y desplazamiento de los elementos de la cubierta. De igual manera, se observa roturas y desplazamiento en las tejas de zinc.



Fotografía 8. Deflexiones en la madera por falta de tornapuntas.



Fotografía 9. Pudrición del tejido leñoso. el material está contaminado por insectos xilófagos.

Se visibiliza en la parte de la estructura interna de elementos de la cubierta presencia de pudrición por ataque de hongos xilófagos.

9.1.2.3. Pisos

Se observo un buen mantenimiento, sin embargo, se identificó variedad de material entre cerámica, tableta de gres y retal de mármol en el sector de la ampliación se presenta deformación, desprendimiento y faltantes.

Los pisos originales son alterados por adecuaciones de instalaciones, sin la recuperación del material, dejando evidencia de las intervenciones puntuales

En el sector de la ampliación, los pisos presentan deterioros ocasionado por el mal estado de canales y bajantes, algunos elementos han sido reemplazados por listón.

9.1 Calificación Estado actual de la Edificación Iglesia San Luis Beltrán.

En la fase de toma de datos de acuerdo con los resultados de las fichas de calificación que permitieron identificar y clasificar los tipos de lesión presentes en la Edificación Iglesia San Luis Beltrán, se pudo establecer los porcentajes de afectación por elementos y por tipo de lesión, los que se relacionan en los siguientes gráficos conclusivos.

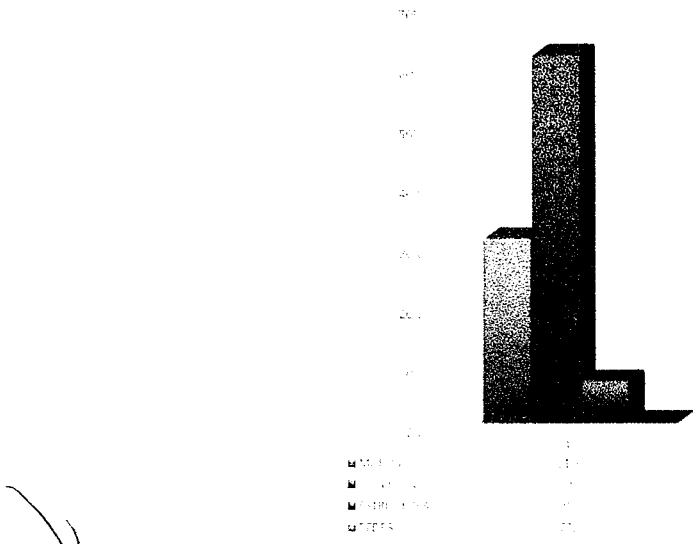


Gráfico 10. Resultados del estado actual de la edificación por componente de la edificación Iglesia San Luis Beltrán.

El grafico 8 indica que el componente con mayor afectación en la construcción de la Iglesia San Luis Beltrán obedece a la cubierta en un 62%.

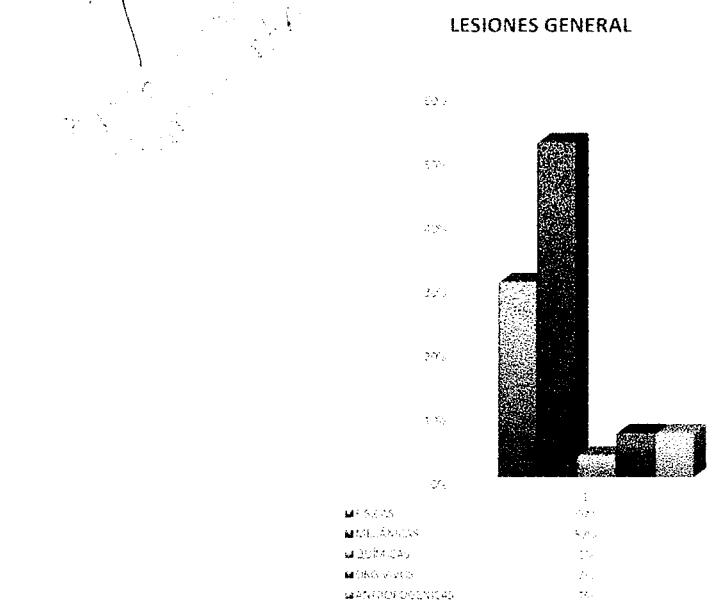


Gráfico 11. Resultados del estado actual de la edificación por componente de la edificación Iglesia San Luis Beltrán.

El grafico No. 11 indica el tipo de lesión predominante en la construcción de la Iglesia San Luis Beltrán que corresponde en un 52% a las lesiones de tipo mecánico y en un 30% a las lesiones de tipo físico.

Los resultados obtenidos en el estudio fitosanitario a través de la metodología empleada en el numeral 8 del presente informe, permitió establecer el estado actual de la estructura en madera de la cubierta como se indica en la tabla No. 9.

Tabla 9. Consolidado de la afectación actual en la cubierta.

RESUMEN CUBIERTA	Cantidad	%
TOTAL DE ELEMENTOS	111	100
Afectados G1	25	22.52
Afectados G2	35	31.53
Afectados G3	41	36.94
SANOS	12	10.81
Porcentaje de afectación		90.99

La tabla 8. Indica los elementos de cubierta afectado de acuerdo al grado de deterioro de cada componente, G1 daño del volumen del mismo < al 10%, G2 maderos que presentan un deterioro ente 10% y 30%, G3 elementos cuyo biodeterioro es > al 30%

10. CONCLUSIONES

Las conclusiones y recomendaciones obedecen a los resultados obtenidos en el estudio de patología de la construcción en su fase preliminar. A continuación, se sintetiza los principales aspectos:

Los elementos que conforman el sistema constructivo tales como maderas estructurales de cubierta, molduras, ladrillos de baja resistencia, puertas, ventanas, mampostería en BTC de adobe entre otros expuestos a factores medioambientales –cambio de temperatura, humedad- ocasionan cambios en sus propiedades mecánicas y deterioro progresivo para cada componente de la construcción patrimonial.

La edificación presenta en general perdida en su funcionalidad estructural y genera inseguridad en algunos elementos de la cubierta. Existen deflexiones generalizadas en los tirantes de las cerchas debido a la modificación del diseño de la cubierta tipo "Rey", considerando que las tornapuntas no llegan a los pares como es lo convencional, sino que van más allá, hasta las correas. La cubierta acorde con los resultados del análisis fitosanitario de la madera presenta un 90.99% de afectación en general, es un sistema frágil genera sobreesfuerzos horizontales ante cargas sísmicas, se recomienda la sustitución total de la cubierta acorde con las normas vigentes.

De acuerdo con la observación de campo y fichas de calificación los muros en adobe presentan fisura y grietas en promedio de 150 mm, debido probablemente a los esfuerzos generados por la estructura adosada, y a las intervenciones con materiales incompatibles en su aspecto exterior e interior presentan deterioro; descamación por la pérdida de material de recubrimiento.

De acuerdo con el diagnóstico para cada tipo de lesión por componente de la edificación Iglesia San Luis Beltrán, se obtuvo que el 31% de afectación se encuentra en el componente estructural, 62 % en la cubierta, 7 % en carpinterías ,2 % en redes y un 9% en la cimentación.

Se recomienda realizar un estudio de vulnerabilidad sísmica y propuesta de reforzamiento acorde con la NSR-10, bienes patrimoniales, que permita garantizar la estabilidad de la construcción ante cargas dinámicas, considerando el compromiso de algunos elementos estructurales en su funcionalidad estructural.

Se propone para la solución de reforzamiento estructural se conserven los muros en adobe como elementos no estructurales, su rehabilitación y reemplazo en algunos casos acorde con el manual de rehabilitación de edificaciones en Tierra de la Sociedad de Ingeniería Sísmica SIS, de igual manera se recomienda la demolición de la estructura ampliada y adosada al bien patrimonial, que ha ocasionado una serie de sobre esfuerzos en la estructura muraría, la cual no fue construida para soportar esas cargas adicionales.

11. RECOMENDACIONES PARA REHABILITACIÓN DE MUROS EN BLOQUE DE ADOBE.

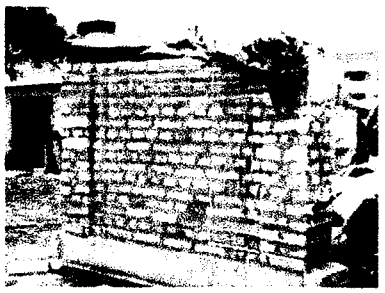
De acuerdo con el registro fotográfico y fichas de calificación de la edificación Iglesia San Luis Beltrán se evidencia el alto grado de deterioro en la estructura muraría de la iglesia San Luis Beltrán, desprendimientos en el material y afectación directa en el muro, en donde el mortero de unión ha perdido resistencia y capacidad de adherencia para mantener la conformación y unidad en los muros, los cuales además de funcionar como cerramiento, están soportando cargas. Esto amplifica el grado de vulnerabilidad de los elementos, condicionando su funcionamiento y aumentando la probabilidad de colapso si no se realiza la correcta intervención de rehabilitación. Por lo anteriormente expuesto se propone algunas alternativas de solución y restitución, previo a remoción de la pintura, pañete y recubrimiento existente y limpieza superficial para la aplicación de alguno de los siguientes métodos de rehabilitación:

11.1. Rehabilitación con malla de acero y mortero de cal y arena.

Consiste en la instalación de mallas con vena por franjas horizontales y verticales en las zonas críticas de los muros de la edificación. Los tramos de malla se instalan en la cara interna y externa del muro de forma simultánea. Las mallas de las dos caras se interconectan con alambrones de 8 milímetros colocados en orificios previamente perforados los cuales se rellenan con mortero de cal, arena y roca. Para un mejor llenado se recomienda clavar una cuña de madera en el orificio apenas unos minutos después de haberlo llenado. El amarre del alambrón y la malla se debe realizar únicamente en las venas de la malla. Los alambrones deben ir espaciados cada 20

cm en promedio en las dos direcciones. Posteriormente la malla se recubre con mortero de cal y arena.

Para el proceso constructivo se debe realizar primeramente la ubicación de los orificios conectores en los muros de acuerdo a la distribución de las venas de la malla y las zonas de traslapos. Posteriormente, se abren los orificios para los conectores en las proyecciones de las venas de la malla. Los orificios deben quedar espaciados a distancias de 20 cm en ambas direcciones. A continuación, se rellenan los orificios con mortero fluido de cal, arena en proporción 1:2. A su vez, se debe ir ajustando los alambrones en las zonas de mallas no traslapadas. Luego, se procede a la instalación de las mallas. Inicialmente se realiza la instalación de los refuerzos verticales y posteriormente el refuerzo horizontal. Los alambrones en las zonas de traslapos deben conectar las dos mallas simultáneamente con los espaciamientos previamente mencionados. Se debe realizar confinamiento para las esquinas de los muros. Es necesario asegurar la estabilidad y fijación de las mallas por medio de puntillas, las cuales pueden ser de 2''. Finalmente, se realiza la aplicación del pañete de recubrimiento, humedeciendo el muro primeramente previo a la aplicación del pañete. Se recomienda aplicar el pañete únicamente en la zona de ubicación de las mallas de refuerzo.



Fotografía 10. Instalación malla de acero para rehabilitación de muro. Fuente: "Manual para la Rehabilitación de Viviendas Construidas en Adobe y Tapia Pisada", Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica (AIS), 2000, p.5-9.



Fotografía 11. Aplicación mortero de cal y arena en muro. Fuente: "Manual para la Rehabilitación de Viviendas Construidas en Adobe y Tapia Pisada", Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica (AIS), 2000, p.5-9

11.2. Rehabilitación con elementos de madera confinantes

Consiste en la instalación de tablas de madera horizontales y verticales con el fin de aumentar la resistencia de los muros y mantener la consistencia y unidad del elemento. Las tablas deben colocarse tanto en la cara externa como en la cara interna de los muros. Las tablas de madera se interconectan por medio de pernos pasantes y mediante puntillas de 2" clavadas sobre las tablas hasta penetrar los muros.

Para el proceso constructivo, se debe primeramente realizar el replanteo sobre los muros de la ubicación de las tablas de madera conforme a las especificaciones dadas. Luego de eso se deben abrir las regatas sobre los muros para la instalación de las tablas de madera, verificando las dimensiones de estas, según especificaciones dadas. A continuación, se realiza la perforación de los orificios para los conectores, los cuales deben quedar ubicados en los cruces de madera y cada 50 cm en el sentido longitudinal de las tablas de refuerzo. Luego, se procede a realizar la instalación de las tablas de madera, empezando con las verticales ajustando únicamente los pernos que no queden en las intersecciones. Posteriormente, se procede a la instalación de las tablas horizontales junto con los pernos de las intersecciones e intermedios de los elementos.

En las esquinas internas y externas se deben instalar platinas de conexión entre las tablas de madera, empleando tornillos golosos y/o pernos de conexión. En caso de requerirse traslapos entre elementos se debe utilizar un perno de conexión adicional. Finalmente, se debe colocar segmentos de malla sobre las tablas para la aplicación contigua del mortero de recubrimiento y el material de acabado.

Algunas recomendaciones para la instalación de las tablas de madera se indican a continuación:

•Las tablas horizontales se instalarán a 50 cm medidos desde la viga de cimentación hacia arriba y 20 cm desde la viga corona de cubierta hacia abajo. La separación máxima de estas debe ser de 1.5 m.

•Las tablas verticales se instalarán a 10 cm de las esquinas, con separación máxima de 1.5 m. Además, se colocarán tablas verticales en los bordes de las aberturas de puertas o ventanas y en las esquinas de intersección con otros muros contiguos.

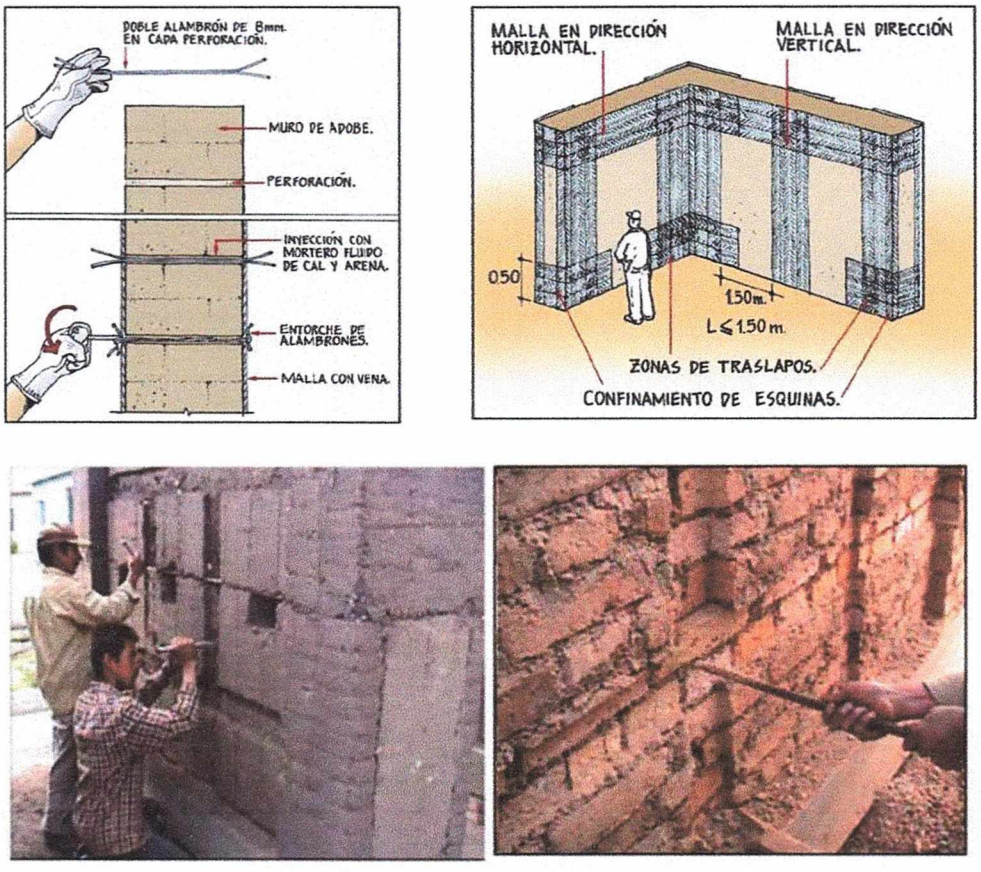
•A nivel de la cubierta, las tablas verticales en ambas caras del muro se conectan con un tornillo, atravesando el muro al nivel de la viga corona de cubierta. De igual forma se colocará un perno de conexión al nivel de la viga de cimentación.

•El ancho de las tablas de madera confinante debe ser superior a la altura del muro dividida 15 veces, nunca menor a 20 cm. Se deben utilizar tablas con espesor mínimo de 2 cm. Estas deben ser de buena calidad, libres de fisuras, grietas, desgarres, defectos o nudillos.

•El ancho de las platinas de esquina debe ser del orden de ¾ del ancho de la tabla de madera de refuerzo. El espesor de estas debe ser de 1/8'' o superior.

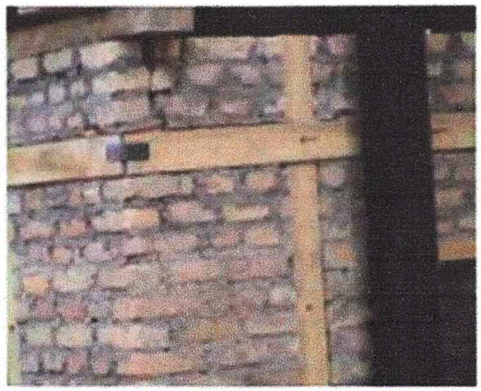
•Cuando se trate de muros de tapia pisada, los orificios de los mechinales se deben rellenar con una matriz de mortero de cal, arena y roca o ladrillo. Para un mejor llenado se recomienda clavar una cuña de madera en el orificio apenas unos minutos después de haberlo llenado.

•El espaciamiento máximo entre pernos de conexión de las tablas de madera debe ser de 50cm.



Fotografía 12. Perforación en muro para instalación de conectores e Instalación de conectores. Fuente: "Manual para la Rehabilitación de Viviendas Construidas en Adobe y Tapia Pisada", Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica (AIS), 2000, p.5-18.

116



Fotografía 13.Conformación de elementos de madera con los tornillos de unión e instalación de platinas. Fuente: "Manual para la Rehabilitación de Viviendas Construidas en Adobe y Tapia Pisada", Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica (AIS), 2000, p.5-20.

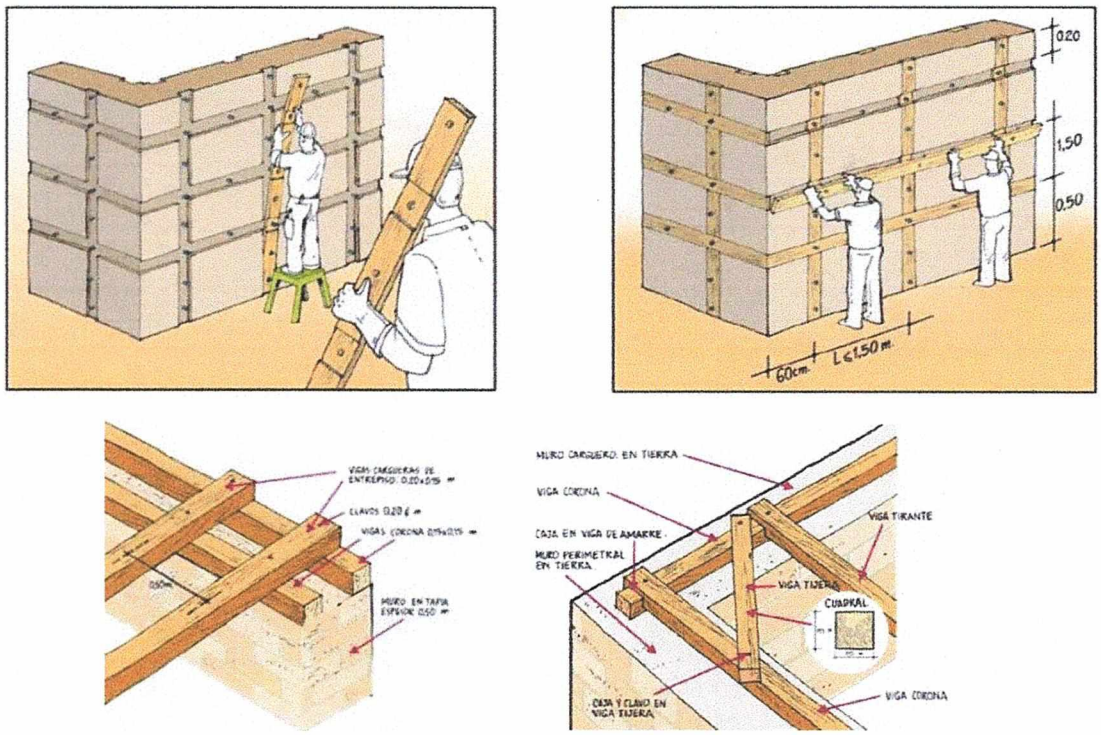


Ilustración 46.Vigas de corona en madera a nivel de cubierta (Fuente: Manual para rehabilitación de viviendas construido en adobe y tapia pisada - AIS)

Ambos métodos de rehabilitación presentan un alto grado de eficacia a la hora de disminuir el grado de vulnerabilidad sísmica de los muros y de fortalecer su estabilidad y funcionalidad, además de recuperar sus condiciones estéticas de acabado, aunque, La alternativa de rehabilitación con tablas de madera en comparación con el método que emplea malla de refuerzo, mortero de cal y arena presenta mayores ventajas No obstante, es necesario realizar una apropiada reforma a la configuración estructural y un adecuado reforzamiento y rehabilitación a la cubierta que hasta el momento es soportada por los muros, ya que esta

117

presenta un alto grado de vulnerabilidad lo que, ante un evento sísmico, facilita en gran medida el riesgo de colapso.

De acuerdo al artículo "PROPUESTA DE NORMATIVA PARA LA REHABILITACIÓN SÍSMICA DE EDIFICACIONES PATRIMONIALES EN TIERRA"

de los autores Daniel Ruiz Valencia, Cecilia López Pérez y Juan Carlos Rivera los valores recomendados de las propiedades mecánicas de muro es tapia pisada obtenidos de investigaciones a nivel nacional son:

Tabla 10. Propiedades mecánicas de materiales. (Fuente: Adaptado de RIVERA 2004).

Parámetro	*Unidades*	*Valor Mínimo*	*Valor Máximo*	*Norma*
Peso Especifico	kN/m^3	19	19.5	ASTM C-642
Resistencia a Compresión	MPa	0.20	0.80	NTC 3495
Resistencia a Tensión	MPa	0.00	0.02	NTC 4109
Resistencia a Corte	MPa	0.015	0.045	ASTM E-519
Módulo Elástico	MPa	70	110	NTC 3495
Módulo de Cortante	MPa	20	45	ASTM E-519

12. Bibliografía

-Yamín, L., Rodríguez, A., Fonseca, L., Reyes, J., Phillips, C. (2003). Comportamiento Sísmico y Alternativas de Rehabilitación de edificaciones en Adobe y Tapia Pisada con Base en Modelos a Escala Reducida Ensayados en Mesa Vibratoria. Revista de Ingeniería Universidad de los Andes.

-Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica (AIS). (2000). Manual Para la Rehabilitación de Viviendas Construidas en Adobe y Tapia Pisada

Neiva

Municipio de Neiva

arquitectura

Edgardo Fernando Bassi Burgos

CONSULTORÍA PARA LA ELABORACIÓN DE LOS ESTUDIOS TECNICOS DETALLADOS PARA EL PROYECTO DE RESTAURACION, OBRAS DE MANTENIMIENTO Y ADECUACION DE LA IGLESIA DE SAN LUIS BELTRAN, MUNICIPIO DE NEIVA

ESTUDIOS DE SUELOS

Arquitecto EDGARDO EDMUNDO BASSI BURGOS

Febrero de 2019

119

Carrera 4 No. 23-53 Oficina 402 Bogotá D.C.
Tel.: 57 (1) 561 8080 – Cel. 313 229 9525
E-Mail edgardobassi@gmail.com

EDGARDO EDMUNDO BASSI BURGOS

NEIVA-HUILA

ESTUDIO DE SUELOS
PARA EL CALCULO DE CAPACIDAD PORTANTE

CONSULTORÍA PARA LA ELABORACIÓN DE LOS ESTUDIOS TECNICOS DETALLADOS PARA EL PROYECTO DE RESTAURACION, OBRAS DE MANTENIMIENTO Y ADECUACION DE LA IGLESIA DE SAN LUIS BELTRAN, MUNICIPIO DE NEIVA

NEIVA
DICIEMBRE - 2018

120

Laboratorio Calle 31 No. 7 - 59 Tel. (8) 8723339
Cel 3123705819 – 3204297522 email: johesos@hotmail.com
NEIVA - HUILA

EDGARDO EDMUNDO BASSI BURGOS

NEIVA-HUILA

INFORME DE CAMPO

ESTUDIO DE SUELOS
PARA EL CALCULO DE CAPACIDAD PORTANTE

CONSULTORÍA PARA LA ELABORACIÓN DE LOS ESTUDIOS TECNICOS DETALLADOS PARA EL PROYECTO DE RESTAURACION, OBRAS DE MANTENIMIENTO Y ADECUACION DE LA IGLESIA DE SAN LUIS BELTRAN, MUNICIPIO DE NEIVA

NEIVA
DICIEMBRE - 2018

121

Laboratorio Calle 31 No. 7 - 59 Tel. (8) 8723339
Cel 3123705819 – 3204297522 email: johesos@hotmail.com
NEIVA - HUILA

INTRODUCCION

Adjunto, la información geotécnica obtenida en la exploración del subsuelo dentro del área para la **RESTAURACION IGLESIA SAN LUIS BELTRAN,** Corregimiento San Luis Beltrán, localizado en la zona rural del municipio Neiva - departamento Huila, estos trabajos se refieren a los análisis de los suelos de la zona estimada al alcance del proyecto.

El trabajo se realizó el día 13 y 14 de Diciembre - 2018 a solicitud de la empresa **EDGARDO BASSI SAS.**

El estudio incluye un informe geotécnico preliminar del área del proyecto, la auscultación se realiza mediante tres (3) exploraciones del subsuelo, iniciando, con herramienta manual y posteriormente con equipo mecánico de percusión alcanzando una profundidad máxima de -6.0 metros, efectuando ensayos de campo y un muestreo sistemático de acuerdo a la Norma A.S.T.M. D1586-67; para realizar posteriormente los ensayos de laboratorio requeridos en la determinación de las características de resistencia y compresibilidad del subsuelo, propiedades necesarias en los análisis de estabilidad y deformación para las alternativas de fundación. Estas variables se evalúan de acuerdo con las teorías y leyes sobre fundaciones y cimentaciones más aceptadas dentro del ámbito de la ingeniería.

El informe presenta todos los detalles del estudio, memorias de los resultados de la investigación basado en los parámetros exigidos en las Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente NSR-10, las conclusiones y recomendaciones que deben tenerse en cuenta para el sistema de cimentación más adecuado y los parámetros sísmicos del perfil de suelo.

La organización **Servi.Lab Ingeniería** agradece la confianza depositada y espera prestar sus servicios en futuras oportunidades.

I LOCALIZACION E INSPECCION GENERAL.

El sitio destinado para desarrollar el proyecto de *RESTAURACION, IGLESIA SAN LUIS BELTRAN,* Corregimiento San Luis Beltrán, zona rural del municipio Neiva-Huila.

San Luis es un corregimiento en el occidente del municipio de Neiva. Limita al norte y noreste con el municipio de Aipe, al noroeste con el corregimiento de Chapinero, al oeste con el corregimiento de Aipecito, al sur y sureste con el municipio de Palermo, y al este con el corregimiento de Guacirco. Es un corregimiento netamente cafetero.

El corregimiento San Luis se divide en 14 veredas: Palmar, Alto Cocal, Bajo Cocal, El Ávila, El Centro, El Quebradon, Corozal, Alta libertad, La Libertad, La Julia, El Piñuelo, Órganos, Omega, Los Alpes.

II CARATERISTICAS DEL PROYECTO

El proyecto civil corresponde a la *RESTAURACION DE UN BIEN CULTURAL INMUEBLE,* en mampostería-concreto estructural, correspondiente a la *IGLESIA SAN LUIS BELTRAN*, Corregimiento San Luis Beltrán, zona rural del municipio Neiva-Huila.

Dichas construcciones serán diseñadas de acuerdo a la Norma Colombiana de Diseño y Construcción Sismo Resistente NSR-10 y normas correspondientes.

III FINALIDAD Y CONTENIDO DEL ESTUDIO DE SUELOS

El presente estudio de suelos se realizó con el propósito de conocer las propiedades del subsuelo del terreno para la *RESTAURACION, IGLESIA SAN LUIS BELTRAN*, Corregimiento San Luis Beltrán, zona rural del municipio Neiva-Huila

Las cuales nos permitieron establecer sus condiciones portantes y poder presentar los criterios generales de cimentación y obras de adecuación del terreno.

Este informe incluye perfiles estratigráficos, ensayos de laboratorio, localización de los Apiques, determinación del nivel freático, recomendaciones a la cota de fundación, capacidad portante, tipo de cimientos, asentamientos probables, y demás datos necesarios en el diseño o ejecución de las cimentaciones.

IV EXPLORACION Y ENSAYOS DE LABORATORIO.

1. Exploración de Campo

Las investigaciones geotécnicas consistieron en la realización de tres (3) exploraciones del subsuelo (sondeo), con herramienta manual, equipo mecánico de perforación a percusión y penetración estándar, hasta una profundidad máxima posible explorada de seis punto cero (6.0) metros.

La exploración se realizará con equipo mecánico de perforación, utilizando el método de Penetración Estándar (SPT -Standard Penetra Bon Test). El SPT se realiza dejando caer un martillo de 63,5 kg sobre la barra de perforación, desde una altura de 76 cm. El número de golpes N necesarios para producir una penetración de 30 cm se considera la resistencia a la penetración.

Localización de las perforaciones y profundidades:

Sondeo No. 1	San Luis - Huila = 6.00 metros
Sondeo No. 2	San Luis - Huila = 6.00 metros
Sondeo No. 3	San Luis - Huila = 6.10 metros

Ver anexo *"Localización sondeos"*.

2. Toma de muestras.

Se tomaron aleatoria y sistemáticamente muestras alteras e inalteradas de los estratos y / o horizontes hallados durante la fase de exploratoria en cada uno de los sondeos.

Las muestras son protegidas y almacenadas en bolsas plásticas para evitar contaminación y perdida de humedad, se rotulan cuidadosamente y transportadas al laboratorio.

3. Ensayos de Laboratorio.

El programa de laboratorio contemplo la realización de los siguientes ensayos de laboratorio:

- Determinación en laboratorio de contenido de agua (Humedad) Norma de Ensayo INV E-122
- Análisis Granulométrico de Agregados Gruesos y Finos. Norma de Ensayo INV E – 213 / 214
- Determinación del Límite Líquido Norma de Ensayo INV E-125
- Límite Plástico e Índice de Plasticidad de los suelos. Norma de Ensayo INV E- 126.
- Determinación "Resistencia a la penetración Normal" o valor N, Ensayo de Penetración Normal y Muestreo con Tubo Partido de los Suelos Norma de Ensayo INV E – 211.
- Determinación de la Gravedad especifica de los suelos y del llenante mineral Norma de Ensayo INV E-128.
- Determinación Peso Unitario del suelo muestra parafinada.

5 Análisis de los resultados

Los resultados de los ensayos de laboratorio realizados a las muestras obtenidas en la exploración de campo proporcionan los elementos básicos para:

- Clasificación de los suelos mediante los sistemas de la U.S.C.

- Determinación del qu
- El análisis de asentamientos
- Facilitar el calcular la capacidad portante del suelo.
- Desde el punto de vista de la ingeniería civil y cimentaciones, el número de sondeos realizados durante la fase de exploración, las profundidades máximas posibles de perforación alcanzada, fueron suficientes en la obtención de toda la información geotécnica de los estratos.
- En el cuadro " *resumen resultados ensayos de laboratorio estudio de suelos*", se puede apreciar humedad, limites de consistencia, índice de plasticidad, granulometría, clasificación, Gs , Peso Unitario y resistencia a la penetración normal **N** de cada estrato.

V PERFIL ESTRATIGRAFICO O CONFORMACION DEL SUBSUELO

El subsuelo explorado a través del área del proyecto muestra características estratigráficas homogéneas para el perfil de la zona, las capas encontradas presentan discontinuidad, con variaciones en los espesores. Conforme a la distribución del área de estudio se encontró la siguiente estratigrafía:

SONDEO No.1 **IGLESIA SAN LUIS DEL BELTRAN**
CORREGIMIENTO SAN LUIS BELTRAN
NEIVA-HUILA

Profundidad (m)		e (m)	Clas USC	SPT N	Descripción
Desde	Hasta				
0.00	0.20	0.20			CAPA VEGETAL LIMO ORGANICO.
0.20	1.20	1.0	**CL**		ARCILLA INORGANICA DE BAJA A MEDIA PLASTICIDAD-AMARILLO VETAS ROJAS-CAFES.Humedad Baja A Media. qμ = 0,80 kg/cm2 c = 0,40 kg/cm2 qμ = 0,85 kg/cm2 c = 0,42 kg/cm2
1.20	2.40	1.20	**ML**	**5-10**	LIMO INORGANICO DE BAJA PLASTICIDAD-AMARILLO VETAS NEGRAS -CAFES.Humedad Baja A Media. SPT (Consistencia Media A Firme).
2.40	4.00	1.60	**SC**	**37-40**	ARENA ARCILLOSA-AMARILLO OSCURO VETAS HABANAS-AZULES. Humedad Baja A Media. SPT (Consistencia Dura). qμ = 0.43 kg/cm2 c =0.21 kg/cm2 qμ = 0.55 kg/cm2 c = 0.28 kg/cm2
4.00	6.00	2.00	**SC**	**40-47-52**	ARENA ARCILLOSA-CAFÉ AZULOSO. Humedad Media A Baja. SPT (Consistencia Dura).
6.00					***Fin sondeo*** ***No se determinó NAF***

SONDEO No.2 **IGLESIA SAN LUIS DEL BELTRAN**
CORREGIMIENTO SAN LUIS BELTRAN
NEIVA-HUILA

Profundidad (m)		e (m)	Clas USC	SPT N	Descripción
Desde	Hasta				
0.00	0.05	0.05			CAPA VEGETAL LIMO ORGANICO
0.05	0.25	0.20			RELLENO GRANULAR GRIS. Humedad baja. Compactación media. Presencia partículas redondeadas tamaño máximo 4 pulgadas
0.25	1.60	1.40	**CL**	**5**	ARCILLA INORGANICA DE BAJA A MEDIA PLASTICIDAD-AMARILLO VETAS ROJAS -CAFÉ. Humedad Media A Baja. SPT (Consistencia Media A Firme). qμ = 1.08 kg/cm2 c = 0.54 kg/cm2
1.60	2.90	1.30	**CL**	**8-12**	ARCILLA INORGANICA DE BAJA A MEDIA PLASTICIDAD-CAFÉ CLARO VETAS ROJAS-CAFÉ. Humedad Media A Baja. SPT (Consistencia Media A Firme).
2.90	4.40	1.50	**CL**	**11-47**	ARCILLA INORGANICA DE BAJA A MEDIA PLASTICIDAD-CAFÉ CLARO VETAS ROJAS-GRICES.Humedad Media A Baja. SPT (Consistencia Firme a Dura). qμ = 1.45 kg/cm2 c = 0.73 kg/cm2 qμ = 0.63 kg/cm2 c = 0.31 kg/cm2
4.40	6.00	1.60	**CL**	**65-84**	ARCILLA INORGANICA DE BAJA A MEDIA PLASTICIDAD-AMARILLO VETAS NARANJAS-MARRONES.Humedad Baja A Media. SPT (Consistencia Dura).
6.00					***Fin sondeo*** ***No se determinó NAF***

SONDEO No.3 **IGLESIA SAN LUIS DEL BELTRAN**
CORREGIMIENTO SAN LUIS BELTRAN
NEIVA-HUILA

Profundidad (m)		e (m)	Clas USC	SPT N	Descripción
0.00	0.05	0.05			CAPA VEGETAL, LIMO ORGANICO
0.05	0.35	0.30			RELLENO ESCONBROS CONSTRUCCION RAICES
0.35	1.10	1.05	**CL**	**3**	ARCILLA INORGANICA DE BAJA A MEDIA PLASTICIDAD-GRIS OSCURO. Humedad Media A Baja. SPT (Consistencia Blanda).
1.10	2.20	1.10	**CL**	**5**	ARCILLA INORGANICA DE BAJA A MEDIA PLASTICIDAD-AMARILLO VETAS ROJAS NARANJAS. Humedad Media a Baja. SPT (Consistencia media). qμ = 2.33 kg/cm² c = 1.17 kg/cm2 qμ = 1.79 kg/cm2 c = 0.89 kg/cm2
2.20	3.60	1.40	**CL**	**8-15**	ARCILLA INORGANICA DE BAJA A MEDIA PLASTICIDAD-CAFÉ VETAS NEGRAS HABANAS-NARANJAS. Humedad Media-Baja. SPT (Consistencia Media a muy Firme). qμ = 2.47 kg/cm2 c = 1.23 kg/cm2
3.60	4.80	1.20	**CL**	**10-14**	ARCILLA INORGANICA DE BAJA A MEDIA PLASTICIDAD-AMARILLO VETAS CAFES -NEGRAS. Humedad Baja-Media. SPT (Consistencia Firme). qμ = 2.03 kg/cm2 c = 1.02kg/cm2
4.80	6.10	1.30	**SC**	**59-70**	ARENA ARCILLOSA-AMARILLO ROJIZO. Humedad Media-Baja. SPT (Consistencia Dura). qμ = 1.46 kg/cm2 c = 0.73 kg/cm2
6.10					***Fin sondeo*** ***No se determinó NAF***

Para obtener más claridad de tipo, espesor y profundidad de los diferentes estratos de suelo encontrados, se presenta el anexo Registro de Sondeos y Perfil Estratigráfico.

VI ANALISIS DEL PERFIL ESTRATIGRAFICO

La estratigrafía del subsuelo destinado para la *RESTAURACION, IGLESIA SAN LUIS BELTRAN*, Corregimiento San Luis Beltrán, zona rural del municipio Neiva-Huila, está conformado por:

Sondeo 1

0.20 – 1.20 m	Presencia de suelos finos compuestos por Arcillas (*CL*)
1.20 – 2.40 m	Presencia de suelos finos compuestos por Limos (*ML*)
2.40 – 6.00 m	Presencia de suelos gruesos compuestos por arenas (*SC*)

Sondeo 2

0.25 – 6.00 m	Presencia de suelos finos compuestos por Arcillas (*CL*).

Sondeo 3

0.35 – 4.80 m	Presencia de suelos finos compuestos por Arcillas (*CL*)
4.80 – 6.10 m	Presencia de suelos gruesos compuestos por arenas (*SC*)

Los valores de los índices de plasticidad (IP) y las características de los finos predominantes (Pasa Tamiz No. 200), nos indican un potencial de expansión bajo en el subsuelo estudiado, garantizando la muy poca o ninguna probabilidad de cambios volumétricos o expansión, capaces de afectar las cimentaciones y por consiguiente las estructuras.

Inspeccionadas la superficie del terreno y las instalaciones aledañas (Casa cural), no presenta grietas y fisuras, debido a posibles asentamientos.

VII NIVEL DE AGUAS FREATICAS (NAF)

Durante el proceso de exploración del subsuelo para la *RESTAURACION, IGLESIA SAN LUIS BELTRAN*, Corregimiento San Luis Beltrán, zona rural del municipio Neiva-Huila, por medio de sondeos **NO SE DETERMINO NIVEL DE AGUAS FREATICAS (NAF),hasta la profundidad final de auscultación.**

La determinación del Nivel de Aguas Freáticas se realiza, en una época de verano, durante la fecha de exploración Diciembre 13-14 - 2018, hay tiempo seco soleado.

Los cambios que el Nivel de Aguas Freáticas sufre durante el año con las estaciones climáticas, se produce de preferencia en zonas bajas con escasa escorrentía lateral. Los cambios de humedad que el suelo sufre por este motivo, depende tanto de la profundidad media del Nivel de Aguas Freáticas, como de la capilaridad del suelo.

VIII CLIMA

El clima es el resultado de la combinación de elementos de la atmósfera, tales como la precipitación, temperatura, humedad relativa, presión, vientos y los factores que inciden en ellos pueden modificarlo (latitud, altitud y continentalidad). De la distribución y combinación de estos elementos y factores dependen en buena medida la vegetación, los tipos de suelo, la erosión, los regímenes hidrológicos y, en general, las condiciones favorables para asentamiento humano.

Se entiende por clima al conjunto fluctuante de las condiciones atmosféricas, caracterizado por los estados y las evoluciones del tiempo en una porción determinada del espacio geográfico. Las condiciones de la atmósfera en una región de la superficie terrestre, se calcula tomando en consideración los promedios de los estados del tiempo en un período largo de 30 o 40 años.

Además de factores geográficos derivados de la latitud, altitud, cinturones globales de presión y continentalidad, el clima es el resultado de la interrelación de elementos atmosféricos, tales como la precipitación, la temperatura, la humedad relativa, la evaporación, los vientos, la radiación y la insolación, entre otros, que permiten determinar las características climáticas de una región.

El clima es importante, desde el punto de vista físico-biótico por su directa intervención en la evolución de los suelos y el paisaje. Además por ser uno de los elementos o insumos necesarios para la determinación de las amenazas naturales y desde el punto de vista socioeconómico por su influencia en la decisión de utilización de las tierras para determinados usos.

SAN LUIS BELTRAN-HUILA

San Luis es un corregimiento en el occidente del municipio de Neiva

Límites del municipio:

Norte	Aipe
Sur	Palermo
Oriente	Corregimiento Aipecito
Occidente	Corregimiento Guácirco

VIII COTA 00 DE LAS EXPLORACIONES

La cota **00** de los sondeos realizados, en la exploración del subsuelo para el *RESTAURACION, IGLESIA SAN LUIS BELTRAN*, Corregimiento San Luis Beltrán, zona rural del municipio Neiva-Huila, corresponde a la superficie actual del terreno donde se localizaron cada uno..

Esperando en prestarle el mejor servicio a tiempo, confiable y con calidad.

Atentamente,

Servi.Lab Ingeniería
Laboratorio

JOSE HERNEY SOLARTE SOLARTE
Geotecnólogo
MP 1951600199CAU

Neiva, DICIEMBRE de 2018

CARTA DE RESPONSABILIDAD

REFERENCIA CONSULTORÍA PARA LA ELABORACIÓN DE LOS ESTUDIOS TECNICOS DETALLADOS PARA EL PROYECTO DE RESTAURACION, OBRAS DE MANTENIMIENTO Y ADECUACION DE LA IGLESIA DE SAN LUIS BELTRAN, MUNICIPIO DE NEIVA
SAN LUIS BELTRAN NEIVA-HUILA

Respetados señores;

Yo, JOSE HERNEY SOLARTE, Geotecnólogo, identificado con la cedula de ciudadanía 10.546.105 de Popayán - Cauca, Colombia y con matricula profesional No. 1951600199cau del Consejo Nacional Profesional de Ingeniería y Arquitectura, seccional Cauca, Colombia, certifico que, por solicitud expresa de **EDGARDO EDMUNDO BASSI BURGOS**, que he realizado el estudio de mecánica de suelos para el sitio en referencia.

Que todos los análisis y diseños del estudio de mecánica de suelos, han sido elaborados siguiendo los parámetros y requisitos Norma Colombiana de Diseño y Construcción Sismo Resistente NSR-10 y demás normas aplicables, por tanto declaro que en tal sentido asumo la responsabilidad por los perjuicios que se puedan ocasionar.

.

JOSE HERNEY SOLARTE SOLARTE.
Geotecnologo
C.C. 10.546.105 de Popayan, Colombia
Matricula Prof. 1951600199-CAU.

REPÚBLICA DE COLOMBIA
COPNIA
Consejo Profesional Nacional de Ingeniería

CERTIFICADO DE VIGENCIA Y ANTECEDENTES DISCIPLINARIOS
Nº E2018VEN00165135

REPÚBLICA DE COLOMBIA
CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERÍA
COPNIA

EL DIRECTOR GENERAL

CERTIFICA:

1. Que SOLARTE SOLARTE JOSE HERNEY identificado (a) con Cédula de Ciudadanía Nº 10546105, se encuentra inscrito(a) en el Registro Profesional Nacional que lleva esta entidad, como GEOTECNOLOGO con Certificado de Inscripción Profesional Nº 19516-00199 CAU desde el (los) diecisiete (17) día(s) del mes de febrero del año dos mil (2000).

2. Que la (el) Certificado de Inscripción Profesional es la autorización que expide el Estado para que el titular ejerza su profesión en todo el territorio de la República de Colombia, de conformidad con lo dispuesto en la Ley 842 de 2003.

3. Que la (el) referida (o) Certificado de Inscripción Profesional se encuentra vigente, por lo cual el profesional certificado actualmente NO está impedido para ejercer la profesión.

4. Que el profesional NO tiene antecedentes disciplinarios ético-profesionales.

5. Que la presente certificación tiene una validez de seis (6) meses y se expide en Bogotá, D.C., a los quince (15) días del mes (agosto) del año dos mil dieciocho (2018).

RUBÉN DARÍO OCHOA ARBELÁEZ

Firma del titular (*)

(*) Con el fin de verificar que el titular autoriza su participación en procesos estatales de selección de contratistas. La falta de firma del titular no invalida el Certificado

El presente es un documento público expedido electronicamente con firma digital que garantiza su plena validez jurídica y probatoria según lo estableció en la Ley 527 de 1999.

Para verificar la integridad e inalterabilidad de presente documento consulte en el sitio web http://gdocumental.copnia.gov.co/investe/CSV/ indicando el código que se encuentra en el costado izquierdo de este documento

Calle 78 Nº 9 – 57 Piso 13 – Bogotá D.C. Pbx: 3220102 – Correo-e: contactenos@copnia.gov.co
www.copnia.gov.co

CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERÍA - COPNIA
Calle 78 Nº 9 - 57 Teléfono 322 0191 - Bogotá D.C.
e-mail: contactenos@copnia.gov.co
www.copnia.gov.co

Documento firmado por: CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERIA - COPNIA, Nº de serie: 129106594627937f0858232211918f0f0f2f9850
Emisor del certificado: AC TESTIN TE CERTICAMARA S.A., Fecha de emisión de la firma: 15/08/2018 14:30:46
Código Seguro de Verificación (http://gdocumental.copnia.gov.co/investe/CSV): Qb0MBd6FILC77oy6f7K http://www.copnia.gov.co
Página 1 de un total de 1 página(s).

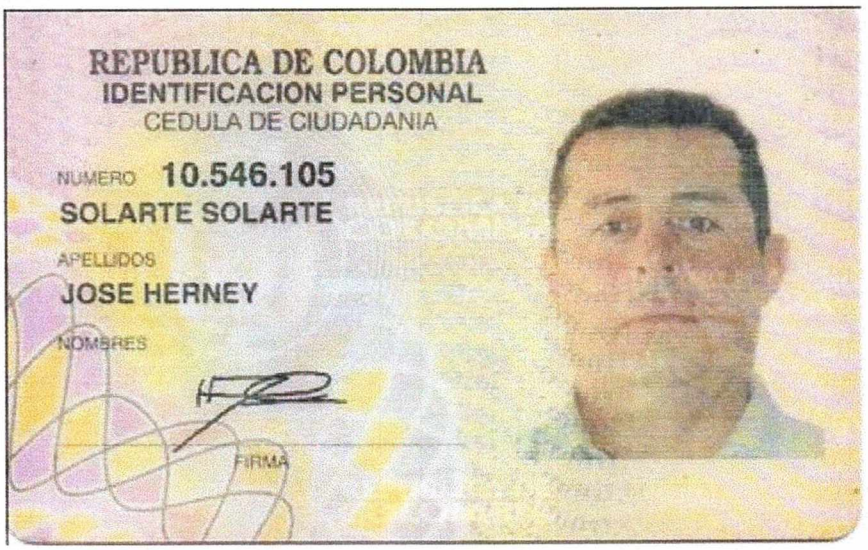
138

REPUBLICA DE COLOMBIA
CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

GEOTECNOLOGO
INSTITUCION DOCENTE
UNIVERSIDAD DEL CAUCA
CERTIFICADO DE INSCRIPCION PROFESIONAL No.
1951600199CAU
DE FECHA 2000-02-17
SOLARTE SOLARTE
JOSE HERNEY
C.C. 10.546.185



Esta tarjeta acredita la expedición del matrícula del certificado de inscripción profesional con que se refiere el decreto 3110 de 1995 reglamentario de la ley 64 de 1978


REPUBLICA DE COLOMBIA
IDENTIFICACION PERSONAL
CEDULA DE CIUDADANIA
NUMERO 10.546.105
SOLARTE SOLARTE
APELLIDOS
JOSE HERNEY
NOMBRES
FIRMA


FECHA DE NACIMIENTO 20-SEP-1964
POPAYAN
(CAUCA)
LUGAR DE NACIMIENTO
1.76
ESTATURA
A+
G.S. RH
M
SEXO
30-DIC-1982 POPAYAN
FECHA Y LUGAR DE EXPEDICION
REGISTRADOR NACIONAL
CARLOS ARIEL SANCHEZ TORRES
INDICE DERECHO
A-1900100-00178791-M-0010546105-20090916
0016137183A 1
6670029438

140

EDGARDO EDMUNDO BASSI BURGOS

NEIVA-HUILA

CALCULO CAPACIDAD PORTANTE

ESTUDIO DE SUELOS
PARA EL CALCULO DE CAPACIDAD PORTANTE

CONSULTORÍA PARA LA ELABORACIÓN DE LOS ESTUDIOS TECNICOS DETALLADOS PARA EL PROYECTO DE RESTAURACION, OBRAS DE MANTENIMIENTO Y ADECUACION DE LA IGLESIA DE SAN LUIS BELTRAN, MUNICIPIO DE NEIVA

NEIVA
DICIEMBRE- 2018

Laboratorio Calle 31 No. 7 - 59 Tel. (8) 8723339
Cel 3123705819 – 3204297522 email: johesos@hotmail.com
NEIVA - HUILA

X ANALISIS DE INGENIERIA

Una vez realizada la recolección de la información que puede extraerse a partir de la exploración del subsuelo y los ensayos de laboratorio efectuados, se procede a establecer el conjunto de recomendaciones para la cimentación del proyecto de **RESTAURACIÓN IGLESIA SAN LUIS BELTRÁN**, localizada en el Corregimiento San Luis Beltrán del Municipio de Neiva, Departamento del Huila, al igual que definir los criterios y parámetros de diseño, elaborar los cálculos y producir las conclusiones y recomendaciones contenidas en este informe, que corresponde a los Sondeos 1, 2 y 3.

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ESTRUCTURAL

Número de niveles: Uno a tres.

El proyecto estructural presentado es para una estructura de tres pisos o menos, y el sistema estructural de resistencia sísmica es en **pórticos de concreto reforzado y/o mampostería**. La cimentación se sugiere que sea en concreto reforzado de resistencia a la compresión a los 28 días f'c = 21 MPa (210 kg/cm^2) o superior.

Grupo de Uso: II – Estructuras de Ocupación Especial: se cataloga de esta manera por tener capacidad para más de 200 personas en un mismo salón, de conformidad con el apartado A.2.5.1.3 de la NSR-10.

De acuerdo a la Tabla H.3.1-1 de la NSR-10, según el número de niveles y la magnitud de las cargas, la categoría de las unidades de construcción se cataloga como **BAJA**.

CARGAS CONSIDERADAS EN EL ANÁLISIS

Para el diseño de la cimentación usualmente no se requiere emplear todas las combinaciones de carga que contempla la Norma NSR-10 para el análisis de la

estructura. Normalmente se debe considerar la condición estática, en la cual las solicitaciones corresponden a las cargas **gravitacionales**, vivas y muertas, y el evento sísmico, en el cual se analizarán las cargas horizontales de naturaleza **sísmica**.

A manera de sugerencia se presentan las siguientes combinaciones de carga para el diseño de la cimentación:

Combo	C.M.		C.V.		EX	EY
CIM1	1.00	+	1.00			
CIM2	1.00	+	0.75			
CIM3	1.00	+			0.70	
CIM4	1.00	+				0.70
CIM5	1.00	+	0.75	+	0.53	
CIM6	1.00	+	0.75	+		0.53
CIM7	0.90	+			0.70	
CIM8	0.90	+				0.70
CIM	Envolvente de todas las combinaciones					

En donde: C. M.: Cargas muertas.
C. V.: Cargas vivas.
EX, EY Cargas sísmicas ortogonales horizontales.

CATEGORÍAS Y CLASES DE EXPOSICIÓN DEL CONCRETO

De conformidad con lo dispuesto por el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10 en el apartado C.4.2.1, se deben asignar las clases de exposición de acuerdo con la severidad a la exposición anticipada de los elementos de concreto estructural para cada categoría de exposición según la Tabla C.4.2.1.

Para tal objeto se presenta la siguiente tabla:

143

Cuadro 10.1 – Categorías y clases de exposición del concreto

CATEGORÍA	SEVERIDAD	CLASE	CONDICIÓN
Congelamiento y deshielo	No es aplicable	F0	Concreto no expuesto a ciclos de congelamiento y deshielo
Sulfato	No es aplicable	S0	SO_4 en el suelo < 0.10% en peso SO_4 disuelto en agua < 150 ppm
Requiere Baja Permeabilidad	No es aplicable	P0	En contacto con el agua donde no se requiere baja permeabilidad
Protección del refuerzo para corrosión	Moderada	C1	Concreto expuesto a la humedad, pero no a una fuente externa de cloruros

XI ANÁLISIS GEOTÉCNICOS

En esta etapa de este estudio, se dedica a los aspectos geotécnicos basados en los resultados de laboratorio y se analizan los siguientes puntos:

NIVEL FREÁTICO

No se encontró nivel freático en ninguno de los tres (3) sondeos, por lo que se espera que no se presenten inconvenientes durante la etapa constructiva por causa de la presencia de agua subterránea en la excavación. Para efectos de los cálculos de capacidad portante, el nivel freático se ubicará en la cota correspondiente a la excavación a la que corresponda la menor profundidad.

No hay influjo importante de vegetación o cuerpos de agua cercanos al sitio de construcción del proyecto.

CLASIFICACIÓN DEL SUELO DE SOPORTE

En los tres (3) sondeos el material predominante en el suelo de soporte es arcilla de baja plasticidad (CL), con presencia de limo de baja plasticidad (ML) en el sondeo 1 y de arena arcillosa (SC) en los sondeos 1 y 3. No se encuentra material orgánico en ninguno de los sondeos.

La profundidad de los sondeos fue de 6.00 m, 6.00 m y 6.10 m, respectivamente.

TIPO DE CIMENTACION

La siguiente información se basa en supuestos razonables por carecer de información más concreta sobre las características de las estructuras a construir:

La capacidad de carga del suelo de cimentación se calculará teniendo en cuenta el uso de **ZAPATAS AISLADAS, CUADRADAS O RECTANGULARES CON RELACIÓN L/B ≤ 5**.

Como no se dispone del avalúo de cargas definitivo de la estructura, se estimará de la carga máxima probable a que se pueda ver sometida, a partir de lo cual se determinarán las características de capacidad portante y asentamiento para determinar la interacción suelo – estructura. Si el cliente considera que los supuestos empleados para la elaboración de este informe son errados, deberá informarlo al laboratorio para usar en el cálculo otro sistema diferente.

Para la estructura a proyectar, se asume una zapata cuadrada de dimensiones máximas supuestas B=L=2.00 m con separación entre ejes de 4.0 a 6.0 m. Las principales propiedades iniciales del suelo son:

Peso específico húmedo:	γ_h =	1.98 T/m^3 (promedio aritmético).
Peso específico seco:	γ_s =	1.64 T/m^3 (promedio aritmético).
Gravedad específica:	Gs =	2.48 T/m^3 (promedio aritmético).
Carga máxima por columna:	P_{max} =	30 T.
Esfuerzo esperado en el terreno:	W_{es} =	7.5 T/m^2

El recubrimiento de acero en la cimentación al contacto directo del suelo será como mínimo **75 mm**.

PROFUNDIDAD DE DESPLANTE

- Para el cálculo de la capacidad portante se emplearán valores de profundidad de desplante de Df = 1.00 m y Df = 1.50 m. Adicionalmente, se calcularán los demás valores comprendidos entre 0.75 m y 2.00 m, a intervalos de 0.25 m.

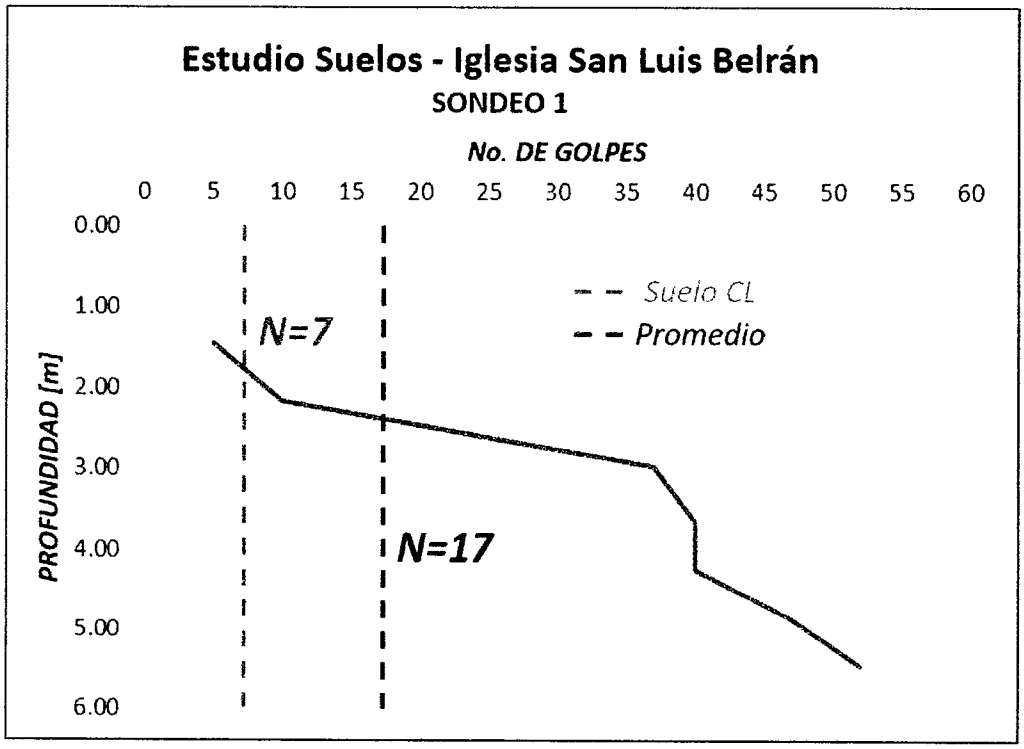
1/16

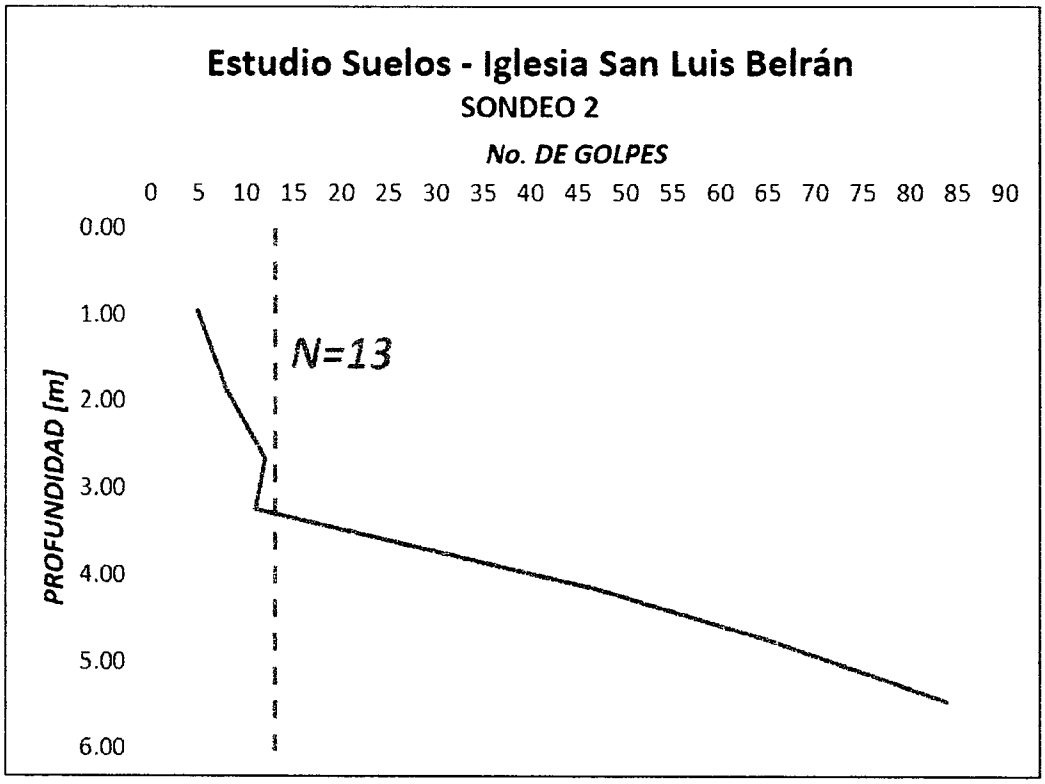
- Desplante medido a partir del nivel natural de terreno, tomado en el sector más bajo o al nivel en el que quedará el terreno respecto al proyecto.

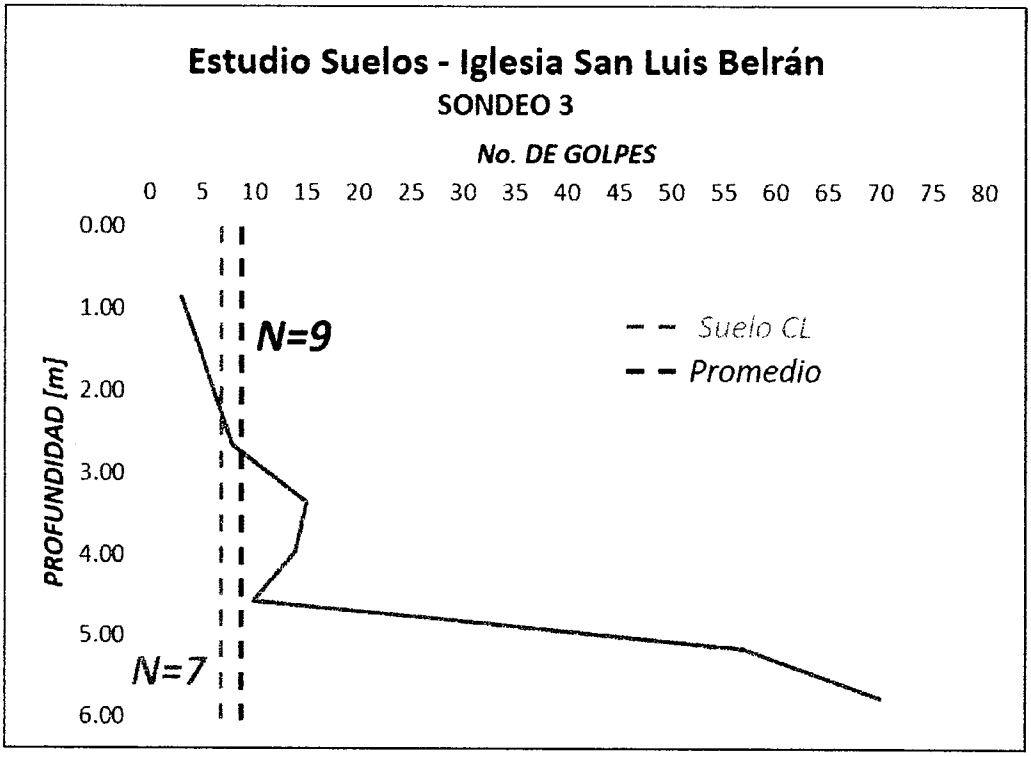
ESTANDARIZACIÓN DEL SUELO DE SOPORTE

Según el Capítulo H.2.5 de la NSR-10, el suelo se puede catalogar como no cohesivo (granular) o cohesivo, de acuerdo con el Sistema de Clasificación Unificada de Suelos SCUS. El suelo de soporte consiste en un material COHESIVO, el cual se ha denominado Arcilla de baja plasticidad (CL).

Se va a graficar el número de golpes N en función de la profundidad. Se entiende que para calcular el N promedio de campo se tendrán en cuenta las capas que estén a una profundidad B/2 por encima de la profundidad de desplante hasta una profundidad 2B por debajo de la misma. Se muestran el valor promedio del suelo hasta la profundidad de exploración y el del estrato CL, en caso de que sean diferentes (sondeos 1 y 3).




Estudio Suelos - Iglesia San Luis Belrán
SONDEO 2
No. DE GOLPES
0 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80 85 90
0.00
1.00
2.00
3.00
4.00
5.00
6.00
PROFUNDIDAD [m]
N=13


Estudio Suelos - Iglesia San Luis Belrán
SONDEO 3
No. DE GOLPES
0 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65 70 75 80
0.00
1.00
2.00
3.00
4.00
5.00
6.00
PROFUNDIDAD [m]
N=9
N=7
Suelo CL
Promedio

NORMALIZACIÓN DE N

Df	1.00	m	Profundidad de desplante
B	2.00	m	Ancho de la cimentación
γ_h	1.98	T/m³	Peso específico húmedo del suelo
Z_{sup}	0.00	m	Profundidad superior [B/2 sobre Df]
Z_{inf}	5.00	m	Profundidad inferior [2B bajo DF]
Z_{med}	2.50	m	Profundidad media influencia

N_{1pr}	7/17	golpes	Valor N campo sondeo 1 en zona influencia
N_{2pr}	13/13	golpes	Valor N campo sondeo 2 en zona influencia
N_{3pr}	7/9	golpes	Valor N campo sondeo 3 en zona influencia
N_{pr}	**9/13**	**golpes**	**Promedio campo sondeos**
q_{1pr}	0.61	kg/cm²	Valor q campo sondeo 1 en zona influencia
q_{2pr}	0.94	kg/cm²	Valor q campo sondeo 2 en zona influencia
q_{3pr}	1.95	kg/cm²	Valor q campo sondeo 3 en zona influencia
q_{pr}	**1.17**	kg/cm²	**Promedio corregido campo sondeos**

Valores normalizados: **N_{60}: 9 golpes**

q'_u = 0.93 kg/cm² = 9.30 T/m²

c'_u = 0.47 kg/cm² = 4.65 T/m²

El valor normalizado de q'_u y c'_u se obtiene del ensayo de compresión inconfinada. La normalización del valor de q_u se deduce de acuerdo con lo dispuesto en la norma NSR-10, en concordancia con la norma ASTM D 1586. La información obtenida como el valor de q_u del ensayo de compresión no confinada se obtiene por medio de la expresión consignada en A.2.4.3.2.

Número medio de golpes del SPT:

$$\overline{N} = \frac{\sum_{i=1}^{n} d_i}{\sum_{i=1}^{n} \frac{d_i}{N_i}} \quad (N_i \leq 100)$$

Resistencia media al corte:

$$\overline{s_u} = \frac{d_c}{\sum_{i=1}^{k} \frac{d_i}{s_{ui}}} \quad (s_{ui} \leq 2.50 \text{ kg/cm}^2)$$

XII DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD DE CARGA

MÓDULO DE ELASTICIDAD Y ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA

Para estimar el módulo de elasticidad del suelo de soporte, se recurrirá a una metodología en la cual se utilizarán los resultados obtenidos en nueve (9) de los doce (12) ensayos de compresión inconfinada efectuados en los sondeos 1, 2 y 3, correspondientes al estrato de tipo arcilla de baja plasticidad, y también varias correlaciones con el número de golpes N corregido y normalizado del ensayo SPT y/o con el valor de c_u para suelos cohesivos, siempre y cuando sean aplicables para el caso particular bajo consideración.

Se efectuará un promedio para estimar el valor del módulo de elasticidad **Es** del estrato dominante de arcilla de baja plasticidad CL a partir de dos valores que se calculan como se explica:

1. El valor obtenido del ensayo de compresión inconfinada, para el cual se toma cada ensayo (solamente los que correspondan al tipo de suelo de interés) y se halla el valor de Es_i que corresponde a la pendiente de la curva esfuerzo – deformación. A cada ensayo corresponde una pareja de valores (q_u, Es), los cuales se grafican para hallar la ecuación de la recta que se ajusta mejor. Finalmente, se sustituye en esta ecuación el valor normalizado de q_u anteriormente obtenido para llegar a la estimación del valor de diseño Es.

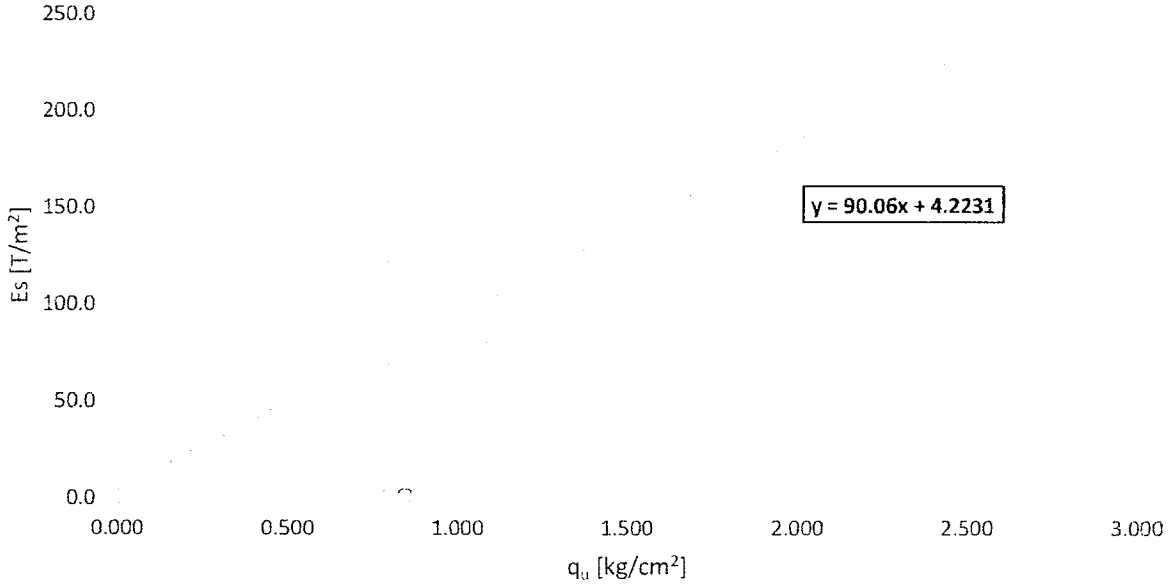
2. El promedio calculado a partir de correlaciones aplicables para el tipo de suelo objeto de estudio, las cuales relacionan el valor del módulo de elasticidad con el número de golpes corregido del ensayo SPT y/o el valor de la cohesión.

Del ensayo de compresión se obtienen los datos para calcular el primer valor de Es:

RESTAURACIÓN IGLESIA SAN LUIS BELTRÁN – NEIVA, HUILA

Sondeo	Muestra	q_u [kg/cm²]	ε_u	$\sigma_{max}/2$ [kg/cm²]	E_s 50 [kg/cm²]	E_s 50 [MPa]	E_s 50 [T/m²]
1	SH1	0.798	0.0540	0.399	11.825	1.18	118.3
1	SH1A	0.846	0.0976	0.423	6.936	0.69	69.4
2	SH1	1.080	0.1040	0.540	8.309	0.83	83.1
2	SH2	1.454	0.0892	0.727	13.048	1.30	130.5
2	SH3	0.627	0.0964	0.314	5.203	0.52	52.0
3	SH1	2.335	0.1002	1.168	18.638	1.86	186.4
3	SH1A	1.788	0.0663	0.894	21.577	2.16	215.8
3	SH2	2.466	0.0939	1.233	21.024	2.10	210.2
3	SH3	2.034	0.0819	1.017	19.862	1.99	198.6
		0.930			**14.047**		

Estimación del Módulo de Elasticidad



Módulo de Elasticidad Estático Promedio	14.05	1.40	140.5
Módulo de Poisson	0.340		
qu =	0.930		
y = Ax + B A=	90.060		
y = Ax + B B=	4.223		
Módulo de Elasticidad de Diseño (T/m²)	**88**		

Módulo de elasticidad 1 (compresión, suelo CL): Es = 88 T/m²

Para estimar el otro valor del módulo de elasticidad del suelo se promediarán los valores obtenidos por el uso de expresiones y correlaciones en función del número de golpes del ensayo de penetración estándar SPT y el valor de q_u.

ENSAYO SPT Y MÓDULO DE ELASTICIDAD	
MÉTODO DE CÁLCULO – ARCILLAS	**Estrato CL**
Denver - 1982	210
Wrench & Nowatzki - 1986	156
Butler - 1974	605
Es Promedio (Ton/m²) =	**324**

Módulo de elasticidad 2 (correlaciones, suelo CL): Es = 324 T/m²

Módulo de elasticidad (Promedio, suelo CL): **Es = 206T/m²**

ÁNGULO DE FRICCIÓN EQUIVALENTE.

Para estimar el ángulo de fricción interna ϕ' equivalente se emplearán diversas metodologías, unas ampliamente difundidas y reconocidas en el ámbito de la geotecnia y otras que corresponden a aportes recientes, las cuales se han ajustado para los suelos colombianos con una energía correspondiente al valor de $N1_{45}$, de acuerdo al trabajo de autores colombianos incluidos en la bibliografía (Ruge, González y Montenegro) y modificadas de acuerdo al tipo de suelo, según directrices dadas por la información de la Asociación de Transporte de California Caltrans.

ENSAYO SPT Y ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA CORRELACIONES AJUSTADAS PARA COLOMBIA ENTRE $N1_{45}$ Y ϕ'_{eq} **SUELO:** CL Restricción: $\phi' \leq 45°$ $N1_{45}$: 9	
RELACIÓN	**ϕ'_{eq}**
φ' equivalente Peck & Terzaghi [1948]	30.75
φ' equivalente Peck, Hanson & Thornburn [1953]	29.80
φ' equivalente Kishida [1969]	25.61

φ' equivalente Schmertmann [1970]	30.38
φ' equivalente Japan National Railway [1999]	28.69
φ' equivalente Japan Road Bureau [1986]	24.19
φ' equivalente Hatanaka & Uchida [1996]	30.61
φ' equivalente Montenegro & González [2014]	24.85
φ' equivalente Media acotada	28.32
φ' equivalente Media geométrica	27.98
φ' equivalente Mediana	29.24
φ' equivalente diseño ajustado	**29.02**

Se toma el ángulo de fricción interna del suelo, como **ϕ' = 29.0°.**

MÓDULO DE POISSON Y EMPUJES SOBRE EL TERRENO.

La presión en reposo, representada por K_0, es la presión horizontal del terreno. Esta puede ser medida directamente por el test dilatométrico (DMT) o por un "borehole pressuremeter test" (PMT). Estos experimentos son caros, por eso se usan relaciones empíricas para predecir el resto de presiones que son más difíciles de obtener y que dependen generalmente del ángulo de rozamiento interno.

Se toma $K_0 = 1 - \text{sen } \phi'$

Se calcula la relación de Poisson como: $\upsilon = \frac{K_0}{1 + K_0}$

El módulo de corte está dado por: $G = \frac{E_s}{2(1 + \upsilon)}$

El estado activo ocurre cuando existe una relajación en la masa de suelo que lo permite moverse hacia fuera del espacio que limitaba la tensión del suelo (por ejemplo un muro de tierra que se rompe); esto es que el suelo está fallando por extenderse. Ésta es la presión mínima a la que el suelo puede ser sometido para que no se rompa. Al contrario el estado pasivo ocurre cuando la masa de suelo está sometida a una fuerza externa que

lleva al suelo a la tensión límite de confinamiento. Esta es la máxima presión a la que puede ser sometida un suelo en el plano horizontal.

Coeficientes de empuje de Rankine:

Coeficiente de presión activa de Rankine: $K_d = \cos\beta \dfrac{\cos\beta - (cos^2\beta - cos^2\emptyset)^{1/2}}{\cos\beta + (cos^2\beta - cos^2\emptyset)^{1/2}}$

Coeficiente de presión pasiva de Rankine: $K_p = \cos\beta \dfrac{\cos\beta + (cos^2\beta - cos^2\emptyset)^{1/2}}{\cos\beta - (cos^2\beta - cos^2\emptyset)^{1/2}}$

En el caso en que β = 0°, las ecuaciones anteriores se simplifican como:

$$K_d = \tan^2\left(45 - \frac{\emptyset}{2}\right) \qquad K_p = \tan^2\left(45 + \frac{\emptyset}{2}\right)$$

Con los valores obtenidos se elabora la siguiente tabla, la cual muestra los parámetros para el suelo CL:

Símbolo	Valor	Unidades	Descripción / Nombre
ϕ	29.0	°	Ángulo de fricción interna del suelo
Es	206	T/m²	Módulo de Elasticidad del suelo
υ	0.340		Relación de Poisson
G	123	T/m²	Módulo de Corte del Suelo
E_0	317	T/m²	Módulo Edométrico del Suelo
m_v	0.0315		Módulo de compresibilidad volumétrica
K_0	0.515		Presión de reposo
K_d	0.347		Coeficiente de presión activa de Rankine
K_P	2.882		Coeficiente de presión pasiva de Rankine
K_a	0.321		Coeficiente de presión activa de Coulomb
K_p	3.907		Coeficiente de presión pasiva de Coulomb

De igual manera, obtenemos la compresibilidad del suelo (Según Zeevaert, 1976):

Módulo edométrico [T/m²]	Compresibilidad
< 100	Muy Alta
100 – 500	**Alta**
500 – 2 000	Media
2 000 – 5 000	Baja
>5 000	Muy baja

Se encuentra que el suelo tiene compresibilidad **ALTA.**

CÁLCULO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL TERRRENO.

La capacidad de carga admisible es la carga admisible última afectada por un factor de seguridad; no depende solo del terreno, sino también del tipo de fundación; característica de la estructura y del factor de seguridad adoptado. La presión de contacto estática a nivel de sello de fundación no deberá ser superior a la presión máxima admisible por capacidad de soporte.

Cuando se involucren cargas temporales de corta duración, como el caso de un sismo y este es contemplado dentro de combinaciones de cargas estáticas permanentes, se podrán incrementarse los valores de referencia de la capacidad de carga admisible en un 30% (treinta por ciento).

- En las cimentaciones sobre suelos cohesivos y en especial arcillosos, se deben tener en cuenta que éstas varían de los correspondientes a las blandas normalmente consolidadas a las duras preconsolidadas.
- Cuando se aplica carga por primera vez a las fundaciones en arcilla es cuando menos regular, este aumento no se disipa rápidamente. Por lo tanto, cuando menos durante un corto tiempo después de la carga, prevalecen condiciones de resistencia puede tomarse la no drenada, siendo aplicable el análisis de $\varphi = 0$.
- Se recomienda la carga admisible que puede ser aplicada en una fundación sin producir daños a la estructura soportada.

De acuerdo al apartado H.4.2.1 de la NSR-10, además de la falla por cortante general, se estudiarán las posibles fallas por cortante local. Por lo tanto, se evalúa la capacidad portante de acuerdo a la formulación de Vesic (1963) para todo tipo de suelos, modificada para falla local e incorporando la corrección por nivel freático y se supone una inclinación de 5.71° que corresponde a una carga horizontal del 10% de la carga vertical. Esta metodología es una de las más completas en la bibliografía, ya que incluye la modificación por factores de forma del cimiento, profundidad de desplante, presencia del nivel freático, inclinación de las cargas actuantes y compresibilidad del suelo.

Capacidad de carga – Vesic (1963), Falla cortante local

$$q_u = cN_cF_{cs}F_{cd}F_{cc}F_{ci} + qN_qF_{qs}F_{qd}F_{qc}F_{qi} + \frac{1}{2}\gamma^*BN_\gamma F_{\gamma s}F_{\gamma d}F_{\gamma c}F_{\gamma i}$$

Df	1.00	m	Profundidad de desplante
B	2.00	m	Ancho del cimiento
L	2.00	m	Longitud del cimiento
Z_{nf}	6.00	m	Nivel freático
Caso	III		Según posición nivel freático
q_{sc}	1.980	T/m^2	Sobrecarga efectiva
γ_h	1.980	T/m^3	Peso específico húmedo
γ_s	1.640	T/m^3	Peso específico seco
G_s	2.480		Gravedad específica de los sólidos
e	0.485		Relación de vacíos
w	0.214		Humedad natural
γ_{sat1}	1.967	T/m^3	Peso específico saturado calculado con e
γ_{sat2}	1.967	T/m^3	Peso específico saturado calculado con w
γ_{sat}	1.967	T/m^3	Peso específico saturado promedio
γ'	0.967	T/m^3	$\gamma_{sat} - \gamma_w$
$\bar{\gamma}$	6.033	T/m^3	Peso específico efectivo
γ^*	1.980	T/m^3	Peso específico para cálculo considerando NF
ϕ	29.0	°	Ángulo de fricción interna 1 del suelo
ϕ	0.506	rad	Ángulo de fricción interna 1 del suelo

ϕ'	20.3	°	Ángulo de fricción interna 2 del suelo
ϕ'	0.354	rad	Ángulo de fricción interna 2 del suelo
δ	5.71	°	Ángulo de inclinación de la carga
δ	0.100	rad	Ángulo de inclinación de la carga
K_{ep}	2.06		Coeficiente de empuje pasivo
k_{fp}	0.50		Factor de forma y profundidad
$q'_{Df+B/2}$	3.96	T/m^2	Sobrecarga efectiva a z=Df+B/2
G	123	T/m^2	Módulo de corte del suelo
c	4.65	Ton/m^2	Cohesión
Ir	20.12		Índice de rigidez a z=Df+B/2
ω	0.608	rad	45 - $\varphi/2$, en radianes
Ir(cr)	29.92		Índice de rigidez crítico
Factores de Capacidad de Carga			
Nq	6.58		Factor de carga q
Nc	15.10		Factor de carga c
$N\gamma$	5.60		Factor de carga γ
Factores de Forma			
$S_c = F_{cs}$	1.44		Factor de forma c
$S_q = F_{qs}$	1.37		Factor de forma q
$S_\gamma = F_{\gamma s}$	0.60		Factor de forma γ
Factores de Profundidad			
$d_c = F_{cd}$	1.19		Factor de profundidad c
$d_q = F_{qd}$	1.16		Factor de profundidad q
$d_\gamma = F_{\gamma d}$	1.00		Factor de profundidad γ
Factores de Inclinación de la carga			
$i_c = F_{ci}$	0.88		Factor de inclinación c
$i_q = F_{qi}$	0.88		Factor de inclinación q
$i_\gamma = F_{\gamma i}$	0.72		Factor de inclinación γ
Factores de Compresibilidad			
F_{cc}	0.82		Factor de compresibilidad c
F_{qc}	0.87		Factor de compresibilidad q
$F_{\gamma c}$	0.87		Factor de compresibilidad γ
Cálculo de la capacidad de carga			

q_{ult}	106.0	T/m²	Capacidad de carga última
F.S.	4.00		Factor de seguridad
q_{adm}	**26.0**	**T/m²**	**Capacidad de carga admisible**
q_{adm}	33.8	T/m²	Capacidad de carga eventual sismo
Cargas y factores de seguridad			
A	4.00	m²	Área cimiento
P	104.05	T	Carga máx sobre cimiento
w_{es}	7.50	T/m²	Esfuerzo máximo esperado sobre cimiento
FSB_{esp_l}	14.14		FSB cargas esperadas f. local
FSB_{adm_l}	4.08		FSB cargas admisibles f. local
FSB_{esp_g}	20.19		FSB cargas esperadas f. general
$FSB_{adm:g}$	5.82		FSB cargas admisibles f. general

La capacidad de carga admisible calculada se ha estimado inicialmente en 26.0 T/m², el cual es un valor particular válido únicamente para una zapata de lado 2.00 m y una profundidad de desplante de 1.00 m con falla por corte local.

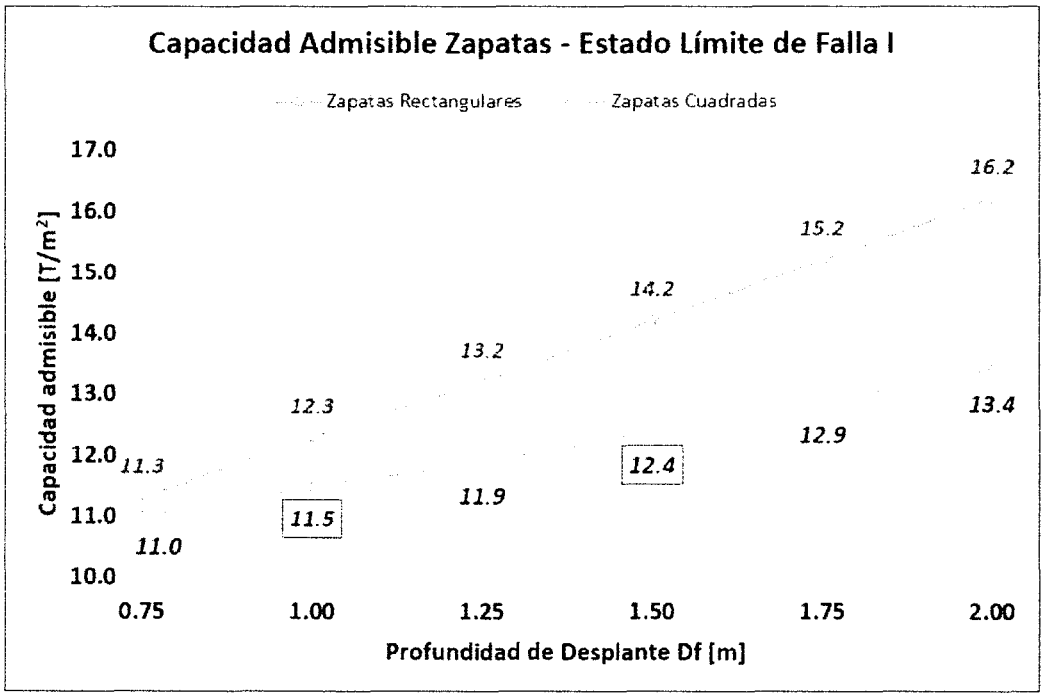
Un posterior análisis de los asentamientos mostrará cuánto hay que reducir este valor, considerando diferentes formas de la cimentación, y el caso de que genere asentamientos superiores a los deseados, lo cual también constituye una limitante para el valor de la capacidad portante. Entre todos los valores obtenidos se debe seleccionar el menor para cada profundidad de desplante.

REVISIÓN DE ESTADOS LÍMITES POR FALLA

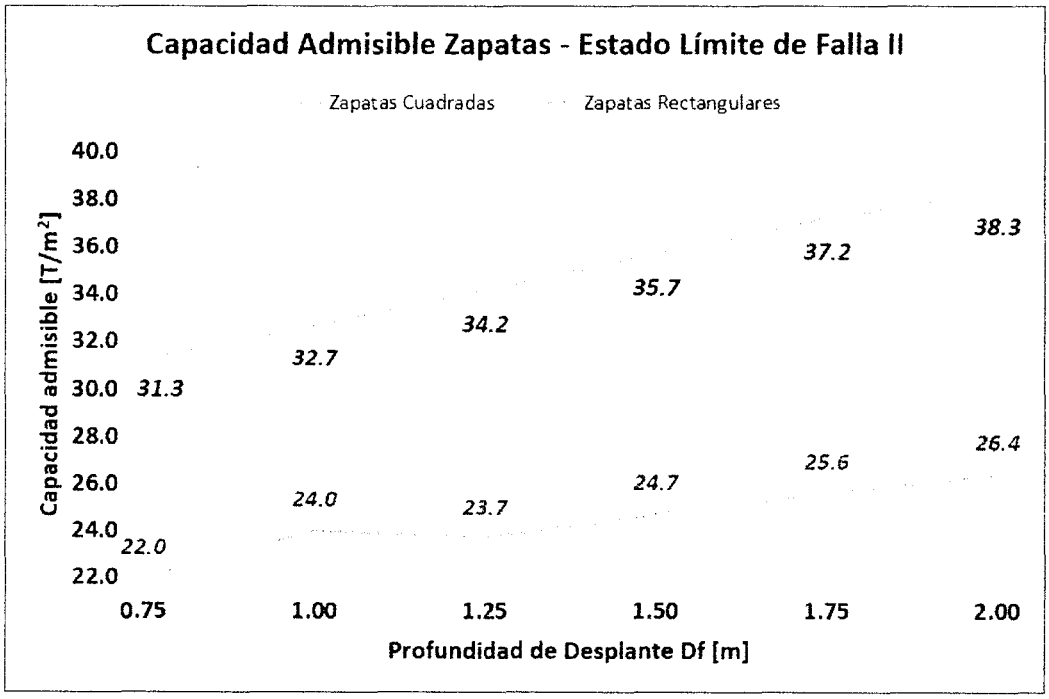
Para el cálculo de los valores admisibles, se tendrá en cuenta lo siguiente:

- Falla por cortante general, si se trata de un suelo granular denso.
- Falla por cortante local, si se trata de un suelo granular suelto o un suelo cohesivo.
- Falla por punzonamiento.
- Condición no drenada, para suelos cohesivos.

Estado Límite de Falla I: Condición no drenada, suelos cohesivos – FS = 3.0

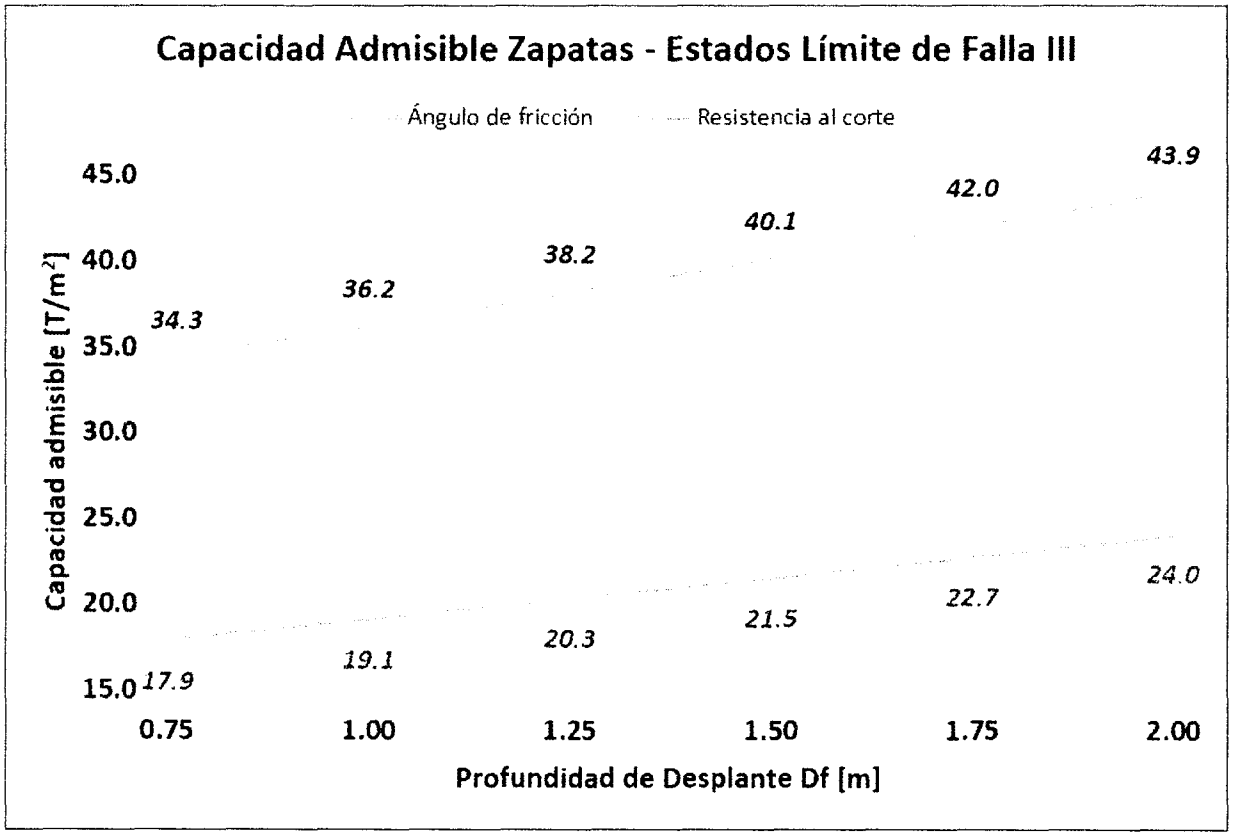


Estado Límite de Falla II: Cortante local – FS = 3.0



De igual manera, se aplicó el factor de seguridad F.S.=2.00 sobre los parámetros de resistencia del suelo en lugar de hacerlo sobre la capacidad última del suelo, obteniendo para cada uno, una curva en función de la profundidad de desplante Df.

Estado Límite de Falla III: Sobre parámetros ϕ y q – FS=2.0



Se obtuvo que para las profundidades analizadas D_F = –1.00 m y -1.50 m, las presiones admisibles son **36.2 T/m² y 40.1 T/m²** para el ángulo de fricción y **19.1 T/m² y 21.5 T/m²** para la resistencia al corte.

160

XIV ESTIMACIÓN DE LOS ASENTAMIENTOS

Cuando a través de la cimentación se aplican las presiones provenientes de la estructura, se pueden identificar los asentamientos que resultan del análisis del gráfico Tiempo-asentamiento, donde se deducen tres componentes en función del tiempo y de los mecanismos que actúan incrementando los esfuerzos en la microestructura del suelo. Holtz en 1991, propone los siguientes componentes del asentamiento:

- Asentamiento inmediato o de distorsión → Elásticos: ocurren simultáneamente con la aplicación de las cargas.
- Asentamiento por consolidación → Primarios: resulta de la disminución del volumen por la expulsión de agua de los poros.
- Asentamiento por compresión secundaria → Secundarios: que ocurren en el tiempo por deformación o fluencia plástica a esfuerzos efectivos esencialmente constante.

ASENTAMIENTO ELÁSTICO

Los asentamientos elásticos se van a calcular con los valores esperados y los valores admisibles para la zapata de diseño, inicialmente para las cargas esperadas de **7.5** T/m^2:

CÁLCULO DE ASENTAMIENTOS

q_{adm} =	**7.50**	Ton/m2
E =	206.0	Ton/m2
μ =	0.34	
B =	2.00	m
L =	2.00	m
m =	1.000	
ξ =	1.414	
Ip =	0.561	

ZAPATA CUADRADA O RECTANGULAR			
ASENTAMIENTOS (cm)			
CARGA FLEXIBLE			CARGA RÍGIDA
Esquina	Centro	Promedio	
0.72	1.45	1.23	1.14

Para la carga máxima admisible a la profundidad de 1.00 m:

CÁLCULO DE ASENTAMIENTOS

q_{adm} =	**11.50**	Ton/m2
E =	206.0	Ton/m2
μ =	0.34	
B =	2.00	m
L =	2.00	m
m =	1.000	
ξ =	1.414	
Ip =	0.561	

CIMIENTO CUADRADO			
ASENTAMIENTOS (cm)			
CARGA FLEXIBLE			CARGA RÍGIDA
Esquina	Centro	Promedio	
1.11	2.22	1.88	1.75

Para las cargas máximas admisibles se tiene:

CÁLCULO DE ASENTAMIENTOS

q_{adm} =	**12.40**	Ton/m2
E =	206.0	Ton/m2
μ =	0.34	
B =	2.00	m
L =	2.00	m
m =	1.000	
ξ =	1.414	
Ip =	0.561	

CIMIENTO CUADRADO			
ASENTAMIENTOS (cm)			
CARGA FLEXIBLE			CARGA RÍGIDA
Esquina	Centro	Promedio	
1.19	2.39	2.03	1.88

Se observa que los asentamientos elásticos esperados para la máxima presión admisible no exceden los valores máximos permitidos por la NSR-10, los cuales son de 15 cm para construcciones entre medianeros

ASENTAMIENTO POR CONSOLIDACIÓN PRIMARIA

En la práctica y rutinariamente se consideran los asentamientos totales como la suma de los asentamientos elásticos y los asentamientos primarios. En este caso, no se efectuó ensayo de consolidación, debido al tipo de suelo, por lo que se asumirá que los asentamientos primarios son la mitad de los asentamientos elásticos.

ASENTAMIENTOS TOTALES. CHEQUEO.

La zapata por su forma de trabajar genera esfuerzos de contacto mayores, aunque la profundidad del desarrollo del bulbo de presiones es menos significativa. De acuerdo al apartado H.4.9.2 la NSR-10 el asentamiento máximo permitido es de 30 cm para construcciones aisladas y 15 cm para construcciones entre medianeros. En cuanto a los asentamientos, para el valor máximo admisible de esfuerzos (12.4 T/m^2, para una profundidad de desplante de 1.50 m) se obtiene un asentamiento elástico esperado de 18.8 mm, que significaría un asentamiento total del orden de 28.3 mm.

La norma también exige revisar los asentamientos diferenciales y límites de giro, de acuerdo con H.4.9.3 y H.4.9.4, respectivamente. De acuerdo a la Tabla H.4.9-1, para estructuras en concreto reforzado, el asentamiento diferencial máximo permitido tiene un valor de ℓ / 300, en donde ℓ es la distancia entre apoyos o bordes.

8.4. INTERACCIÓN SUELO – ESTRUCTURA.

El módulo de reacción o balasto, de amplia utilización en los modelos por elementos finitos de cada vez mayor utilización para el cálculo de la cimentación, corresponde a una magnitud asociada a la rigidez del suelo.

Para estimar el módulo de reacción $\mathbf{k_s}$, se empleará la presión promedio sobre las zapatas $\boldsymbol{\sigma}$ y la deformación promedio obtenida sobre la misma $\boldsymbol{\Delta_{pr}}$.

Así, se tiene que: $k_s = \sigma / \Delta_{pr}$

Se obtiene el siguiente cuadro:

Caso	Presión ejercida [T/m^2]	Asentamiento ΔSi promedio [mm]	Módulo de reacción ks [T/m^3]
Cargas máximas esperadas D+L	7.5	11.4	658
Cargas máximas admisibles (Df = 1.00 m) D+L	11.5	17.5	658
Cargas máximas admisibles (Df = 1.50 m) D+L	12.4	18.8	658

164

Módulo de reacción: Ks = 658 T/m^3 para zapatas hasta 2.0 x 2.0 m

Coeficiente de balasto: K_{30} = 2370 T/m^3 para zapatas o macizos

Módulo de Winkler (para programa SAFE): 2450 T/m^3 para Df = 1.50 m

Para calcular el asentamiento elástico promedio de la cimentación (en mm), se puede emplear la ecuación: $\Delta_{pr} = 1.40\ w_{pr}$

Donde w_{pr} es el esfuerzo promedio ejercido por la cimentación sobre el terreno, en T/m^2.

De acuerdo a Crespo Villalaz, en función de q_u se obtienen:

Coeficiente de reacción horizontal del subsuelo: **Kh = 1300 T/m^3.**

Coeficiente de reacción vertical del subsuelo: **Kv = 3700 T/m^3.**

165

XVI POTENCIAL DE COLAPSABILIDAD, EXPANSIVIDAD Y LICUACION

POTENCIAL DE COLAPSO

Potencial de colapso (calificación):..... **BAJO.**

COMPORTAMIENTO: Los suelos metaestables, son suelos no saturados que pueden sufrir cambios volumétricos importantes al saturarse. Estos cambios pueden ser o no resultado de la aplicación de cargas.

La cohesión y la humedad natural presente en estos suelos mitigan la metaestabilidad. Gibbs y Bara ofrecen un criterio muy sencillo para evaluar el potencial de colapso partiendo del razonamiento siguiente: un suelo que en estado no saturado que posea un volumen de poros suficiente para que al saturarse, llegue a una humedad que alcance el Límite Líquido, entonces tendrá características de colapsable.

Este último elemento, potencial de colapso, obliga al proyectista, a limitar la "zona de aceptación" de los Mapas de Resistencia, utilizando el criterio Gibbs y Bara, o bien a asegurar que las propiedades establecidas en el diseño se podrán conservar y en ese sentido deberá ser muy cauteloso al evaluar las condiciones particulares de hidratación: control de drenaje, ubicación del nivel freático, condiciones estacionales y ambientales, que pudieran afectar la humedad del relleno a futuro.

Laboratorio Calle 31 No. 7 - 59 Tel. (8) 8723339
Cel 3123705819 – 3204297522 email: johesos@hotmail.com
NEIVA - HUILA

CRITERIO DE LA NSR-10 - SUELOS COLAPSABLES

Se identifican como suelos colapsables aquellos depósitos formados por arenas y limos, en algunos casos cementados por arcillas y sales (carbonato de calcio), que si bien resisten cargas considerables en su estado seco, sufren pérdidas de su conformación estructural, acompañadas de severas reducciones en el volumen exterior cuando se aumenta su humedad o se saturan.

Se distinguen cuatro tipos principales de suelos colapsables:

a) ***Suelos aluviales y coluviales:*** Depositados en ambientes semidesérticos por flujos más o menos torrenciales, tienen con frecuencia una estructura inestable (suelos metastables).

b) ***Suelos eólicos:*** Depositados por el viento, son arenas y limos arenosos con escaso cemento arcilloso en una estructura suelta o inestable. Reciben el nombre genérico de "loess" en las zonas templadas.

c) ***Cenizas volcánicas:*** Provenientes de cenizas arrojadas al aire por eventos recientes de actividad volcánica explosiva, conforman planicies de suelos limosos y limo-arcillosos con manifiesto carácter metaestable.

d) ***Suelos residuales:*** Derivados de la descomposición in-situ de minerales de ciertas rocas, son luego lixiviados por el agua y pierden su cemento y su sustento por lo cual también terminan con una estructura inestable.

167

IDENTIFICACIÓN DE COLAPSABILIDAD:

Se identifica la colapsabilidad de estos depósitos, cuando el volumen de vacíos iguala la cantidad de agua en el punto del límite líquido. Para mayor cantidad de agua o menor volumen de vacíos el depósito es inestable.

γ_s gr/cm³	G_s gr/cm³	L.L. %	$\gamma_{d\ crit}$ gr/cm³	$\gamma_d/\gamma_{d\ crit}$	TIPO DE SUELO
1.61	2.37	24.9%	1.49	1.08	ESTABLE O EXPANSIVO
1.80	2.58	26.8%	1.53	1.18	ESTABLE O EXPANSIVO
1.64	2.45	34.6%	1.33	1.24	ESTABLE O EXPANSIVO
1.66	2.68	34.6%	1.39	1.19	ESTABLE O EXPANSIVO
1.64	2.43	29.2%	1.42	1.15	ESTABLE O EXPANSIVO

POTENCIAL DE EXPANSION:

Se podría considerar que el suelo estudiado posee un potencial de expansión teórico **BAJO A MEDIO**.

De acuerdo a los límites de Atterberg se elabora la siguiente tabla:

	Potencial de Expansión (No. Muestras)			
	Bajo	Medio	Alto	Muy Alto
Límite Líquido	**0 – 39**	**39 – 50**	**50 – 63**	**>63**
Índice Plástico	**0 – 20**	**12 – 34**	**23 – 45**	**>32**
Porcentaje	100%	0%	0%	0%

163

Los suelos expansivos resultan ser un gran problema para la construcción, porque los incrementos del volumen no se presentan de una manera uniforme, sino todo lo contrario, al producirse incrementos en distintas zonas y al momento de contraerse generan asentamientos, que pueden dañar severamente las estructuras.

Se recomienda mantener las condiciones del terreno un buen drenaje superficial de escorrentías, que determinen la no existencia de gradientes hidráulicos o cabezas de presión que ocasione este fenómeno.

Utilizando el criterio del límite de contracción, el cual es mucho más confiable, se elabora a siguiente tabla:

Límite de contracción	Potencial de Expansión			
	Muy Alto	Alto	Medio	Bajo
20.0				X
21.0				X
16.2				X
16.6				X
19.4				X
21.1				X

POTENCIAL DE LICUACIÓN.

Es aconsejable hacer verificación de la licuación si se presenta una de estas condiciones:

- ✓ El número de golpes corregido del SPT N_{160} es menor a 25.

160

- ✓ Se presentan estratos de arena y limo no plástico.

Se ha recurrido a los criterios de Boulanger e Idriss (2006) y de Bray y Sancio (2006), los cuales relacionan el potencial de licuación con los límites de Atterberg y la humedad natural del suelo. De acuerdo a estos criterios, se puede considerar que el suelo estudiado posee un potencial de licuación teórico **BAJO**.

CLASIFICACIÓN DEL POTENCIAL DE LICUACIÓN

Índice Plástico	WN/LL	Potencial de Licuación	
		Boulanger - Idriss	Bray - Sancio
>12%	<85%	30% NO SUSCEPTIBLE	84% BAJO 8% MEDIO
>7%	<85%	70% SUSCEPTIBLE	8% ALTO

170

XVII CONSIDERACIONES SÍSMICAS

CLASIFICACIÓN DEL TIPO DE PERFIL DEL SUELO

El procedimiento utilizado para definir el tipo de perfil del suelo se fundamenta en los valores que presentan los parámetros del suelo en los 30 m superiores del perfil, y de acuerdo con la clasificación suministrada en la Tabla A.2.4-1 de la NSR-10.

Inicialmente, se estima la velocidad de la onda de cortante:

VELOCIDAD DE ONDA DE CORTANTE Vs [m/s] Suelo CL	
OHBA & TORIUMI - 1970	149
OHBA & GOTO - 1978	162
IMAI - 1977	184
Vs [m/s] PROMEDIO	**165**

Conforme a la NSR-10 se clasifica el perfil del suelo. Conociendo el tipo de perfil del suelo, se obtienen en el Título A de la NSr-10 los parámetros sísmicos para calcular el Espectro Sísmico de Diseño. Los valores de la velocidad pico efectiva, la aceleración pico efectiva, la aceleración pico efectiva de diseño, la aceleración pico efectiva de umbral de daño y la definición de la zona de amenaza sísmica de los municipios colombianos se encuentran en el Apéndice A.4 de la NSR-10.

Laboratorio Calle 31 No. 7 - 59 Tel. (8) 8723339
Cel 3123705819 – 3204297522 email: johesos@hotmail.com
NEIVA - HUILA

CLASIFICACIÓN DEL PERFIL DEL SUELO Conforme a NSR-10			
CRITERIO	**VALOR**	**CLASIF**	**PERFIL**
Velocidad de onda cortante Vs [m/s]	165	E	E
H > 3 m de arcillas blandas		D/E	
IP > 20	9	D	
W > 40%	21	D	
N < 15	9	E	
Su < 0.50 kgf/cm²		E	

El valor del coeficiente Fa se da en la Tabla A.2.4-3, mientras que el valor de Fv se encuentra en la tabla A.2.4-4. El Grupo de Uso y el Coeficiente de Importancia I se definen en los apartados A.2.5.1 y A.2.5.2, respectivamente.

PARÁMETROS SÍSMICOS NSR 10	
Municipio	Neiva
Código municipio	41001
Nivel de amenaza sísmica	Alta
Tipo de perfil de suelo	**E**
Aceleración pico efectiva **Aa**	0.25
Velocidad pico efectiva **Av**	0.25
Coeficiente de amplificación del suelo para períodos cortos **Fa**	1.45
Coeficiente de amplificación del suelo para períodos intermedios **Fv**	3.00
Aceleración pico efectiva reducida de diseño **Ae**	0.20
Aceleración pico efectiva de umbral de daño **Ad**	0.08
Grupo de Ocupación	Especial (II)
Coeficiente de importancia **I**	1.10

ESTABILIDAD DE LAS EXCAVACIONES

En las excavaciones de la cimentación superficial, los taludes pueden dejarse verticales, pues son estables a corto plazo, tal como se determinó en el análisis adjunto.

Es de anotar que durante la excavación, se pueden presentar pequeños derrumbes locales que controlan con entibados madera-tablas y tacos o plaquetas. Terminada la excavación se recomienda recompactar con rana vibratoria o apisonador mecánico tipo canguro el fondo de la excavación removiendo y reemplazando la fracción heterogénea.

La verificación de la seguridad respecto a los estados límite de falla incluirá la revisión de la estabilidad de los taludes o paredes de la excavación con o sin entibado y del fondo de la misma. La sobrecarga uniforme mínima a considerar en la vía pública y zonas libres próximas a excavaciones temporales será de 15 kPa (1.5 T/m²). La seguridad y estabilidad de excavaciones sin soporte se revisará tomando en cuenta la influencia de las condiciones de presión del agua en el subsuelo así como la profundidad de excavación, la inclinación de los taludes, el riesgo de agrietamiento en la proximidad de la corona y la presencia de grietas u otras discontinuidades. Se tomará en cuenta que la cohesión de los materiales arcillosos tiende a disminuir con el tiempo, en una proporción que puede alcanzar 30 por ciento en un plazo de un mes.

177

Para el análisis de estabilidad de taludes se usará lo recomendado en el Capítulo H5 de la NSR-10. Como parámetros de comparación de estabilidad se puede considerar alternativamente lo siguiente:

1. Los factores de seguridad en condición estática y en condiciones pseudoestáticas, se podrán tomar los de la tabla adjunta

2. Como aspecto aclaratorio en el capítulo final se recomienda la aceleración horizontal mínima, pero esta podrá ser modificada hasta un valor máximo de la aceleración sísmica Horizontal al obtenido mediante la siguiente formulación:

Ah= (Kst/amáximo). Fa . Aa

De donde:

Aa: Valor de la aceleración horizontal pico efectiva.

Fa: Coeficiente de amplificación por efecto de sito.

Valor de (Kst/amáximo) correspondiente a recomendación de la tabla H.5.2.1 NSR-2010.

Material	**K_{ST}/a_{max} Mínimo**	**Análisis de Amplificación Mínimo**
Suelos, enrocados y macizos rocosos muy fracturados (RQD < 50%)	0.80	Ninguno
Macizos rocosos (RQD > 50%)	1.00	Ninguno
Todos los materiales térreos	0.67	Amplificación de onda unidimensional en dos columnas y promediar
Todos los materiales térreos	0.50	Amplificación de onda bidimensional

Por lo tanto Ah = 0.67 x 0.25 x 1.45 = 0.24 m/s^2

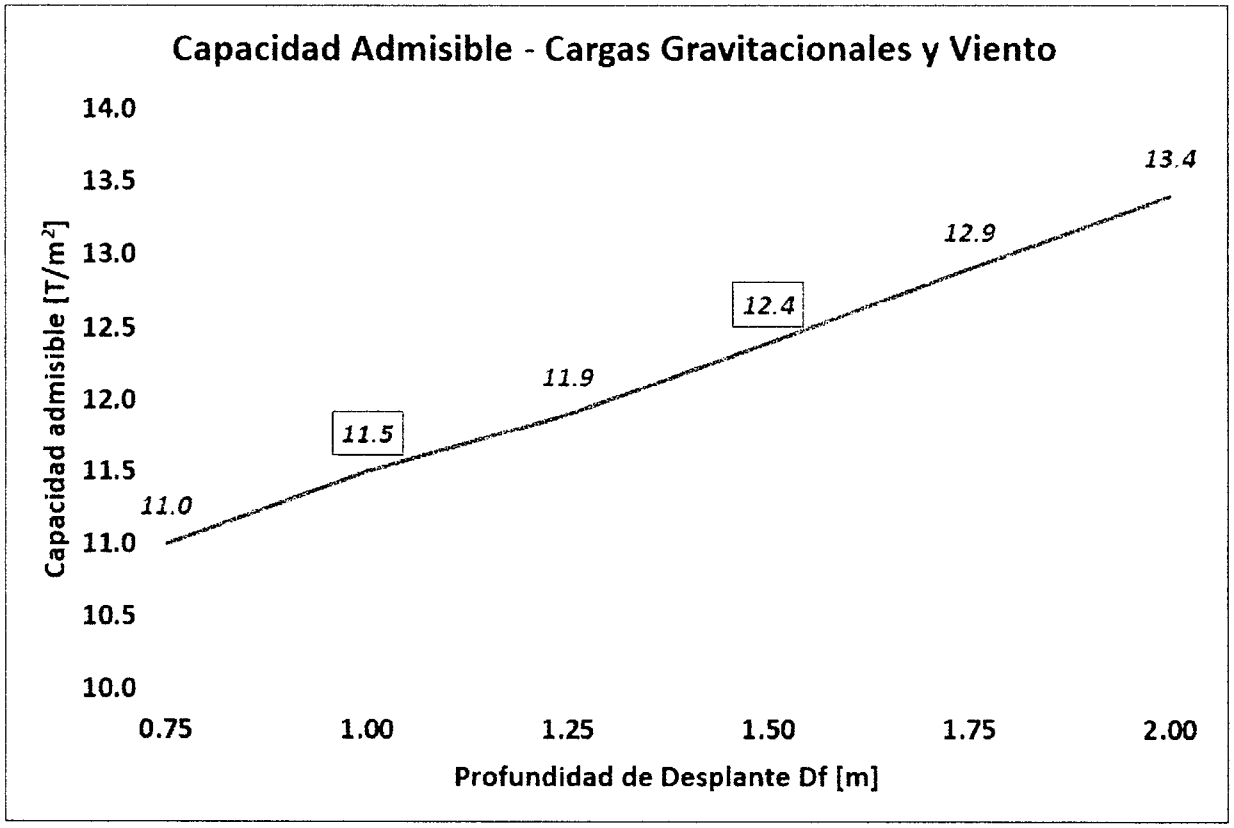
174

Condición	F_{SBM}		F_{SBUM}	
	Diseño	Construcción	Diseño	Construcción
Carga Muerta + Carga Viva Normal	1.50	1.25	1.80	1.40
Carga Muerta + Carga Viva Máxima	1.25	1.10	1.40	1.15
Carga Muerta + Carga Viva Normal + Sismo de Diseño Seudo Estático	1.10	1.00	No se permite	No se permite
Taludes – Condición Estática y Agua Subterránea Normal	**1.50**	1.25	1.80	1.40
Taludes – Condición Seudo Estática con Agua Subterránea Normal y Coeficiente Sísmico de Diseño	**1.05**	1.00	No se permite	No se permite

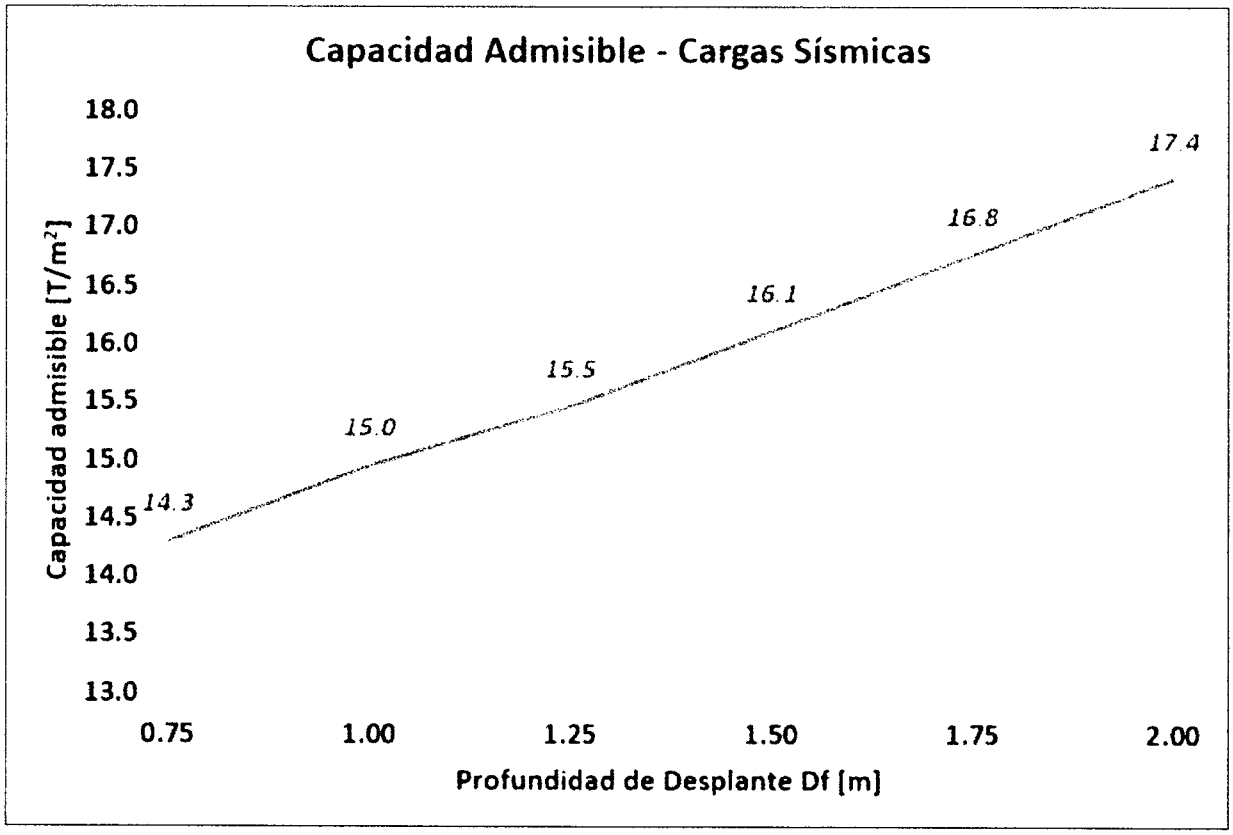
*Fuente: Tabla H.5.2-1, Norma NSR-10

XVIII RESUMEN Y RECOMENDACIONES.

- La capacidad portante para los cimientos propuestos que cumplan la condición anterior, con una profundidad de desplante variable entre Df=0.75 y 2.00 metros se encuentra en la siguiente gráfica:



- Para la profundidad de desplante Df = -1.00 m, la capacidad de carga admisible es **11.5 T/m²**, mientras que para la profundidad Df = -1.50 m, la capacidad portante del terreno es **12.4 T/m²**.
- Para la condición sísmica se pueden emplear los siguientes valores de capacidad portante:



- Para la profundidad de desplante Df = -1.00 m, la capacidad de carga admisible en condición sísmica es **15.0 T/m²**, mientras que para la profundidad Df = -1.50 m, la capacidad portante del terreno es **16.1 T/m²**.

DRENAJES DE EXCAVACIONES

Se deberá tener disponible en caso de lluvias, baldes o un sistema de bombeo mecánico que permita la evacuación de fluidos.

Es práctico construir en la base de las excavaciones un solado de limpieza en concreto de 2.000 PSI y en un espesor no menor de cinco centímetros. (5.0 cm.), que evitaría un cambio de las condiciones del suelo a consecuencia de la infiltración de agua y al mismo tiempo crea un buen ambiente de trabajo conservando el acero estructural limpio y la base del cimiento en forma adecuada para la fundición de sobre cimiento, si esta está contemplada en el diseño estructural.

CONTROL DE HUMEDAD

Para evitar humedad, pérdida de capacidad portante del suelo y mitigar el fenómeno de colapsabilidad, se sugiere implementar, siempre que sea posible, las siguientes recomendaciones constructivas:

RECOMENDACIONES CONSTRUCTIVAS

- Se deben tener muy buenos drenajes en zonas aledañas a la construcción para evitar que el agua lluvia se empoce e infiltre.
- El constructor deberá hacer un adecuado manejo y/o desvío de aguas lluvias y de drenaje natural que se encuentren dentro de la zona de corte para la construcción de la cimentación de la estructura proyectada.
- El constructor deberá evaluar continuamente las condiciones de estabilidad de las excavaciones y tomar todas las previsiones necesarias para evitar la ocurrencia de

inestabilidades durante la construcción de la cimentación. En ningún caso las excavaciones podrán permanecer abiertas y sin protección durante varios días sin ningún tipo de actividad de construcción.

- Si se encuentran suelos de consistencia muy blanda o suelos granulares saturados en las zonas de excavación de la cimentación, en caso de ser necesario se deberá proporcionar dentro del estudio de suelos el diseño del sistema de soporte temporal que permita garantizar la estabilidad de la excavación y la seguridad del personal que trabaja en el sitio.
- De encontrarse suelos muy blandos o inadecuados en el fondo de la excavación de la cimentación, estos deberán removerse y reemplazarse con un material de mejoramiento, el cual debe estar claramente identificado dentro de las especificaciones técnicas.
- Como procedimiento constructivo y para garantizar el buen comportamiento estructural, antes de construir se deben realizar todas las obras de drenaje y subdrenaje necesarias.
- Se debe llevar un adecuado control del proceso constructivo durante la construcción de las instalaciones.

Laboratorio Calle 31 No. 7 - 59 Tel. (8) 8723339
Cel 3123705819 – 3204297522 email: johesos@hotmail.com
NEIVA - HUILA

PARAMETROS DE DISEÑO:

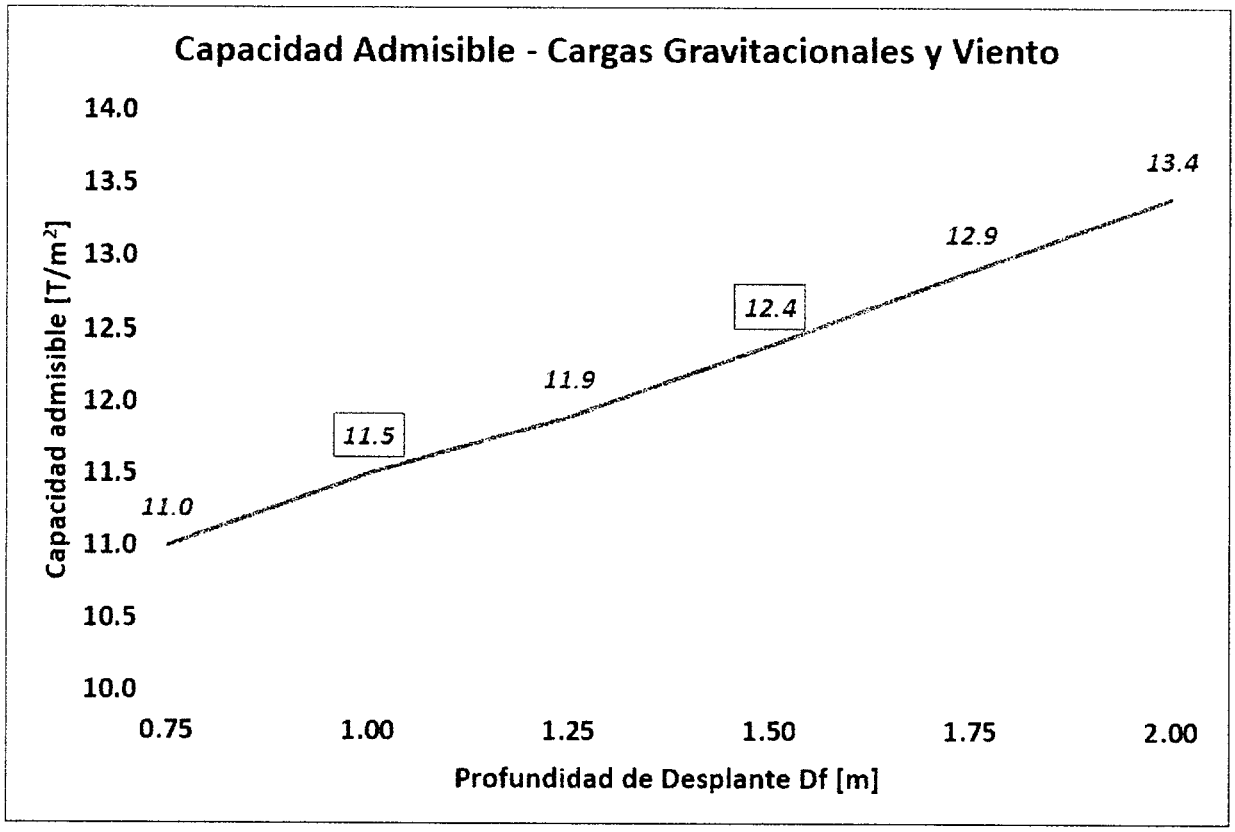
En la siguiente tabla, se muestra el resumen de los parámetros del suelo obtenidos para **RESTAURACIÓN IGLESIA SAN LUIS BELTRÁN**, localizada en el Corregimiento San Luis Beltrán del Municipio de Neiva, Huila:

PARÁMETRO DE INTERÉS	VALOR	UND
CAPACIDAD PORTANTE para una profundidad de desplante -1.00 m Con factor de seguridad 3.0	**11.5**	**T/m²**
CAPACIDAD PORTANTE para una profundidad de desplante -1.50 m Con factor de seguridad 3.0	**12.4**	**T/m²**
Capacidad de carga eventual en condición sísmica para una profundidad de desplante -1.00 m	**15.0**	**T/m²**
Capacidad de carga eventual en condición sísmica para una profundidad de desplante -1.50 m	**16.1**	**T/m²**
Profundidad de desplante sugerida	**1.00 – 1.50**	**m**
Esfuerzo cortante máximo esperado sobre el terreno	7.5 – 12.4	T/m²
Factor de seguridad real mínimo falla	3.00	
Peso unitario suelo húmedo γ_h	1.98	T/m³
Peso unitario suelo seco γ_s	1.64	T/m³
Gravedad específica Gs	2.48	T/m³
No de golpes corregido SPT $N1_{45}$	9	
PARÁMETROS SUELO		
Clasificación suelo de soporte	Cohesivo	CL
Humedad natural promedio	21	%
Ángulo de fricción ϕ'	29.0	°
Módulo Edométrico Eo	317	T/m²
Módulo de Elasticidad Es	206	T/m²
Módulo de Corte G	123	T/m²
Coeficiente de compresibilidad volumétrica m_v	0.0315	m²/T
Compresibilidad	Alta	
Ángulo de fricción suelo - concreto	18.9	°
Coeficiente de fricción suelo - concreto	0.34	
Coeficiente de Poisson u	0.34	

Coeficiente de distribución carga en reposo Ko	0.515	
Coeficiente activo de Rankine Kd	0.347	
Coeficiente pasivo de Rankine Kp	2.882	
Coeficiente activo de Coulomb Ka	0.321	
Coeficiente pasivo de Colulomb Kp	3.907	
PARÁMETROS ASENTAMIENTOS		
Módulo de reacción k_S	**658**	**T/m³**
Coeficiente de balasto k_{30}	**2370**	**T/m³**
Módulo de Winkler	**2450**	**T/m³**
Índice de rigidez del suelo	26.5	Bajo
Asentamiento instantáneo promedio ΔSip – Carga máxima admisible	18.8	mm
Asentamiento primario ΔSpi – Carga máxima admisible	9.4	mm
Asentamiento promedio total ΔSt – Carga máxima admisible	28.3	mm
Asentamiento diferencial máximo esperado – Carga máxima admisible	3	mm
Giro máximo esperado – Carga esperada	0.6×10^{-3}	
RIESGOS POTENCIALES		
Potencial de colapso	Bajo	
Potencial de expansión	Bajo	
Potencial de licuación	Bajo	
FACTORES DE SEGURIDAD		
Factor de seguridad de la excavación a 1.50 m	3.7	Bajo
Factor de seguridad carga esperada para falla cortante local	5.08	Cumple
Factor de seguridad carga máxima admisible para falla cortante local	4.71	Cumple
PARÁMETROS SÍSMICOS		
Velocidad onda de corte Vs	165	m/s
Tipo de Perfil de Suelo	**E**	
Aceleración pico efectiva Aa	0.25	
Velocidad pico efectiva Av	0.25	
Coeficiente de amplificación del suelo para períodos cortos Fa	1.45	
Coeficiente de amplificación del suelo para períodos intermedios Fv	3.00	
Aceleración pico efectiva reducida de diseño Ae	0.20	
Aceleración pico efectiva de umbral de daño Ad	0.08	
Grupo de Uso	II	
Coeficiente de importancia	1.10	
Aceleración sísmica horizontal máxima	0.24	m/s^2

CONCLUSIONES

- El perfil del suelo se cataloga como clase **E**, de acuerdo a lo establecido en la Norma colombiana NSR-10.
- La capacidad portante del suelo se indica en función de la profundidad de desplante Df. Para la profundidad sugerida Df = -1.00 m, el valor correspondiente es 11.5 T/m^2 y para Df = -1.50 m es de 12.4 T/m^2. Los demás valores de Df=0.75 m a Df=2.00 m se encuentran en el gráfico de capacidad portante.



- Para hallar la capacidad de carga eventual del suelo en condición sísmica, se puede multiplicar el valor de la capacidad portante por el factor 1.30.

- Los asentamientos totales bajo la carga máxima impuesta serán valores inferiores al máximo permisible para este tipo de estructuras de acuerdo con la Norma Sismo Resistente NSR 10.
- La presión admisible recomendada está afectada por un factor de seguridad, razón por la cual las áreas de contacto y esfuerzos producidos por la estructura deberán diseñarse en cargas de servicio. (No Mayoradas).
- El potencial de colapso es bajo, el potencial de expansión es bajo y el potencial de licuación de los suelos es bajo, debido a su composición y propiedades.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] ALVA HURTADO, Jorge E. *Diseño de Cimentaciones.* Fondo Editorial instituto de la Construcción y Gerencia. Lima, 2009. 226 p.

[2] BERRY, Peter y otro. *Mecánica de Suelos.* MacGraw Hill. Bogotá, 1993. 415 p.

[3] COLLAZOS, Carlos y otros. *Ensayo de Penetración Estándar.* Universidad del Cauca. Popayán, 2006. 26 p.

[4] CRESPO VILLALAZ, Carlos. *Mecánica de Suelos y Cimentaciones.* 5ta Edición. Editorial Limusa. México, 2004. 650 p.

[5] DAS, Braja M. *Principios de ingeniería de Cimentaciones.* 4ta Ed. Thompson Editores. México, 2001. 862 p.

[6] GONZÁLEZ, Álvaro J. *Estimativos de Parámetros Efectivos de Resistencia con el SPT.* X Jornadas Geotécnicas de la Ingeniería Colombiana. Bogotá, 1999. 12 p.

[7] GONZÁLEZ, Yoermes. *Identificación y Estabilización de Suelos Dispersivos.* XIV Convención Científica de Ingeniería y Arquitectura. La Habana, 2008. 8 p.

[8] JIMÉNEZ SALAS, José Antonio y otro. Geotecnia y Cimientos. 2da Edición. Editorial Rueda. Madrid, 1975. 465 p.

[9] JUÁREZ BADILLO, Eulalio y otro. *Mecánica de Suelos. Tomos 1 y 2.* 5ta Edición. Editorial Limusa. México, 2005. 642 p y 597 p.

[10] MONTENEGRO, Luis Fernando. *Calibración del Método de Parámetros de Resistencia con SPT en Suelos de la Región Llanera Colombiana.* Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, 2014. 92 p.

[11] PECK, Ralph y otros. Ingeniería de Cimentaciones. 2da Edición. Editorial Limusa. México, 1983. 558 p.

[12] RODRÍGUEZ, José María y otros. *Curso Aplicado de Cimentaciones.* 4ta edición. Servicio de Publicaciones del COAM. Madrid, 1989. 266 p.

[13] TÁMEZ, Enrique. Ingeniería de Cimentaciones. Conceptos Básicos desde la Práctica. Editorial TGC. México, 2001. 571 p.

[14] ZEEVAERT, Leonardo. Interacción Suelo – Estructura de Cimentación. Editorial Limusa. México, 1980. 265 p.

XVII LIMITACIONES

Los resultados, conclusiones y recomendaciones anteriores, están enunciadas para un proyecto específico y para las condiciones de suelo encontradas, bajo las cuales se analizó el presente estudio.

Si durante la construcción se presentan condiciones diferentes a las aquí planteadas como típicas, o si el proyecto sufre variaciones, solicitamos informarnos a la mayor brevedad posible para resolver sobre las modificaciones o adiciones a que haya lugar. Cualquier decisión inconsulta nos exime de responsabilidad.

Forman parte integral del informe, los procesos normativos para ensayo de materiales del Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, ICONTEC y de la Sociedad Americana para Ensayos y Materiales, ASTM, en los códigos ASTM D 4318, ASTM D 2216, ASTM D 2166.

SERGIO ERNESTO GÓMEZ ZAMBRANO

Ingeniero civil – M. P. 25202–096667 CND

Servilab Ingeniería
Laboratorio
Suelos - Pavimentos - Concretos - Materiales

Neiva, DICIEMBRE de 2018

CARTA DE RESPONSABILIDAD

REFERENCIA CONSULTORÍA PARA LA ELABORACIÓN DE LOS ESTUDIOS TECNICOS DETALLADOS PARA EL PROYECTO DE RESTAURACION, OBRAS DE MANTENIMIENTO Y ADECUACION DE LA IGLESIA DE SAN LUIS BELTRAN, MUNICIPIO DE NEIVA
SAN LUIS BELTRAN NEIVA-HUILA

Respetados señores;

Yo, **SERGIO ERNESTO GOMEZ ZAMBRANO,** Ingeniero Civil, identificado con la cedula de ciudadanía 79.778.045 de Bogotá, Colombia y con matricula profesional No. 25202 – 096667 CND, del Consejo Nacional Profesional de Ingeniería y Arquitectura, seccional Cundinamarca, Colombia, certifico que, por solicitud expresa **EDGARDO EDMUNDO BASSI BURGOS**, que he realizado los cálculos de capacidad portante y recomendaciones de cimentación para la obra de la referencia.

Que todos los análisis y diseños del estudio de mecánica de suelos, han sido elaborados siguiendo los parámetros y requisitos Norma Colombiana de Diseño y Construcción Sismo Resistente NSR-10 y demás normas aplicables, por tanto declaro que en tal sentido asumo la responsabilidad por los perjuicios que se puedan ocasionar.

SERGIO ERNESTO GOMEZ ZAMBRANO.
INGENIERO CIVIL
C.C. 79.778.045 de Bogotá

Matricula Prof. 25202 – 096667 CND

Laboratorio Calle 31 No. 7 - 59 Tel. (8) 8723339
Cel 3123705819 – 3152084212 email: johesos@hotmail.com
NEIVA - HUILA

COPNIA
Consejo Profesional Nacional de Ingeniería

CERTIFICADO DE VIGENCIA Y ANTECEDENTES DISCIPLINARIOS
Nº E2018VEN00165299

REPÚBLICA DE COLOMBIA
CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE
INGENIERÍA
COPNIA

EL DIRECTOR GENERAL

CERTIFICA:

1. Que GOMEZ ZAMBRANO SERGIO ERNESTO identificado (a) con Cédula de Ciudadanía Nº 79778045, se encuentra inscrito(a) en el Registro Profesional Nacional que lleva esta entidad, como INGENIERO CIVIL con Matrícula Profesional Nº 25202-096667 CND desde el (los) veintisiete (27) día(s) del mes de febrero del año dos mil tres (2003).

2. Que la (el) Matrícula Profesional es la autorización que expide el Estado para que el titular ejerza su profesión en todo el territorio de la República de Colombia, de conformidad con lo dispuesto en la Ley 842 de 2003.

3. Que la (el) referida (o) Matrícula Profesional se encuentra vigente, por lo cual el profesional certificado actualmente NO está impedido para ejercer la profesión.

4. Que el profesional NO tiene antecedentes disciplinarios ético-profesionales.

5. Que la presente certificación tiene una validez de seis (6) meses y se expide en Bogotá, D.C., a los quince (15) días del mes (agosto) del año dos mil dieciocho (2018).

RUBÉN DARÍO OCHOA ARBELÁEZ

Firma del titular (*)

(*) Con el fin de verificar que el titular autoriza su participación en procesos estatales de selección de contratistas. La falta de firma del titular no invalida el Certificado.

El presente es un documento público expedido electrónicamente con firma digital que garantiza su plena validez jurídica y probatoria según lo establecido en la Ley 527 de 1999.

Para verificar la integridad e inalterabilidad del presente documento consulte en el sitio web http://gdocumental.copnia.gov.co/inveriteCSV, indicado el código que se encuentra en el costado izquierdo de este documento

Calle 78 Nº 9 – 57 Piso 13 – Bogotá D.C. Fax: 3220102 – Correo-e: contactenos@copnia.gov.co
www.copnia.gov.co

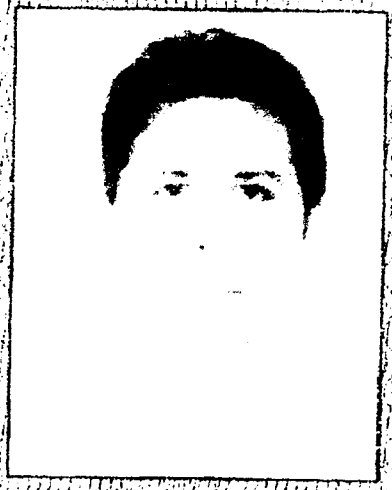
CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERÍA - COPNIA
Calle 78 Nº 9 - 57 Teléfono 322 0191 Bogotá D.C.
e-mail: contactenos@copnia.gov.co
www.copnia.gov.co

Documento firmado por CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERÍA - COPNIA, Nº de serie 129106864679937809962302211918806053385O.
Emisor del certificado: AC TESTING CERTICAMARA S.A., Fecha de emisión de la firma: 15/08/2018 15:50:24.
Código Seguro de Verificación (http://gdocumental.copnia.gov.co/inveriteCSV): HzvlpRo4PY2R10HPrT7 a http://www.copnia.gov.co
Página 1 de un total de 1 página(s).

REPUBLICA DE COLOMBIA

CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERIA

COPNIA



MATRICULA PROFESIONAL No.
25202096667CND
INGENIERO CIVIL

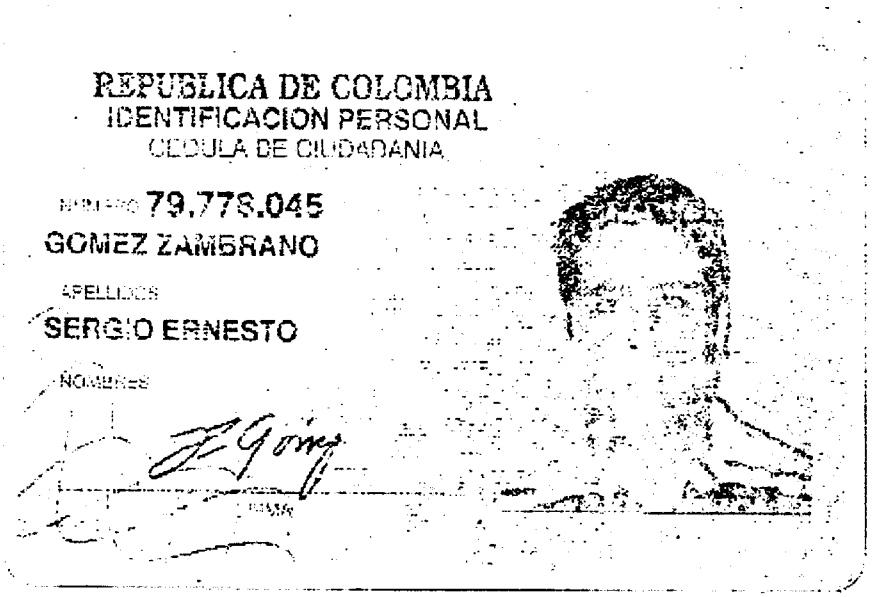
DE FECHA 27/02/2003

SERGIO ERNESTO
GOMEZ ZAMBRANO

C.C. 79778045

UNIVERSIDAD COOPERATIVA
DE COLOMBIA

PRESIDENTE DEL CONSEJO



REPUBLICA DE COLOMBIA
IDENTIFICACION PERSONAL
CEDULA DE CIUDADANIA

NUMERO 79.778.045
GOMEZ ZAMBRANO
APELLIDOS
SERGIO ERNESTO
NOMBRES

FECHA DE NACIMIENTO 21-MAY-1974
BOGOTA.D.C
(CUNDINAMARCA)
LUGAR DE NACIMIENTO
1.80 O+ M
ESTATURA G.S. RH SEXO

16-JUN-1992 BOGOTA D.C

EDGARDO EDMUNDO BASSI BURGOS

NEIVA-HUILA

LOCALIZACION EXPLORACION DE CAMPO
SONDEOS

ESTUDIO DE SUELOS
PARA EL CALCULO DE CAPACIDAD PORTANTE

CONSULTORÍA PARA LA ELABORACIÓN DE LOS ESTUDIOS TECNICOS DETALLADOS PARA EL PROYECTO DE RESTAURACION, OBRAS DE MANTENIMIENTO Y ADECUACION DE LA IGLESIA DE SAN LUIS BELTRAN, MUNICIPIO DE NEIVA

NEIVA
DICIEMBRE - 2018

Laboratorio Calle 31 No. 7 - 59 Tel. (8) 8723339
Cel 3123705819 – 3204297522 email: johesos@hotmail.com
NEIVA - HUILA

1/90

Servi.Lab Ingeniería Laboratorio *Suelos - Pavimentos - Concretos - Materiales*	**LOCALIZACION SONDEOS**	**PROCESO PRUEBA DE LABORATORIO** VERSION: 1.0 VIGENCIA: 10/01/2016

CLIENTE	**EDGARDO EDMUNDO BASSI BURGOS**	**ORDEN DE SERVICIO**	**SL-111-18**
PROYECTO	CONSULTORÍA PARA LA ELABORACIÓN DE LOS ESTUDIOS TECNICOS DETALLADOS PARA EL PROYECTO DE RESTAURACION, OBRAS DE MANTENIMIENTO Y ADECUACION DE LA IGLESIA DE SAN LUIS BELTRAN, MUNICIPIO DE NEIVA	**FECHA REGISTRO**	DICIEMBRE 13-2018
LOCALIZACION	SAN LUIS DEL BELTRAN-NEIVA(HUILA)	**FECHA INFORME**	DICIEMBRE 17-2018



Los resultados de los ensayos de laboratorio que se presentan en este informe, solo son aplicables a las muestras ensayadas.

REVISA

GEOT. JOSE HERNEY SOLARTE S.
MAT. 1951600199CAU

Las muestras son tomadas por Cliente	
Servi. Lab Ingenierìa	X

EDGARDO EDMUNDO BASSI BURGOS

NEIVA-HUILA

PERFIL ESTRATIGRAFICO
REGISTROS DE CAMPO

ESTUDIO DE SUELOS
PARA EL CALCULO DE CAPACIDAD PORTANTE

CONSULTORÍA PARA LA ELABORACIÓN DE LOS ESTUDIOS TECNICOS DETALLADOS PARA EL PROYECTO DE RESTAURACION, OBRAS DE MANTENIMIENTO Y ADECUACION DE LA IGLESIA DE SAN LUIS BELTRAN, MUNICIPIO DE NEIVA

NEIVA
DICIEMBRE - 2018

Laboratorio Calle 31 No. 7 - 59 Tel. (8) 8723339
Cel 3123705819 – 3204297522 email: johesos@hotmail.com
NEIVA - HUILA

102

Servi Lab Ingeniería **Laboratorio** *Suelos - Pavimentos - Concretos - Materiales*	**REGISTRO DE SONDEOS Y PERFIL ESTRATIGRAFICO**	PROCESO PRUEBA DE LABORATORIO VERSION: 1.0 VIGENCIA: 10/01/2016

CLIENTE	**EDGARDO EDMUNDO BASSI BURGOS**	**ORDEN DE SERVICIO**	**SL- 111-18**
PROYECTO	CONSULTORÍA PARA LA ELABORACIÓN DE LOS ESTUDIOS TECNICOS DETALLADOS PARA EL PROYECTO DE RESTAURACION, OBRAS DE MANTENIMIENTO Y ADECUACION DE LA IGLESIA DE SAN LUIS BELTRAN, MUNICIPIO DE NEIVA	**FECHA INICIO**	DICIEMBRE 13-2018
LOCALIZACION	SAN LUIS DEL BELTRAN-NEIVA(HUILA)	**FECHA FINAL**	DICIEMBRE 13-2018
SONDEO No.	**1** **PR**	**LADO**	

PROFUNDIDAD (m)	1		S.P.T.			N	DESCRIPCION	LIMITES %			HUMEDAD	CLASIFICACION
	TIPO	No.	6"	6"	6"			LL	LP	IP	%	U.S.C.S.
0,00							CAPA VEGETAL LIMO ORGANICO NEGRO PASTOS-ARBUSTOS NATIVOS					
0,20												
0,70-1,10	SPT						ARCILLA INORGANICA DE BAJA A MEDIA PLASTICIDAD-AMARILLO VETAS ROJAS-CAFES.Humedad Baja A Media.	27,8	20,7	7,1	20,2	CL
0,70-1,10	SH	1	**q_u = 0,80 kg/cm²**									
			c = 0,40 kg/cm²									
			q_u = 0,85 kg/cm²									
1,00			**c = 0,42 kg/cm²**									
1.20												
1,20-1,70	SPT		3	3	2	**5**	LIMO INORGANICO DE BAJA PLASTICIDAD-AMARILLO VETAS NEGRAS -CAFES.Humedad Baja A Media.Consistencia Media A Firme.	24,9	21,0	3,9	22,9	ML
1,90-2,40	SPT	2	5	4	6	**10**						
2,00												
2,40												
2,40 - 2,70	SH	2	**q_u = 0,43 kg/cm²**									
			c = 0,21 kg/cm²									
			q_u = 0,55 kg/cm²									
2,70-3,20	SPT		**c = 0,28 kg/cm²**									
3,00			24	18	19	**37**	ARENA ARCILLOSA-AMARILLO OSCURO VETAS HABANAS-AZULES.Humedad Baja A Media. Consistencia Dura.	26,8	21,2	5,6	13,6	SC
3,40-3,90	SPT	3	18	22	18	**40**						
4,00												
4,00-4,50	SPT	4	26	22	18	**40**						
4,60-5,10	SPT		19	23	24	**47**	ARENA ARCILLOSA-CAFÉ AZULOSO.Humedad Media A Baja.Consistencia Dura	26,9	16,3	10,6	9,7	SC
5,00												
5,20-5,70	SPT		21	24	28	**52**						
6,00							***FIN DEL SONDEO***					
							NO SE DETERMINO NAF					
							NAF INICIAL **metros**	NAF 2 HRAS				**metros**

SH : TUBO SHELBY **S.P.T : PENETRACION ESTÁNDAR** **BR : BARRENO** **MANUAL**

Los resultados de los ensayos de laboratorio que se presentan en este informe, solo son aplicables a las muestras ensayadas.

REVISA

Las muestras son tomadas por
Cliente [ ]
Servi. Lab Ingenieria [X]

GEOT. JOSE HERNEY SOLARTE S.
MAT. 1951600199CAU

Servi-Lab Ingeniería Laboratorio *Suelos - Pavimentos - Concretos - Materiales*	**REGISTRO DE SONDEOS Y PERFIL ESTRATIGRAFICO**	PROCESO PRUEBA DE LABORATORIO VERSION: 1.0 VIGENCIA: 10/01/2016

CLIENTE	**EDGARDO EDMUNDO BASSI BURGOS**	**ORDEN DE SERVICIO**	**SL- 111-18**
PROYECTO	CONSULTORÍA PARA LA ELABORACIÓN DE LOS ESTUDIOS TECNICOS DETALLADOS PARA EL PROYECTO DE RESTAURACION, OBRAS DE MANTENIMIENTO Y ADECUACION DE LA IGLESIA DE SAN LUIS BELTRAN, MUNICIPIO DE NEIVA	**FECHA INICIO**	DICIEMBRE 13-2018
LOCALIZACION	SAN LUIS DEL BELTRAN-NEIVA(HUILA)	**FECHA FINAL**	DICIEMBRE 13-2018
SONDEO No.	**2** **PR**	**LADO**	

PROFUNDIDAD (m)	1 TIPO	1 No.	S.P.T. 6"	S.P.T. 6"	S.P.T. 6"	N	DESCRIPCION	LIMITES % LL	LP	IP	HUMEDAD %	CLASIFICACION U.S.C.S.
0,00							CAPA VEGETAL LIMO ORGANICO NEGRO VEGETACION PASTOS					
0,05							RELLENO GRANULAR GRIS. Humedad baja. Compactación media, Presencia particulas redondeadas tamañomaximo 4 pulgadas					
0,25												
0,70-1,20	SPT	1	2	3	2	5	ARCILLA INORGANICA DE BAJA A MEDIA PLASTICIDAD-AMARILLO VETAS ROJAS -CAFÉ.Humedad Media A Baja.Consistencia Media A Firme.	34,6	21,1	13,5	22,1	CL
1,00												
1,30-1,60	SH	1	qu = 1,08 kg/cm² c = 0,54 kg/cm²									
1,60												
1,60-2,10	SPT		3	3	5	8	ARCILLA INORGANICA DE BAJA A MEDIA PLASTICIDAD-CAFÉ CLARO VETAS ROJAS-CAFÉ.Humedad Media A Baja.Consistencia Media A Firme.	34,6	20,3	14,3	19,0	CL
2,00		2										
2,40-2,90	SPT		6	6	6	12						
2,90												
3,00		3										
3,00-3,50	SPT		6	6	5	11						
3,00-3,50	SH	2	qu = 1,45 kg/cm² c = 0,73 kg/cm²				ARCILLA INORGANICA DE BAJA A MEDIA PLASTICIDAD-CAFÉ CLARO VETAS ROJAS-GRICES.Humedad Media A Baja.Consistencia Firme a Dura.	28,7	19,8	8,9	22,2	CL
3,60-3,90	SH	3	qu = 0,63 kg/cm² c = 0,31 kg/cm²									
3,90-4,40	SPT		6	7	40	47						
4,00												
4,40												
4,50-5,00	SPT		32	30	35	65						
5,00												
5,00-5,70		4	34	38	46	84	ARCILLA INORGANICA DE BAJA A MEDIA PLASTICIDAD-AMARILLO VETAS NARANJAS-MARRONES.Humedad Baja A Media.Consistencia Dura.	28,6	19,2	9,4	23,9	CL
6,00							***FIN DEL SONDEO NO SE DETERMINO NAF***					

NAF INICIAL ____ metros NAF 2 HRAS ____ metros

SH : TUBO SHELBY **S.P.T : PENETRACION ESTÁNDAR** **BR : BARRENO** **MANUAL**

Los resultados de los ensayos de laboratorio que se presentan en este informe, solo son aplicables a las muestras ensayadas.

REVISA

Las muestras son tomadas por
Cliente
Servi. Lab Ingeniería X

GEOT. JOSE HERNEY SOLARTE S.
MAT. 1951600199CAU

Servi Lab Ingeniería
Laboratorio
Suelos - Pavimentos - Concretos - Materiales

REGISTRO DE SONDEOS Y PERFIL ESTRATIGRAFICO

PROCESO PRUEBA DE LABORATORIO

VERSION: 1.0

VIGENCIA: 10/01/2016

CLIENTE	**EDGARDO EDMUNDO BASSI BURGOS**	**ORDEN DE SERVICIO**	**SL- 111-18**
PROYECTO	CONSULTORÍA PARA LA ELABORACIÓN DE LOS ESTUDIOS TECNICOS DETALLADOS PARA EL PROYECTO DE RESTAURACION, OBRAS DE MANTENIMIENTO Y ADECUACION DE LA IGLESIA DE SAN LUIS BELTRAN, MUNICIPIO DE NEIVA	**FECHA INICIO**	DICIEMBRE 13-2018
LOCALIZACION	SAN LUIS DEL BELTRAN-NEIVA(HUILA)	**FECHA FINAL**	DICIEMBRE 13-2018
SONDEO No.	**3** **PR**	**LADO**	

PROFUNDIDAD (m)	1 TIPO	No.	S.P.T. 6"	6"	6"	N	DESCRIPCION	LIMITES % LL	LP	IP	HUMEDAD %	CLASIFICACION U.S.C.S.
0,00							CAPA VEGETAL,LIMO ORGANICO NEGRO VEGETACION PASTOS					
0,05							RELLENO ESCONBROS CONSTRUCCION RAICES					
0,35												
0,60-1,10	SPT	1	1	2	1	3	ARCILLA INORGANICA DE BAJA A MEDIA PLASTICIDAD-GRIS OSCURO.Humedad Media A Baja.Consistencia Blanda.	29,2	20,3	8,9	19,3	CL
1,00												
1,10												
1,30-1,80	SPT	2	3	2	3	5						
1,80-2,20	SH	1	**q_u = 2,33 kg/cm²**				ARCILLA INORGANICA DE BAJA A MEDIA PLASTICIDAD-AMARILLO VETAS ROJAS NARANJAS.Humedad Media a Baja.Consistencia media	29,2	20,3	8,9	20,5	CL
			c =1,17 kg/cm²									
			q_u = 1,79 kg/cm²									
			c = 0,89 kg/cm²									
2,00												
2,20												
2,20-2,40							*Avanza la cuchara partida por debajo del fondo de la perforacion bajo el peso estatico de la tuberia mas el peso del martillo.*					
2,40-2,90	SPT		2	3	5	8						
1,80-2,20	SH	2	**q_u = 2,47 kg/cm²**				ARCILLA INORGANICA DE BAJA A MEDIA PLASTICIDAD-CAFÉ VETAS NEGRAS HABANAS-NARANJAS.Humedad Media-Baja.Consistencia Media a muy Firme	33,8	21,4	12,4	19,2	CL
			c = 1,23 kg/cm²									
3,00												
3,10-3,60	SPT	3	8	8	7	15						
3.60												
3,70-4,70	SPT	4	5	6	8	14						
4,00												
3,70-4,70	SH	3	**q_u = 2,03 kg/cm²**				ARCILLA INORGANICA DE BAJA A MEDIA PLASTICIDAD-AMARILLO VETAS CAFES -NEGRAS.Humedad Baja-Media.Consistencia Firme.	33,6	21,1	12,5	22,5	CL
			c = 1,02 kg/cm²									
4,30-4,80	SPT		5	5	5	10						
4.80												
4,90-5,40	SPT	5	17	25	34	59						
5,00												
3,70-4,70	SH	4	**q_u = 1,46 kg/cm²**				ARENA ARCILLOSA-AMARILLO ROJIZO.Humedad Media-Baja.Consistencia Dura.	35,1	21,0	14,1	13,4	SC
			c = 0,73 kg/cm²									
5,50-6,00	SPT		32	34	36	70						
6,10							***FIN DEL SONDEO NO SE DETERMINO NAF***					

NAF INICIAL ____ metros NAF 2 HRAS ____ metros

SH : TUBO SHELBY **S.P.T : PENETRACION ESTÁNDAR** **BR : BARRENO MANUAL**

Los resultados de los ensayos de laboratorio que se presentan en este informe, solo son aplicables a las muestras ensayadas.

REVISA

Las muestras son tomadas por
Cliente [ ]
Servi. Lab Ingenieria [X]

GEOT. JOSE HERNEY SOLARTE S.
MAT. 1951600199CAU

EDGARDO EDMUNDO BASSI BURGOS

NEIVA-HUILA

RESULTADOS ENSAYOS DE LABORATORIO

ESTUDIO DE SUELOS
PARA EL CALCULO DE CAPACIDAD PORTANTE

CONSULTORÍA PARA LA ELABORACIÓN DE LOS ESTUDIOS TECNICOS DETALLADOS PARA EL PROYECTO DE RESTAURACION, OBRAS DE MANTENIMIENTO Y ADECUACION DE LA IGLESIA DE SAN LUIS BELTRAN, MUNICIPIO DE NEIVA

NEIVA
DICIEMBRE - 2018

RESUMEN
RESULTADOS ENSAYOS DE LABORATORIO
ESTUDIO DE SUELOS

FORMATO PRUEBA DE LABORATORIO
VERSION: 1.0
VIGENCIA: 10/01/2016

CLIENTE: **EDGARDO EDMUNDO BASSI BURGOS**

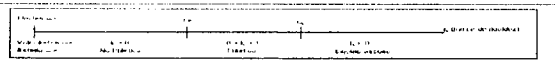
ORDEN DE SERVICIO: **SL-111-18**

PROYECTO: CONSULTORÍA PARA LA ELABORACIÓN DE LOS ESTUDIOS TECNICOS DETALLADOS PARA EL PROYECTO DE RESTAURACION, OBRAS DE MANTENIMIENTO Y ADECUACION DE LA IGLESIA DE SAN LUIS BELTRAN, MUNICIPIO DE NEIVA

FECHA INFORME: DICIEMBRE 17-2018

LOCALIZACION: SAN LUIS DEL BELTRAN-NEIVA(HUILA)

SP	Muestra	Norma INV	E-122	E-125	E-126					E-213 / 214										Clasificacion	E-128			E-152						E-211
		Profundidad	H. N.	L. L.	L. P.	I. P.	I.L.	I.C.	A	ANALISIS GRANULOMETRICO - (%) PASA											Gs	PESO UNITARIO		COMPRESION SIMPLE						SPT
																					Llenante	Humedo	Seco	Profundidad	H.N	PESO UNITARIO gr/cm³		qu	C	Profundidad
No.	No.	metros	%	%	%	%				1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	4	10	40	200	U.S.C.	gr/cm³	gr/cm³	gr/cm³	metros	%	HUMEDO	SECO	kg/cm²		metros
1		0,00 - 0,20	*CAPA VEGETAL LIMO ORGANICO NEGRO PASTOS-ARBUTOS NATIVO*																											
	1	0,20-1,20	20,2	27,8	20,7	7,1	-0,07	1,07	0,10			100,0	98,9	96,9	91,6	87,4	80,8	68,5	CL				0,70-1,20	19,6	2,065	1,726	0,80	0,40	
																								0,70-1,20	22,2	2,032	1,662	0,85	0,42	
	2	1,20-2,40	22,9	24,9	21,0	3,9	0,49	0,51	0,05					100,0	99,6	98,4	94,0	83,9	ML	2,371	1,977	1,608								1,20-1,70
																					2,005	1,631							1,20-1,70
																					2,018	1,641							1,90-2,40
	3	2,40-4,00	13,6	26,8	21,2	5,6	-1,36	2,36	0,12			100,0	89,8	86,0	76,0	69,8	58,0	46,8	SC	2,575				2,40-2,70	21,9	1,920	1,576	0,43	0,21	
																								2,40-2,70	22,6	2,021	1,649	0,55	0,28	
																					2,048	1,802							2,70-3,20
																					2,158	1,899							3,40-3,90
	4	4,00-6,00	9,7	26,9	16,3	10,6	-0,62	1,62	0,34			100,0	85,4	79,3	67,6	56,1	41,2	31,5	SC		2,039	1,858								4,00-4,50
																					2,073	1,889							4,60-5,10
																														5,20-5,70
2		0,00 - 0,20	*CAPA VEGETAL LIMO ORGANICO NEGRO PRESENCIA PASTO*																											
	1	0,25-1,60	22,1	34,6	21,1	13,5	0,07	0,93	0,15				100,0	98,5	98,1	97,2	94,7	87,5	CL	2,448	2,004	1,642								0,70-1,20
																								1,30-1,60	23,3	2,086	1,692	1,08	0,54	
	2	1,60-2,90	19,0	34,6	20,3	14,3	-0,09	1,09	0,22				100,0	98,8	94,5	87,2	77,9	66,5	CL	2,676	1,979	1,664								1,60-2,10
																					1,993	1,675							2,40-2,90
	3	2,90-4,40	22,2	28,7	19,8	8,9	0,27	0,73	0,11					100,0	99,6	98,7	94,8	81,1	CL		1,961	1,605								3,00-3,50
																								3,00-3,50	24,9	2,057	1,647	1,45	0,73	
																								3,60-3,90	16,9	2,019	1,727	0,63	0,31	
																														3,90-4,40
	4	4,40-6,00	23,9	28,6	19,2	9,4	0,50	0,50	0,11					100,0	98,4	96,9	92,3	83,9	CL		1,953	1,576								4,50-5,00
																														5,20-5,70
3		0,00-0,20	*CAPA VEGETAL LIMO ORGANICO NEGRO PASTO*																											
	1	0,35-1,10	19,3	29,2	20,3	8,9	-0,11	1,11	0,11					100,0	98,9	97,1	91,2	79,6	CL		1,955	1,638								0,60-1,10
																														1,30-1,80
	2	1,10-2,20	20,5	29,2	20,3	8,9	0,02	0,98	0,10						100,0	97,2	92,5	84,8	CL	2,431				1,80-2,20	21,9	2,034	1,668	2,33	1,17	
																								1,80-2,20	18,7	2,082	1,754	1,79	0,89	
																					1,993	1,672							2,40-2,90
																								2,40-2,90	23,3	2,054	1,660	2,47	1,23	
																					1,981	1,663							3,10-3,60
	4	3,60-4,80	22,5	33,6	21,1	12,5	0,11	0,89	0,14					100,0	99,7	99,7	98,3	89,9	CL		1,978	1,615								3,70-4,20
																								3,70-3,20	23,9	1,987	1,604	2,03	1,02	
																					2,002	1,635							4,30-4,80
																														4,90-5,40
	5	4,80-6,10	13,4	35,1	21	14,1	-0,54	1,54	0,46			100,0	89,7	82,7	71,0	61,0	43,3	30,4	SC					4,90-5,40	22,5	2,003	1,635	1,46	0,73	
																														5,50-6,00



CLASIFICACION DE LAS ARCILLAS SEGUN SU ACTIVIDAD	
ACTIVIDAD	VALORES
INACTIVA	< 0,75
NORMALES	0,75 A 1,25
ACTIVAS	> 1,25

NAF (m)		
SP No.	INICIAL	3 HORAS

OBSERVACIONES: **NO SE DETERMINO NAF**

Los resultados de los ensayos de laboratorio que se presentan en este informe, solo son aplicables a las muestras ensayadas.

Las muestras son tomadas por: Cliente / Servi. Lab Ingeniería: x

FIRMA

GEOT. JOSE HERNEY SOLARTE
MAT. 19516001996CAU

102

Servi-Lab Ingeniería
Laboratorio
Suelos - Pavimentos - Concretos - Materiales

ANALISIS GRANULOMETRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS

NORMA DE ENSAYO INV E - 213 / 214

PROCESO PRUEBA DE LABORATORIO
VERSION: 1.0
VIGENCIA: 10/01/2016

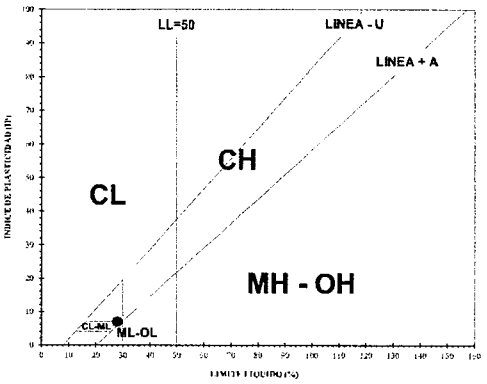
CLIENTE	EDGARDO EDMUNDO BASSI BURGOS	ORDEN DE SERVICIO	SL- 111-18
PROYECTO	CONSULTORÍA PARA LA ELABORACIÓN DE LOS ESTUDIOS TECNICOS DETALLADOS PARA EL PROYECTO DE RESTAURACION, OBRAS DE MANTENIMIENTO Y ADECUACION DE LA IGLESIA DE SAN LUIS BELTRAN, MUNICIPIO DE NEIVA	FECHA MUESTREO	DICIEMBRE 13-2018
LOCALIZACION	SAN LUIS DEL BELTRAN-NEIVA(HUILA)	FECHA ENSAYO	DICIEMBRE 17-2018
DESCRIPCION	ARCILLA INORGANICA DE BAJA A MEDIA PLASTICIDAD	ESPECIFICACION	NO APLICA
COLOR	AMARILLO VETAS ROJAS-CAFES		
PR	MARGEN	SONDEO No. 1	MUESTRA No. 1
		PROFUNDIDAD	0,20-1,20 metros

PESO SECO ANTES DE LAVAR (Gr)	224,4	D10	
PESO SECO DESPUÉS DE LAVAR (Gr)	71,0	D30	
PASA 200 POR LAVADO (Gr)	153,4	D60	
% GRAVAS RETENIDO No. 4	8,4	Cu	
% ARENAS PASA 4 - RET 200	23,0	Cc	
% PASA TAMIZ No. 200	68,5		

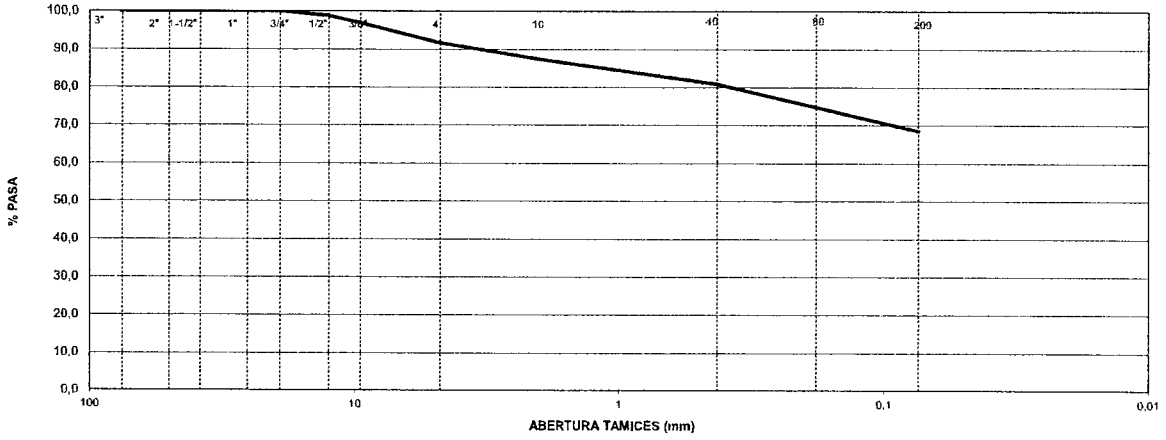
HUMEDAD NATURAL (%)	20,2
LÍMITE LÍQUIDO (%)	27,8
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	7,1
CLASIFICACIÓN U.S.C.	CL

TAMIZ Normal	TAMIZ Alterno	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMUL	% PASA
3"	76,2	0,0	0,0	0,0	100,0
2"	50,8	0,0	0,0	0,0	100,0
1 1/2"	38,1	0,0	0,0	0,0	100,0
1"	25,4	0,0	0,0	0,0	100,0
3/4"	19,1	0,0	0,0	0,0	100,0
1/2"	12,7	2,5	1,1	1,1	98,9
3/8"	9,5	4,5	2,0	3,1	96,9
4	4,75	11,9	5,3	8,4	91,6
10	2,00	9,4	4,2	12,6	87,4
40	0,425	14,8	6,6	19,2	80,8
200	0,074	27,5	12,3	31,5	68,5
PASA No. 200		153,8	68,5	100,0	

CARTA DE PLASTICIDAD



CURVA GRANULOMETRICA



CRITERIOS CLASIFICACION U.S.C.
SI % PASA No. 200 <5% EL SUELO SE CLASIFICA COMO: GP, GW, SP ó SW (Calcular coeficientes)
SI % PASA No. 200 >5% y <12% - EL SUELO TIENE DOBLE SIMBOLO Y SE CLASIFICA COMO: GP-GM, GP-GC, GW-GM, GW-GC, SP-SM, SP-SC, SW-SM ó SW-SC (Calcular coeficientes, Indice de Plasticidad y L.L.)
SI %PASA No. 200 ≥12% EL SUELO SE CLASIFICA COMO GC, GM, SC, ó SM (Calcular Indice de Plasticidad y L.L.)
SI % PASA No. 200 >50% EL SUELO ES FINO (Calcular Indice de Plasticidad y L.L.)

Los resultados de los ensayos de laboratorio que se presentan en este informe, solo son aplicables a las muestras ensayadas.

Las muestras son tomadas por
Cliente
Servi. Lab Ingeniería X

REVISA

GEOT. JOSE HERNEY SOLARTE SOLARTE
MAT. 1951600199CAU

Laboratorio Calle 31 No. 7 - 59 Tel. (8) 8723339 - Cel. 3123705819 - 3204297522
email:johesos@hotmail.com Neiva - Huila

Servi.Lab Ingeniería — Laboratorio — Suelos - Pavimentos - Concretos - Materiales	**DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS** NORMA DE ENSAYO INV E - 125 / 126	**PROCESO PRUEBA DE LABORATORIO** VERSION: 1.0 VIGENCIA: 10/01/2016

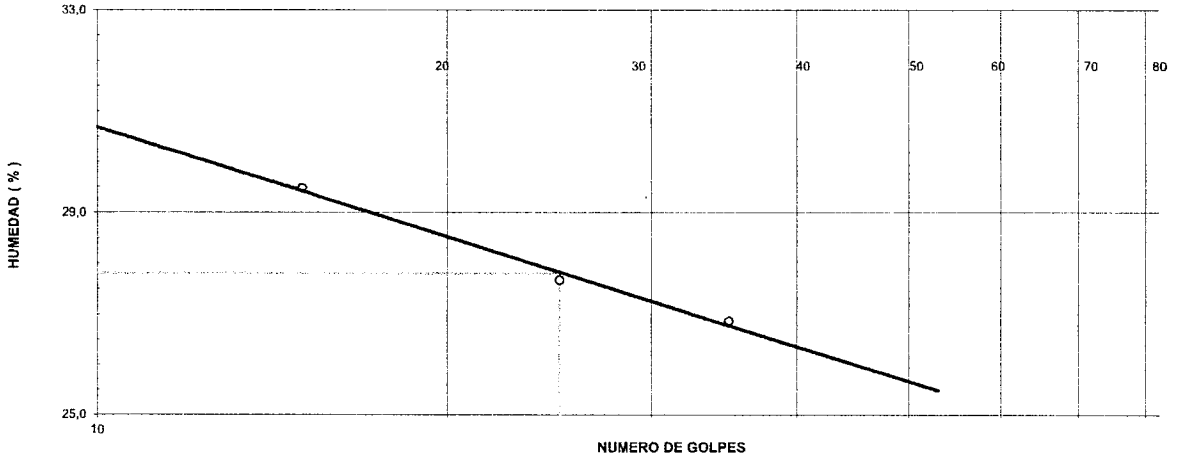
CLIENTE	**EDGARDO EDMUNDO BASSI BURGOS**	**ORDEN DE SERVICIO**	**SL- 111-18**
PROYECTO:	CONSULTORÍA PARA LA ELABORACIÓN DE LOS ESTUDIOS TECNICOS DETALLADOS PARA EL PROYECTO DE RESTAURACION, OBRAS DE MANTENIMIENTO Y ADECUACION DE LA IGLESIA DE SAN LUIS BELTRAN, MUNICIPIO DE NEIVA	**FECHA MUESTREO**	DICIEMBRE 13-2018
LOCALIZACION	SAN LUIS DEL BELTRAN-NEIVA(HUILA)	**FECHA ENSAYO**	DICIEMBRE 17-2018
DESCRIPCION	ARCILLA INORGANICA DE BAJA A MEDIA PLASTICIDAD	**ESPECIFICACION**	NO APLICA
COLOR	AMARILLO VETAS ROJAS-CAFES		

PR **MARGEN** **SONDEO No.** 1 **MUESTRA No.** 1 **PROFUNDIDAD** 0,20-1,20 metros

RESULTADOS DE LABORATORIO

	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		HUMEDAD NATURAL
Determinación No.	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**	**1**
No. de Golpes	**15**	**25**	**35**	*	*	*
Recipiente No.	49	304	33	201	98	**48**
Peso recipiente+suelo húmedo (gr)	10,25	10,52	11,01	10,30	10,46	347,6
Peso recipiente+suelo seco (gr)	8,95	9,28	9,68	9,32	9,45	302,3
Peso recipiente (gr)	4,54	4,80	4,73	4,65	4,52	77,9
Peso del agua (gr)	1,30	1,24	1,33	0,98	1,01	45,3
Peso del suelo seco (gr)	4,41	4,48	4,95	4,67	4,93	224,4
Humedad (%)	**29,5**	**27,7**	**26,9**	**21,0**	**20,5**	**20,2**

CURVA DE FLUJO



Resultados:

Límite Líquido :	**27,8**
Límite Plástico :	**20,7**
Indice de Plasticidad:	**7,1**
Humedad Natural:	**20,2**

CLASIFICACION	
U.S.C.	
Símbolo :	**CL**
Nombre :	**ARCILLA INORGANICA DE BAJA A MEDIA PLASTICIDAD**

Los resultados de los ensayos de laboratorio que se presentan en este informe, solo son aplicables a las muestras ensayadas.

REVISA

Las muestras son tomadas por

Cliente	
Servi. Lab	X

GEOT. JOSE HERNEY SOLARTE SOLARTE
MAT. 1951600199CAU

Laboratorio Calle 31 No. 7 - 59 Tel. (8) 8723339 - Cel. 3123705819 - 3204297522
email:johesos@hotmail.com Neiva - Huila

Servi Lab Ingeniería
Laboratorio
Suelos - Pavimentos - Concretos - Materiales

ANALISIS GRANULOMETRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS

NORMA DE ENSAYO INV E - 213 / 214

PROCESO PRUEBA DE LABORATORIO

VERSION: 1.0
VIGENCIA: 10/01/2016

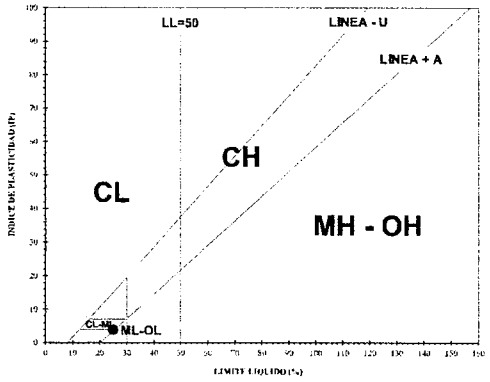
CLIENTE	EDGARDO EDMUNDO BASSI BURGOS	ORDEN DE SERVICIO	SL- 111-18
PROYECTO	CONSULTORÍA PARA LA ELABORACIÓN DE LOS ESTUDIOS TECNICOS DETALLADOS PARA EL PROYECTO DE RESTAURACION, OBRAS DE MANTENIMIENTO Y ADECUACION DE LA IGLESIA DE SAN LUIS BELTRAN, MUNICIPIO DE NEIVA	FECHA MUESTREO	DICIEMBRE 13-2018
LOCALIZACION	SAN LUIS DEL BELTRAN-NEIVA(HUILA)	FECHA ENSAYO	DICIEMBRE 17-2018
DESCRIPCION	LIMO INORGANICO DE BAJA PLASTICIDAD	ESPECIFICACION	NO APLICA
COLOR	AMARILLO VETAS NEGRAS -CAFES		
PR	MARGEN SONDEO No. 1 MUESTRA No. 2	PROFUNDIDAD	1,20-2,40 metros

PESO SECO ANTES DE LAVAR (Gr)	189,7	D10	
PESO SECO DESPUÉS DE LAVAR (Gr)	30,7	D30	
PASA 200 POR LAVADO (Gr)	159,0	D60	
% GRAVAS RETENIDO No. 4	0,4	Cu	
% ARENAS PASA 4 - RET 200	15,7	Cc	
% PASA TAMIZ No. 200	83,9		

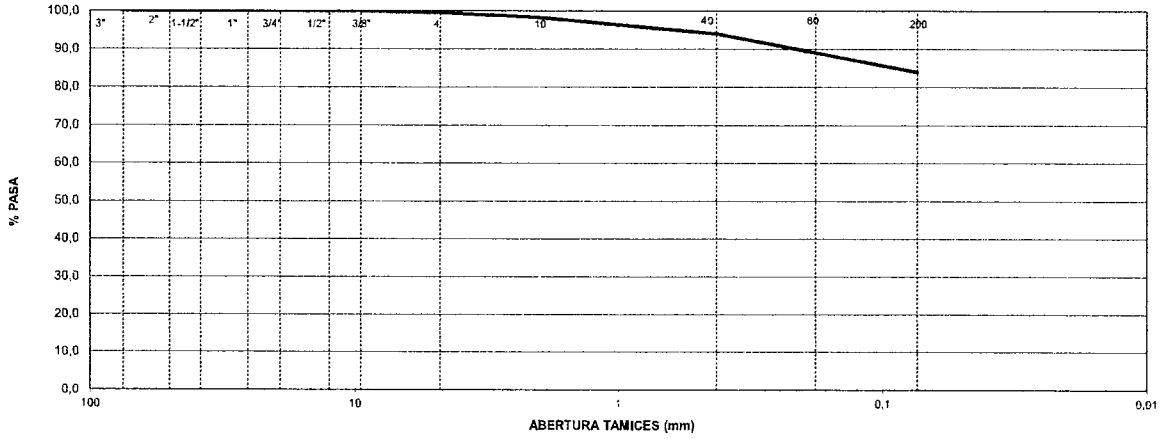
HUMEDAD NATURAL (%)	22,9
LÍMITE LÍQUIDO (%)	24,9
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	3,9
CLASIFICACIÓN U.S.C.	ML

TAMIZ Normal	TAMIZ Alterno	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMUL	% PASA
3"	76,2	0,0	0,0	0,0	100,0
2"	50,8	0,0	0,0	0,0	100,0
1 1/2"	38,1	0,0	0,0	0,0	100,0
1"	25,4	0,0	0,0	0,0	100,0
3/4"	19,1	0,0	0,0	0,0	100,0
1/2"	12,7	0,0	0,0	0,0	100,0
3/8"	9,5	0,0	0,0	0,0	100,0
4	4,75	0,7	0,4	0,4	99,6
10	2,00	2,3	1,2	1,6	98,4
40	0,425	8,3	4,4	6,0	94,0
200	0,074	19,2	10,1	16,1	83,9
PASA No. 200		159,2	83,9	100,0	

CARTA DE PLASTICIDAD



CURVA GRANULOMETRICA



CRITERIOS CLASIFICACION U.S.C.
SI % PASA No. 200 <5% EL SUELO SE CLASIFICA COMO: GP, GW, SP ó SW (Calcular coeficientes)
SI % PASA No. 200 >5% y <12% - EL SUELO TIENE DOBLE SIMBOLO Y SE CLASIFICA COMO: GP-GM, GP-GC, GW-GM, GW-GC, SP-SM, SP-SC, SW-SM ó SW-SC (Calcular coeficientes, Indice de Plasticidad y L.L.)
SI %PASA No. 200 ≥12% EL SUELO SE CLASIFICA COMO GC, GM, SC, ó SM (Calcular Indice de Plasticidad y L.L.)
SI % PASA No. 200 >50% EL SUELO ES FINO (Calcular Indice de Plasticidad y L.L.)

Los resultados de los ensayos de laboratorio que se presentan en este informe, solo son aplicables a las muestras ensayadas.

REVISA

Las muestras son tomadas por
Cliente
Servi. Lab Ingeniería X

GEOT. JOSE HERNEY SOLARTE SOLARTE
MAT. 1951600199CAU

Laboratorio Calle 31 No. 7 - 59 Tel. (8) 8723339 - Cel. 3123705819 - 3204297522
email:johesos@hotmail.com Neiva - Huila

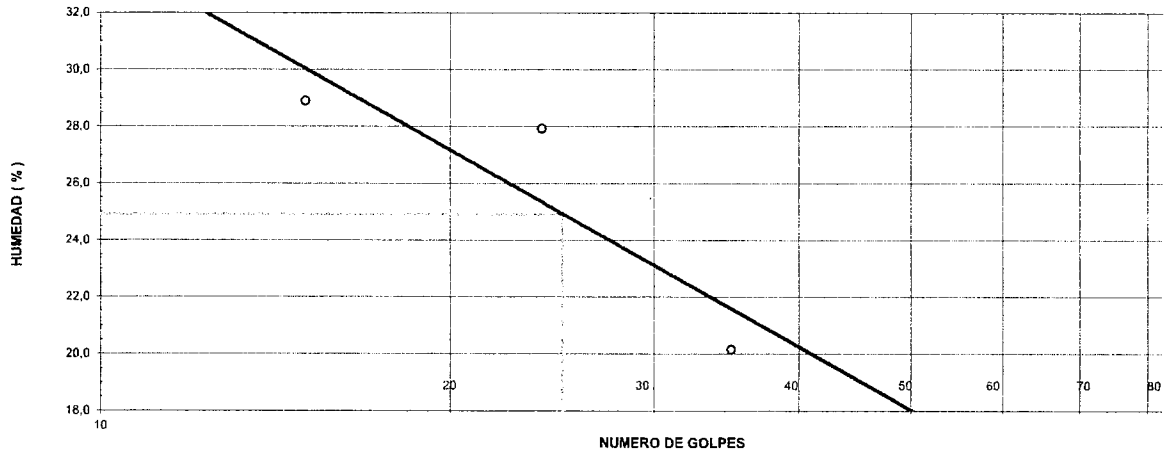
Perdomo Ingeniería Laboratorio Suelos - Pavimentos - Concretos - Materiales	DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS NORMA DE ENSAYO INV E - 125 / 126	PROCESO PRUEBA DE LABORATORIO VERSION: 1.0 VIGENCIA: 10/01/2016

CLIENTE	EDGARDO EDMUNDO BASSI BURGOS			ORDEN DE SERVICIO	SL- 111-18
PROYECTO:	CONSULTORÍA PARA LA ELABORACIÓN DE LOS ESTUDIOS TECNICOS DETALLADOS PARA EL PROYECTO DE RESTAURACION, OBRAS DE MANTENIMIENTO Y ADECUACION DE LA IGLESIA DE SAN LUIS BELTRAN, MUNICIPIO DE NEIVA			FECHA MUESTREO	DICIEMBRE 13-2018
LOCALIZACION	SAN LUIS DEL BELTRAN-NEIVA(HUILA)			FECHA ENSAYO	DICIEMBRE 17-2018
DESCRIPCION	LIMO INORGANICO DE BAJA PLASTICIDAD			ESPECIFICACION	NO APLICA
COLOR	AMARILLO VETAS NEGRAS -CAFES				
PR	MARGEN	SONDEO No. 1	MUESTRA No. 2	PROFUNDIDAD	1,20-2,40 metros

RESULTADOS DE LABORATORIO

	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		HUMEDAD NATURAL
Determinación No.	1	2	3	1	2	1
No. de Golpes	15	24	35	*	*	*
Recipiente No.	88	725	57	115	37	44
Peso recipiente+suelo húmedo (gr)	10,40	10,59	10,86	10,65	10,73	293,8
Peso recipiente+suelo seco (gr)	8,99	9,18	9,85	9,58	9,69	250,3
Peso recipiente (gr)	4,11	4,13	4,84	4,58	4,63	60,6
Peso del agua (gr)	1,41	1,41	1,01	1,07	1,04	43,5
Peso del suelo seco (gr)	4,88	5,05	5,01	5,00	5,06	189,7
Humedad (%)	**28,9**	**27,9**	**20,2**	**21,4**	**20,6**	**22,9**

CURVA DE FLUJO



Resultados:

Límite Líquido :	24,9
Límite Plástico :	21,0
Indice de Plasticidad:	3,9
Humedad Natural:	22,9

CLASIFICACION	
U.S.C.	
Símbolo :	ML
Nombre :	LIMO INORGANICO DE BAJA PLASTICIDAD

Los resultados de los ensayos de laboratorio que se presentan en este informe, solo son aplicables a las muestras ensayadas.

REVISA

GEOT. JOSE HERNEY SOLARTE SOLARTE
MAT. 1951600199CAU

Las muestras son tomadas por	
Cliente	
Servi. Lab	X

Laboratorio Calle 31 No. 7 - 59 Tel. (8) 8723339 - Cel. 3123705819 - 3204297522
email:johesos@hotmail.com Neiva - Huila

Servi-Lab Ingeniería
LABORATORIO
Suelos - Pavimentos - Concretos - Materiales

ANALISIS GRANULOMETRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS

NORMA DE ENSAYO INV E - 213 / 214

PROCESO PRUEBA DE LABORATORIO
VERSION: 1.0
VIGENCIA: 10/01/2016

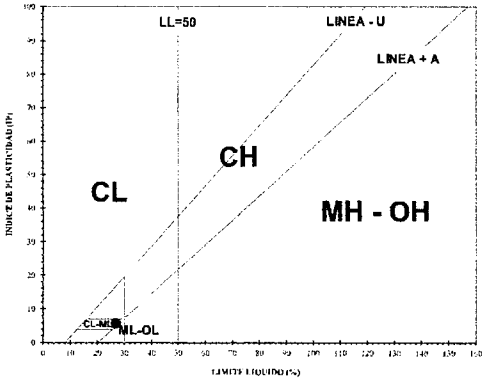
CLIENTE	EDGARDO EDMUNDO BASSI BURGOS	ORDEN DE SERVICIO	SL- 111-18
PROYECTO	CONSULTORÍA PARA LA ELABORACIÓN DE LOS ESTUDIOS TECNICOS DETALLADOS PARA EL PROYECTO DE RESTAURACION, OBRAS DE MANTENIMIENTO Y ADECUACION DE LA IGLESIA DE SAN LUIS BELTRAN, MUNICIPIO DE NEIVA	FECHA MUESTREO	DICIEMBRE 13-2018
LOCALIZACION	SAN LUIS DEL BELTRAN-NEIVA(HUILA)	FECHA ENSAYO	DICIEMBRE 17-2018
DESCRIPCION	ARENA ARCILLOSA	ESPECIFICACION	NO APLICA
COLOR	AMARILLO OSCURO VETAS HABANAS-AZULES		
PR	MARGEN	SONDEO No. 1	MUESTRA No. 3	PROFUNDIDAD	2,40-4,00 metros

PESO SECO ANTES DE LAVAR (Gr)	197,3	D10	
PESO SECO DESPUÉS DE LAVAR (Gr)	105,3	D30	
PASA 200 POR LAVADO (Gr)	92,0	D60	
% GRAVAS RETENIDO No. 4	24,0	Cu	
% ARENAS PASA 4 - RET 200	29,2	Cc	
% PASA TAMIZ No. 200	46,8		

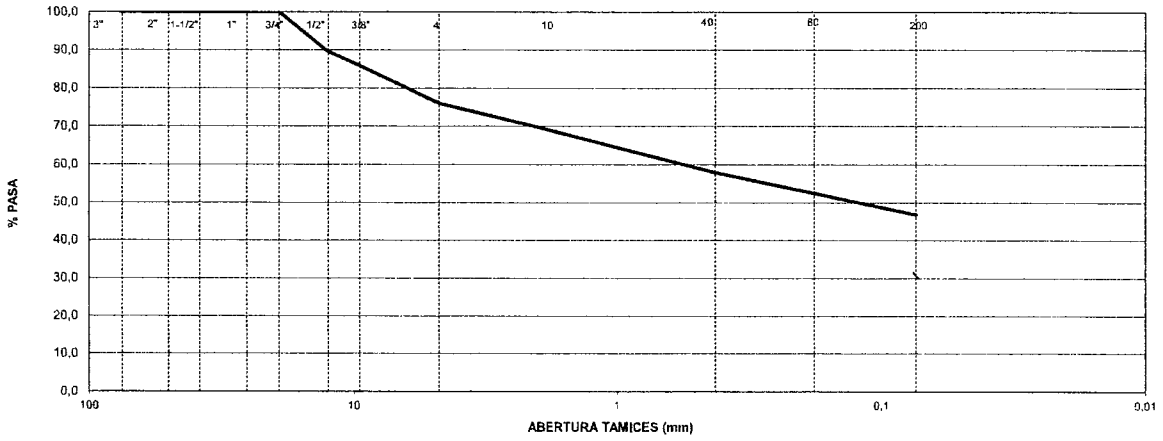
HUMEDAD NATURAL (%)	13,6
LÍMITE LÍQUIDO (%)	26,8
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	5,6
CLASIFICACIÓN U.S.C.	**SC**

TAMIZ Normal	TAMIZ Alterno	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMUL	% PASA
3"	76,2	0,0	0,0	0,0	100,0
2"	50,8	0,0	0,0	0,0	100,0
1 1/2"	38,1	0,0	0,0	0,0	100,0
1"	25,4	0,0	0,0	0,0	100,0
3/4"	19,1	0,0	0,0	0,0	100,0
1/2"	12,7	20,2	10,2	10,2	89,8
3/8"	9,5	7,5	3,8	14,0	86,0
4	4,75	19,6	9,9	24,0	76,0
10	2,00	12,2	6,2	30,2	69,8
40	0,425	23,4	11,9	42,0	58,0
200	0,074	22,1	11,2	53,2	46,8
PASA No. 200		92,3	46,8	100,0	

CARTA DE PLASTICIDAD



CURVA GRANULOMETRICA



CRITERIOS CLASIFICACION U.S.C.
SI % PASA No. 200 <5% EL SUELO SE CLASIFICA COMO: GP, GW, SP ó SW (Calcular coeficientes)
SI % PASA No. 200 >5% y <12% - EL SUELO TIENE DOBLE SIMBOLO Y SE CLASIFICA COMO: GP-GM, GP-GC, GW-GM, GW-GC, SP-SM, SP-SC, SW-SM ó SW-SC (Calcular coeficientes, Indice de Plasticidad y L.L.)
SI %PASA No. 200 ≥12% EL SUELO SE CLASIFICA COMO GC, GM, SC, ó SM (Calcular Indice de Plasticidad y L.L.)
SI % PASA No. 200 >50% EL SUELO ES FINO (Calcular Indice de Plasticidad y L.L.)

Los resultados de los ensayos de laboratorio que se presentan en este informe, solo son aplicables a las muestras ensayadas.

REVISA

Las muestras son tomadas por
Cliente
Servi. Lab Ingeniería X

GEOT. JOSE HERNEY SOLARTE SOLARTE
MAT. 1951500199CAU

Laboratorio Calle 31 No. 7 - 59 Tel. (8) 8723339 - Cel. 3123705819 - 3204297522
email:johesos@hotmail.com Neiva - Huila

Laboratorio
Suelos - Pavimentos - Concretos - Materiales

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS

NORMA DE ENSAYO INV E - 125 / 126

PROCESO PRUEBA DE LABORATORIO
VERSION: 1.0
VIGENCIA: 10/01/2016

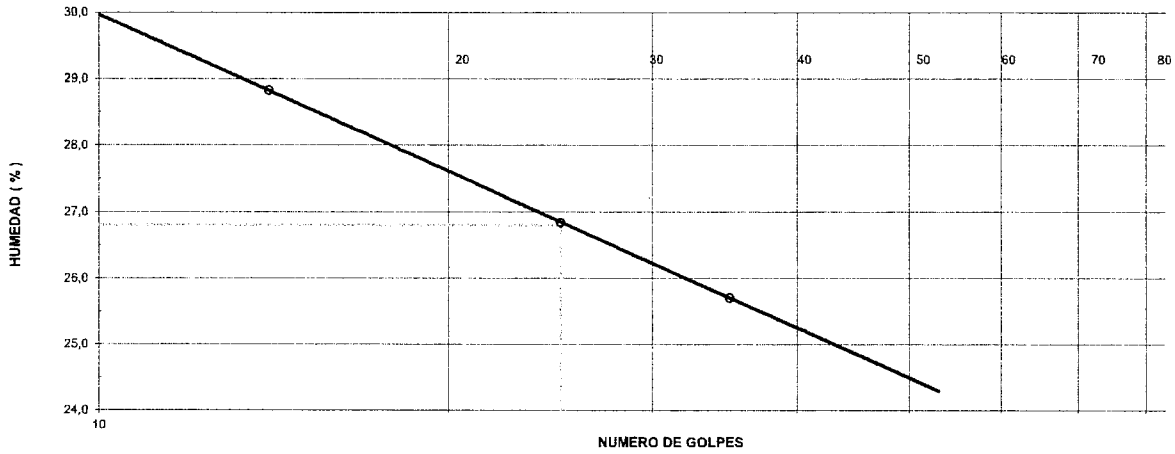
CLIENTE	**EDGARDO EDMUNDO BASSI BURGOS**	**ORDEN DE SERVICIO**	**SL- 111-18**
PROYECTO:	CONSULTORÍA PARA LA ELABORACIÓN DE LOS ESTUDIOS TECNICOS DETALLADOS PARA EL PROYECTO DE RESTAURACION, OBRAS DE MANTENIMIENTO Y ADECUACION DE LA IGLESIA DE SAN LUIS BELTRAN, MUNICIPIO DE NEIVA	**FECHA MUESTREO**	DICIEMBRE 13-2018
LOCALIZACION	SAN LUIS DEL BELTRAN-NEIVA(HUILA)	**FECHA ENSAYO**	DICIEMBRE 17-2018
DESCRIPCION	ARENA ARCILLOSA	**ESPECIFICACION**	NO APLICA
COLOR	AMARILLO OSCURO VETAS HABANAS-AZULES		

PR **MARGEN** **SONDEO No.** 1 **MUESTRA No.** 3 **PROFUNDIDAD** 2,40-4,00 metros

RESULTADOS DE LABORATORIO

	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		HUMEDAD NATURAL
Determinación No.	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**	**1**
No. de Golpes	**14**	**25**	**35**	*	*	*
Recipiente No.	22	84	90	58	100	43
Peso recipiente+suelo húmedo (gr)	10,38	10,57	10,75	10,72	10,74	291,4
Peso recipiente+suelo seco (gr)	9,08	9,26	9,48	9,61	9,65	264,5
Peso recipiente (gr)	4,57	4,38	4,54	4,21	4,64	67,2
Peso del agua (gr)	1,30	1,31	1,27	1,11	1,09	26,9
Peso del suelo seco (gr)	4,51	4,88	4,94	5,40	5,01	197,3
Humedad (%)	**28,8**	**26,8**	**25,7**	**20,6**	**21,8**	**13,6**

CURVA DE FLUJO



Resultados:

Límite Líquido :	**26,8**
Límite Plástico :	**21,2**
Índice de Plasticidad:	**5,6**
Humedad Natural:	**13,6**

CLASIFICACION	
U.S.C.	
Símbolo :	**SC**
Nombre :	**ARENA ARCILLOSA**

Los resultados de los ensayos de laboratorio que se presentan en este informe, solo son aplicables a las muestras ensayadas.

Las muestras son tomadas por
Cliente
Servi. Lab X

REVISA

GEOT. JOSE HERNEY SOLARTE SOLARTE
MAT. 1951600199CAU

Laboratorio Calle 31 No. 7 - 59 Tel. (8) 8723339 - Cel. 3123705819 - 3204297522
email:johesos@hotmail.com Neiva - Huila

Johnson Ingeniería S.A.S.
Suelos - Pavimentos - Concretos - Materiales

ANALISIS GRANULOMETRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS

NORMA DE ENSAYO INV E - 213 / 214

PROCESO PRUEBA DE LABORATORIO

VERSION: 1.0
VIGENCIA: 10/01/2016

CLIENTE	EDGARDO EDMUNDO BASSI BURGOS	ORDEN DE SERVICIO	SL- 111-18
PROYECTO	CONSULTORÍA PARA LA ELABORACIÓN DE LOS ESTUDIOS TECNICOS DETALLADOS PARA EL PROYECTO DE RESTAURACION, OBRAS DE MANTENIMIENTO Y ADECUACION DE LA IGLESIA DE SAN LUIS BELTRAN, MUNICIPIO DE NEIVA	FECHA MUESTREO	DICIEMBRE 13-2018
LOCALIZACION	SAN LUIS DEL BELTRAN-NEIVA(HUILA)	FECHA ENSAYO	DICIEMBRE 17-2018
DESCRIPCION	ARENA ARCILLOSA	ESPECIFICACION	NO APLICA
COLOR	CAFÉ AZULOSO		
PR	MARGEN	SONDEO No. 1	MUESTRA No. 4
		PROFUNDIDAD	4,00-6,00 metros

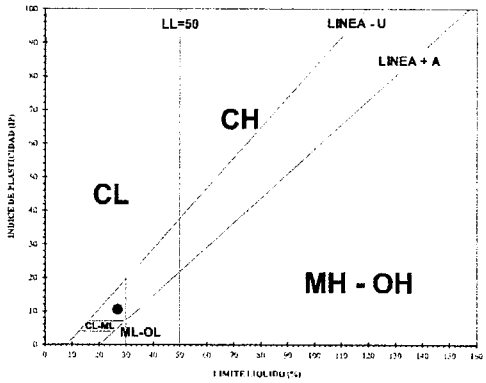
PESO SECO ANTES DE LAVAR (Gr)	197,5
PESO SECO DESPUÉS DE LAVAR (Gr)	135,6
PASA 200 POR LAVADO (Gr)	61,9
% GRAVAS RETENIDO No. 4	32,4
% ARENAS PASA 4 - RET 200	36,2
% PASA TAMIZ No. 200	31,5

D10	
D30	
D60	
Cu	
Cc	

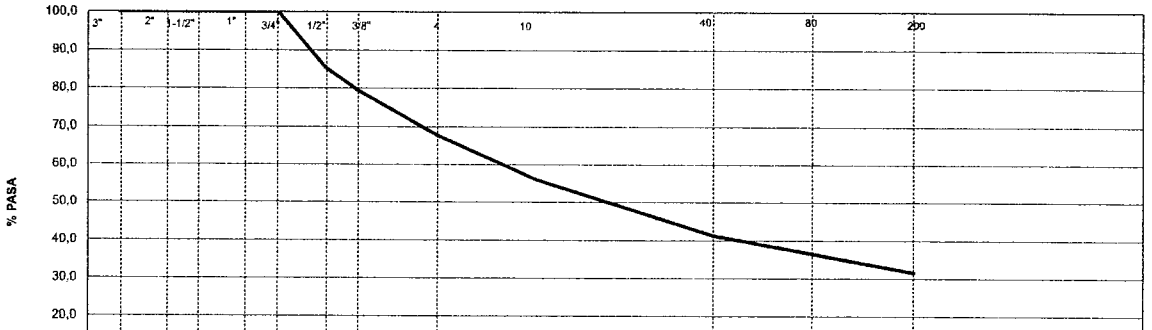
HUMEDAD NATURAL (%)	9,7
LÍMITE LÍQUIDO (%)	26,9
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	10,6
CLASIFICACIÓN U.S.C.	**SC**

TAMIZ Normal	TAMIZ Alterno	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMUL	% PASA
3"	76,2	0,0	0,0	0,0	100,0
2"	50,8	0,0	0,0	0,0	100,0
1 1/2"	38,1	0,0	0,0	0,0	100,0
1"	25,4	0,0	0,0	0,0	100,0
3/4"	19,1	0,0	0,0	0,0	100,0
1/2"	12,7	28,9	14,6	14,6	85,4
3/8"	9,5	11,9	6,0	20,7	79,3
4	4,75	23,1	11,7	32,4	67,6
10	2,00	22,8	11,5	43,9	56,1
40	0,425	29,4	14,9	58,8	41,2
200	0,074	19,2	9,7	68,5	31,5
PASA No. 200		62,2	31,5	100,0	

CARTA DE PLASTICIDAD



CURVA GRANULOMETRICA



CRITERIOS CLASIFICACION U.S.C.
SI % PASA No. 200 <5% EL SUELO SE CLASIFICA COMO: GP, GW, SP ó SW (Calcular coeficientes)
SI % PASA No. 200 >5% y <12% - EL SUELO TIENE DOBLE SIMBOLO Y SE CLASIFICA COMO: GP-GM, GP-GC, GW-GM, GW-GC, SP-SM, SP-SC, SW-SM ó SW-SC (Calcular coeficientes, Indice de Plasticidad y L.L.)
SI %PASA No. 200 ≥12% EL SUELO SE CLASIFICA COMO GC, GM, SC, ó SM (Calcular Indice de Plasticidad y L.L.)
SI % PASA No. 200 >50% EL SUELO ES FINO (Calcular Indice de Plasticidad y L.L.)

Los resultados de los ensayos de laboratorio que se presentan en este informe, solo son aplicables a las muestras ensayadas.

Las muestras son tomadas por
Cliente
Servi. Lab Ingeniería X

REVISA

GEOT. JOSE HERNEY SOLARTE SOLARTE
MAT. 1951600199CAU

Laboratorio Calle 31 No. 7 - 59 Tel. (8) 8723339 - Cel. 3123705819 - 3204297522Laboratorio Calle 1 G No. 10A - 16 Tel. (8) 8737296 - Cel. 3123705819 - 3204297522
email:johesos@hotmail.com Neiva - Huila

2014

Servi-Lab Ingeniería
Laboratorio
Suelos - Pavimentos - Concretos - Materiales

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS

NORMA DE ENSAYO INV E - 125 / 126

PROCESO PRUEBA DE LABORATORIO

VERSION: 1.0

VIGENCIA: 10/01/2016

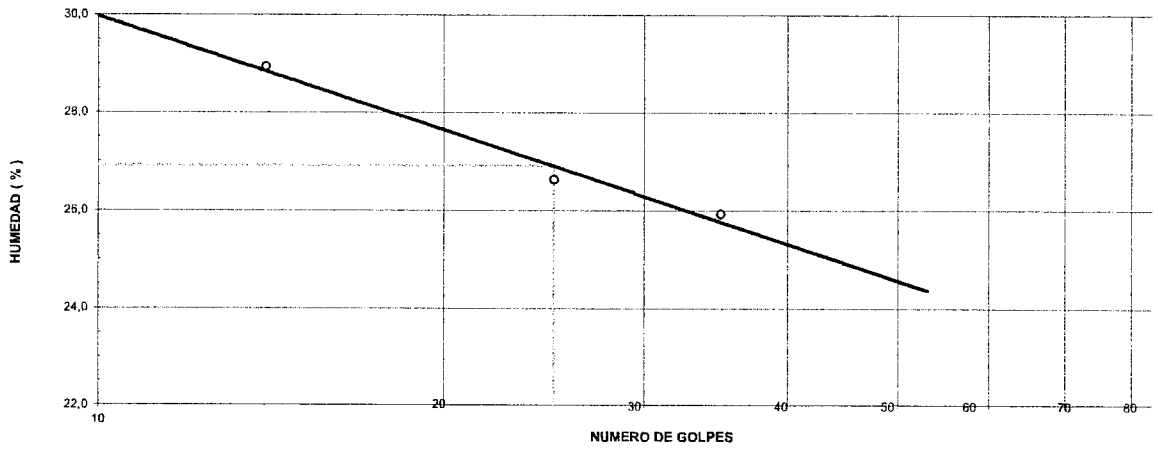
CLIENTE	**EDGARDO EDMUNDO BASSI BURGOS**	**ORDEN DE SERVICIO**	**SL- 111-18**
PROYECTO:	CONSULTORÍA PARA LA ELABORACIÓN DE LOS ESTUDIOS TECNICOS DETALLADOS PARA EL PROYECTO DE RESTAURACION, OBRAS DE MANTENIMIENTO Y ADECUACION DE LA IGLESIA DE SAN LUIS BELTRAN, MUNICIPIO DE NEIVA	**FECHA MUESTREO**	DICIEMBRE 13-2018
LOCALIZACION	SAN LUIS DEL BELTRAN-NEIVA(HUILA)	**FECHA ENSAYO**	DICIEMBRE 17-2018
DESCRIPCION	ARENA ARCILLOSA	**ESPECIFICACION**	NO APLICA
COLOR	CAFÉ AZULOSO		

PR **MARGEN** **SONDEO No.** 1 **MUESTRA No.** 4 **PROFUNDIDAD** 4,00-6,00 metros

RESULTADOS DE LABORATORIO

	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		HUMEDAD NATURAL
Determinación No.	1	2	3	1	2	1
No. de Golpes	14	25	35	*	*	*
Recipiente No.	20	108	48	2	4	18
Peso recipiente+suelo húmedo (gr)	10,21	10,58	10,67	10,23	10,71	297,2
Peso recipiente+suelo seco (gr)	8,87	9,35	9,42	9,58	9,72	278,0
Peso recipiente (gr)	4,24	4,73	4,60	4,58	4,67	80,5
Peso del agua (gr)	1,34	1,23	1,25	0,65	0,99	19,2
Peso del suelo seco (gr)	4,63	4,62	4,82	5,00	5,05	197,5
Humedad (%)	**28,9**	**26,6**	**25,9**	**13,0**	**19,7**	**9,7**

CURVA DE FLUJO



Resultados:

Límite Líquido :	26,9
Límite Plástico :	16,3
Indice de Plasticidad:	10,6
Humedad Natural:	9,7

CLASIFICACION	
U.S.C.	
Símbolo :	SC
Nombre :	ARENA ARCILLOSA

Los resultados de los ensayos de laboratorio que se presentan en este informe, solo son aplicables a las muestras ensayadas.

Las muestras son tomadas por

Cliente	
Servi. Lab	X

REVISA

GEOT. JOSE HERNEY SOLARTE SOLARTE
MAT. 1951600199CAU

Laboratorio Calle 31 No. 7 - 59 Tel. (8) 8723339 - Cel. 3123705819 - 3204297522
email:johesos@hotmail.com Neiva - Huila

Prof Lab Ingeniería
Laboratorio
Suelos - Pavimentos - Concretos - Materiales

ANALISIS GRANULOMETRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS

NORMA DE ENSAYO INV E - 213 / 214

PROCESO PRUEBA DE LABORATORIO

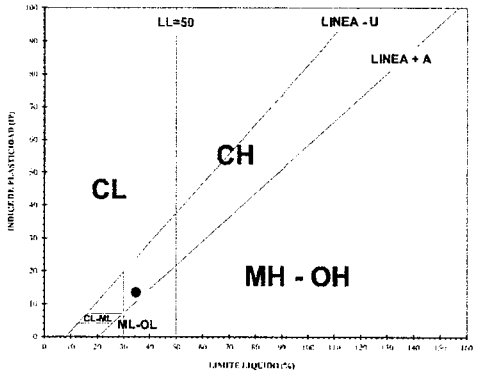
VERSION: 1.0
VIGENCIA: 10/01/2016

CLIENTE	EDGARDO EDMUNDO BASSI BURGOS	ORDEN DE SERVICIO	SL- 111-18
PROYECTO	CONSULTORÍA PARA LA ELABORACIÓN DE LOS ESTUDIOS TECNICOS DETALLADOS PARA EL PROYECTO DE RESTAURACION, OBRAS DE MANTENIMIENTO Y ADECUACION DE LA IGLESIA DE SAN LUIS BELTRAN, MUNICIPIO DE NEIVA	FECHA MUESTREO	DICIEMBRE 13-2018
LOCALIZACION	SAN LUIS DEL BELTRAN-NEIVA(HUILA)	FECHA ENSAYO	DICIEMBRE 17-2018
DESCRIPCION	ARCILLA INORGANICA DE BAJA A MEDIA PLASTICIDAD	ESPECIFICACION	NO APLICA
COLOR	AMARILLO VETAS ROJAS -CAFÉ		
PR	MARGEN	SONDEO No. 2	MUESTRA No. 1	PROFUNDIDAD	0,25-1,60 metros

PESO SECO ANTES DE LAVAR (Gr)	190,2	D10	
PESO SECO DESPUÉS DE LAVAR (Gr)	23,8	D30	
PASA 200 POR LAVADO (Gr)	166,4	D60	
% GRAVAS RETENIDO No. 4	1,9	Cu	
% ARENAS PASA 4 - RET 200	10,6	Cc	
% PASA TAMIZ No. 200	87,5		

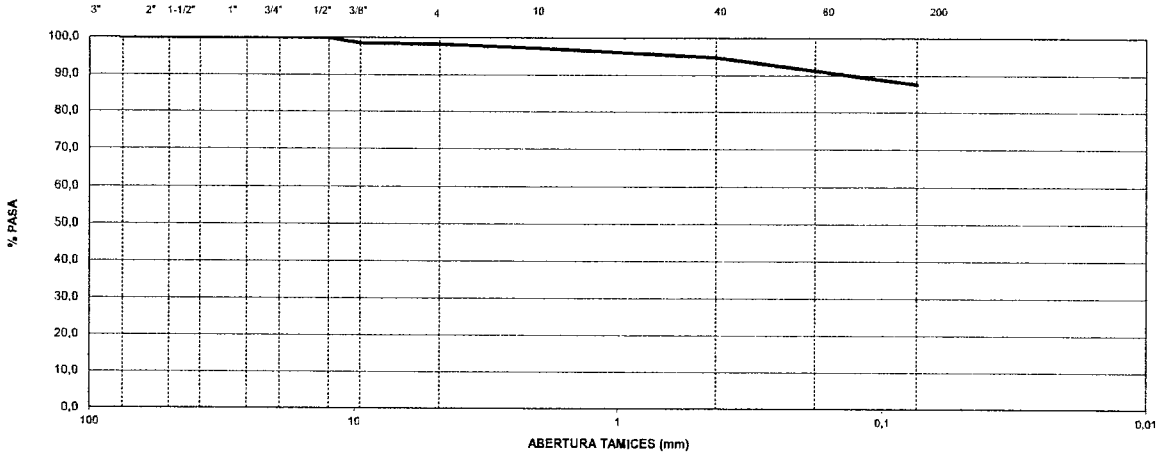
HUMEDAD NATURAL (%)	22,1
LÍMITE LÍQUIDO (%)	34,6
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	13,5
CLASIFICACIÓN U.S.C.	CL

CARTA DE PLASTICIDAD



TAMIZ Normal	TAMIZ Alterno	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMUL	% PASA
3"	76,2	0,0	0,0	0,0	100,0
2"	50,8	0,0	0,0	0,0	100,0
1 1/2"	38,1	0,0	0,0	0,0	100,0
1"	25,4	0,0	0,0	0,0	100,0
3/4"	19,1	0,0	0,0	0,0	100,0
1/2"	12,7	0,0	0,0	0,0	100,0
3/8"	9,5	2,8	1,5	1,5	98,5
4	4,75	0,8	0,4	1,9	98,1
10	2,00	1,8	0,9	2,8	97,2
40	0,425	4,6	2,4	5,3	94,7
200	0,074	13,7	7,2	12,5	87,5
PASA No. 200		166,5	87,5	100,0	

CURVA GRANULOMETRICA



CRITERIOS CLASIFICACION U.S.C.
SI % PASA No. 200 <5% EL SUELO SE CLASIFICA COMO: GP, GW, SP ó SW (Calcular coeficientes)
SI % PASA No. 200 >5% y <12% - EL SUELO TIENE DOBLE SIMBOLO Y SE CLASIFICA COMO: GP-GM, GP-GC, GW-GM, GW-GC, SP-SM, SP-SC, SW-SM ó SW-SC (Calcular coeficientes, Indice de Plasticidad y L.L.)
SI %PASA No. 200 ≥12% EL SUELO SE CLASIFICA COMO GC, GM, SC, ó SM (Calcular Indice de Plasticidad y L.L.)
SI % PASA No. 200 >50% EL SUELO ES FINO (Calcular Indice de Plasticidad y L.L.)

Los resultados de los ensayos de laboratorio que se presentan en este informe, solo son aplicables a las muestras ensayadas.

REVISA

Las muestras son tomadas por
Cliente
Servi. Lab Ingenieria X

GEOT. JOSE HERNEY SOLARTE SOLARTE
MAT. 1951600199CAU

Laboratorio Calle 31 No. 7 - 59 Tel. (8) 8723339 - Cel. 3123705819 - 3204297522
email:johesos@hotmail.com Neiva - Huila

Consultoría Ingeniería
Laboratorio
Suelos - Pavimentos - Concretos - Materiales

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS

NORMA DE ENSAYO INV E - 125 / 126

PROCESO PRUEBA DE LABORATORIO

VERSION: 1.0

VIGENCIA: 10/01/2016

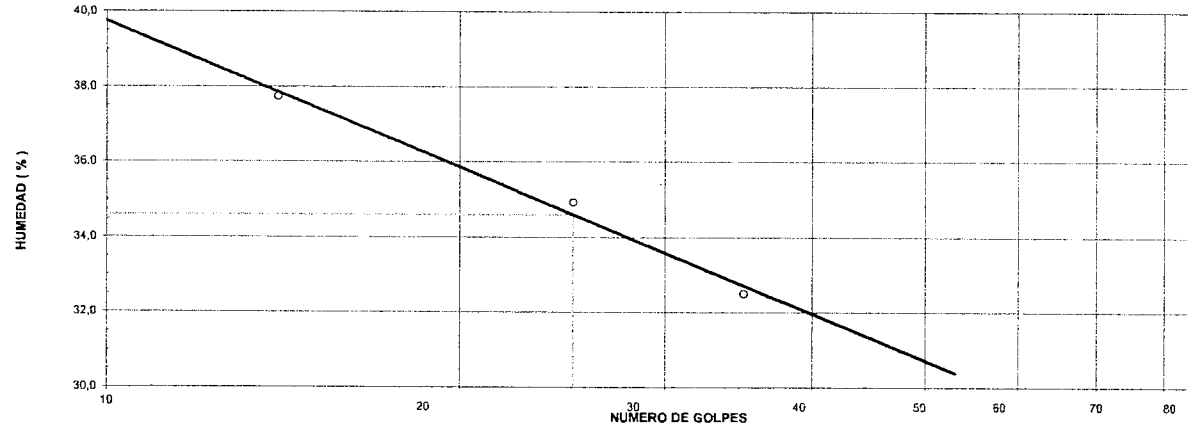
CLIENTE	**EDGARDO EDMUNDO BASSI BURGOS**	**ORDEN DE SERVICIO**	**SL- 111-18**
PROYECTO:	CONSULTORÍA PARA LA ELABORACIÓN DE LOS ESTUDIOS TECNICOS DETALLADOS PARA EL PROYECTO DE RESTAURACION, OBRAS DE MANTENIMIENTO Y ADECUACION DE LA IGLESIA DE SAN LUIS BELTRAN, MUNICIPIO DE NEIVA	**FECHA MUESTREO**	DICIEMBRE 13-2018
LOCALIZACION	SAN LUIS DEL BELTRAN-NEIVA(HUILA)	**FECHA ENSAYO**	DICIEMBRE 17-2018
DESCRIPCION	ARCILLA INORGANICA DE BAJA A MEDIA PLASTICIDAD	**ESPECIFICACION**	NO APLICA
COLOR	AMARILLO VETAS ROJAS -CAFÉ		

PR **MARGEN** **SONDEO No.** 2 **MUESTRA No.** 1 **PROFUNDIDAD** 0,25-1,60 metros

RESULTADOS DE LABORATORIO

	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		HUMEDAD NATURAL
Determinación No.	1	2	3	1	2	1
No. de Golpes	14	25	35	*	*	*
Recipiente No.	110	181	218	208	116	69
Peso recipiente+suelo húmedo (gr)	10,30	10,48	10,80	10,60	10,95	295,2
Peso recipiente+suelo seco (gr)	8,73	8,95	9,22	9,54	9,86	253,2
Peso recipiente (gr)	4,57	4,57	4,36	4,54	4,65	63,0
Peso del agua (gr)	1,57	1,53	1,58	1,06	1,09	42,0
Peso del suelo seco (gr)	4,16	4,38	4,86	5,00	5,21	190,2
Humedad (%)	**37,7**	**34,9**	**32,5**	**21,2**	**20,9**	**22,1**

CURVA DE FLUJO



Resultados:

Limite Líquido :	**34,6**
Límite Plástico :	**21,1**
Indice de Plasticidad:	**13,5**
Humedad Natural:	**22,1**

CLASIFICACION	
U.S.C.	
Símbolo :	**CL**
Nombre :	**ARCILLA INORGANICA DE BAJA A MEDIA PLASTICIDAD**

Los resultados de los ensayos de laboratorio que se presentan en este informe, solo son aplicables a las muestras ensayadas.

Las muestras son tomadas por

Cliente	
Servi. Lab	X

REVISA

GEOT. JOSE HERNEY SOLARTE SOLARTE
MAT. 1951600199CAU

Laboratorio Calle 31 No. 7 - 59 Tel. (8) 8723339 - Cel. 3123705819 - 3204297522
email:johesos@hotmail.com Neiva - Huila

Laboratorio
Suelos - Pavimentos - Concretos - Materiales

ANALISIS GRANULOMETRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS

NORMA DE ENSAYO INV E - 213 / 214

PROCESO PRUEBA DE LABORATORIO

VERSION: 1.0

VIGENCIA: 10/01/2016

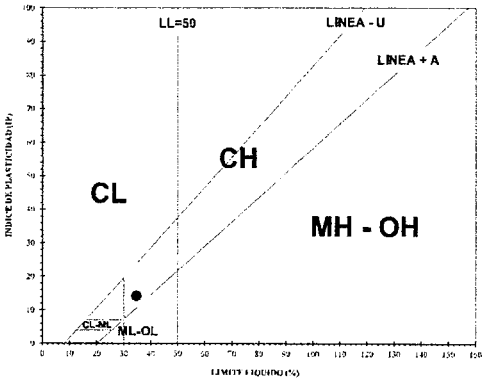
CLIENTE	EDGARDO EDMUNDO BASSI BURGOS	ORDEN DE SERVICIO	SL- 111-18
PROYECTO	CONSULTORÍA PARA LA ELABORACIÓN DE LOS ESTUDIOS TECNICOS DETALLADOS PARA EL PROYECTO DE RESTAURACION, OBRAS DE MANTENIMIENTO Y ADECUACION DE LA IGLESIA DE SAN LUIS BELTRAN, MUNICIPIO DE NEIVA	FECHA MUESTREO	DICIEMBRE 13-2018
LOCALIZACION	SAN LUIS DEL BELTRAN-NEIVA(HUILA)	FECHA ENSAYO	DICIEMBRE 17-2018
DESCRIPCION	ARCILLA INORGANICA DE BAJA A MEDIA PLASTICIDAD	ESPECIFICACION	NO APLICA
COLOR	CAFÉ CLARO VETAS ROJAS-CAFÉ		
PR	MARGEN SONDEO No. 2 MUESTRA No. 2	PROFUNDIDAD	1,60-2,90 metros

PESO SECO ANTES DE LAVAR (Gr)	206,3	D10	
PESO SECO DESPUÉS DE LAVAR (Gr)	69,4	D30	
PASA 200 POR LAVADO (Gr)	136,9	D60	
% GRAVAS RETENIDO No. 4	5,5	Cu	
% ARENAS PASA 4 - RET 200	28,0	Cc	
% PASA TAMIZ No. 200	66,5		

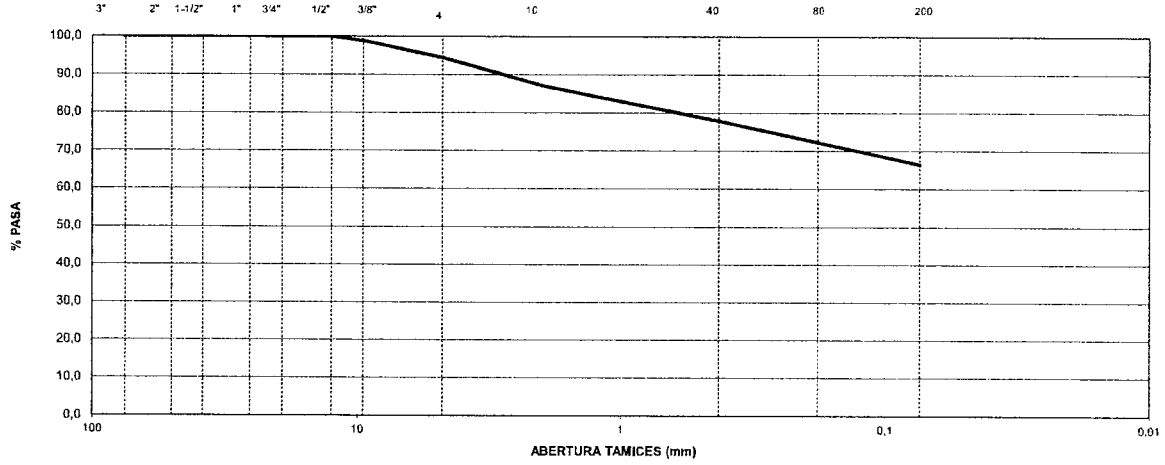
HUMEDAD NATURAL (%)	19,0
LÍMITE LÍQUIDO (%)	34,6
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	14,3
CLASIFICACIÓN U.S.C.	CL

TAMIZ Normal	TAMIZ Alterno	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMUL	% PASA
3"	76,2	0,0	0,0	0,0	100,0
2"	50,8	0,0	0,0	0,0	100,0
1 1/2"	38,1	0,0	0,0	0,0	100,0
1"	25,4	0,0	0,0	0,0	100,0
3/4"	19,1	0,0	0,0	0,0	100,0
1/2"	12,7	0,0	0,0	0,0	100,0
3/8"	9,5	2,4	1,2	1,2	98,8
4	4,75	9,0	4,4	5,5	94,5
10	2,00	15,0	7,3	12,8	87,2
40	0,425	19,1	9,3	22,1	77,9
200	0,074	23,7	11,5	33,5	66,5
PASA No. 200		137,1	66,5	100,0	

CARTA DE PLASTICIDAD



CURVA GRANULOMETRICA



CRITERIOS CLASIFICACION U.S.C.
SI % PASA No. 200 <5% EL SUELO SE CLASIFICA COMO: GP, GW, SP ó SW (Calcular coeficientes)
SI % PASA No. 200 >5% y <12% - EL SUELO TIENE DOBLE SIMBOLO Y SE CLASIFICA COMO: GP-GM, GP-GC, GW-GM, GW-GC, SP-SM, SP-SC, SW-SM ó SW-SC (Calcular coeficientes, Indice de Plasticidad y L.L.)
SI %PASA No. 200 ≥12% EL SUELO SE CLASIFICA COMO GC, GM, SC, ó SM (Calcular Indice de Plasticidad y L.L.)
SI % PASA No. 200 >50% EL SUELO ES FINO (Calcular Indice de Plasticidad y L.L.)

Los resultados de los ensayos de laboratorio que se presentan en este informe, solo son aplicables a las muestras ensayadas.

REVISA

Las muestras son tomadas por
Cliente
Servi. Lab Ingeniería X

GEOT. JOSE HERNEY SOLARTE SOLARTE
MAT. 1951600199CAU