ESTUDIO DE SUELOS

ES 22003

CONSTRUCCIÓN DE TORRE HOSPITALARIA Y DE APOYO EN LA E.S.E SANTIAGO DE TUNJA BOYACÁ

Calle 8ª No.2A 47 - Barrio San Antonio

Tunja (Boyacá)



LÓPEZ HERMANOS LTDA

Avenida Norte No. 48-57 Tel: 740 3972-3108717384

E-MAIL: estudios@lhltda.com . lhltda@lhltda.com

Tunja - Boyacá

2.022©

CONTENIDO

1 GENERALIDADES 6

1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO 6
1.2 LOCALIZACIÓN 10
1.1 GEOLOGÍA DEL SECTOR 12
1.3 CLIMA 16

2 CLASIFICACIÓN DE LA CATEGORÍA LAS UNIDADES DE CONSTRUCCIÓN 17

3 EXPLORACION DEL SUB-SUELO 18

2 ENSAYOS DE LABORATORIO 21

4 CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA 22

4.1 PERFIL ESTRATIGRÁFICO PROMEDIO 22
4.2 PROPIEDADES ÍNDICES 24
4.3 NIVEL DE REFERENCIA 32
4.4 NIVEL FREÁTICO 32
4.5 RESISTENCIA AL CORTE 32
4.6 COMPRESIBILIDAD Y EXPANSIBILIDAD DEL SUELO 38
4.7 TIPO DE PERFIL ESTRATIGRÁFICO 41
4.8 EFECTOS SÍSMICOS LOCALES 44

5 RECOMENDACIONES 45

5.1 TRATAMIENTO PREVIO 45
5.2 TIPO Y NIVEL DE CIMENTACIÓN. 46
5.3 PRESIÓN DE TRABAJO (CAPACIDAD PORTANTE) 48
5.4 ASENTAMIENTOS 49
5.5 MÓDULO DE REACCIÓN DE LA SUBRASANTE 54
5.6 MUROS DE CONTENCIÓN Y PRESIONES LATERALES 55

6 SISTEMA GEOTÉCNICO CONSTRUCTIVO 58

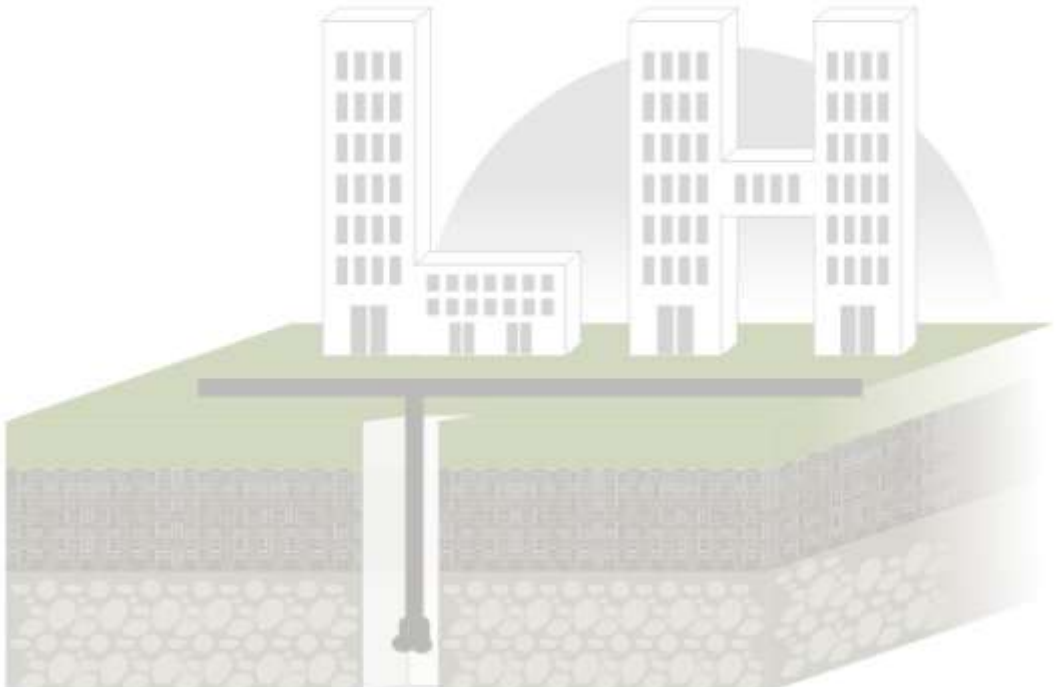
6.1 ESCENARIO ANTES DE LA CONSTRUCCIÓN 58
6.2 ESCENARIO DURANTE LA CONSTRUCCIÓN 59
6.3 EXCAVACIONES 60

6.4 ESTRUCTURAS DE CONTENCIÓN 62
6.4.1 CIMENTACIONES 62
6.5 ESCENARIO DESPUÉS DE LA CONSTRUCCIÓN 66

7 RECOMENDACIONES GENERALES 67

8 ANEXOS 69

8.2 PERFILES ESTRATIGRÁFICOS Y DE RESISTENCIA 70
8.3 RESUMEN DE ENSAYOS DE LABORATORIO 71
8.4 ENSAYO DE CORTE DIRECTO 72
8.5 ENSAYOS DE CONSOLIDACIÓN 73
8.6 ENSAYOS DE COLAPSO Y EXPANSIÓN 74
8.7 MEMORIAS DE CÁLCULO 75
8.8 REGISTRO FOTOGRÁFICO 76
8.9 DOCUMENTOS ESPECIALISTA 83
8.10 MEMORIAL DE RESPONSABILIDAD 86
8.12 ENSAYOS DE LABORATORIO 88



LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Esquema de ampliación ESE Santiago de Tunja. _____ *7*
Ilustración 2. Sección transversal del edificio hospitalario. _____ *8*
Ilustración 3. Sección transversal vista frontal del proyecto. _____ *9*
Ilustración 4. Ubicación general de la zona de estudio. Fuente: Modificada de Google. _____ *11*
Ilustración 5. Geología local de la zona de estudio. Tomado de la plancha 191-Tunja. Escala 1:100.000. Fuente: Servicio Geológico Colombiano. _____ *13*
Ilustración 6. Erosión en cárcavas sobre depósitos coluviales (Ql) en zona adyacente al área de estudio. _____ *14*
Ilustración 7. Ladera estructural de sierra sinclinal presente en la zona de estudio. Fuente: Modificado Google Earth. _____ *15*
Ilustración 8. Localización aproximada de los sitios de perforación en la implantación del proyecto. _____ *20*
Ilustración 9. Perfil estratigráfico promedio. _____ *23*
Ilustración 10. Carta de clasificación de Casagrande. _____ *25*
Ilustración 11. Límite líquido vs profundidad. _____ *26*
Ilustración 12. Índice de plasticidad vs profundidad. _____ *27*
Ilustración 13. Índice de liquidez vs profundidad. _____ *28*
Ilustración 14. Pasa malla 200 vs profundidad. _____ *29*
Ilustración 15. Humedad natural y de equilibrio vs profundidad. _____ *30*
Ilustración 16. Peso unitario total vs profundidad. _____ *31*
Ilustración 17. Compresión inconfinada vs profundidad. _____ *33*
Ilustración 18. Penetrómetro de bolsillo vs profundidad _____ *34*
Ilustración 19. Cohesión no drenada vs profundidad. _____ *35*
Ilustración 20. Penetración normal corregida _____ *36*
Ilustración 21. Veleta de bolsillo vs profundidad. _____ *37*
Ilustración 22 Presiones de expansión medidas en laboratorio _____ *39*
Ilustración 23. Espectro elástico de aceleraciones. (A.2.6.1 de la NSR-10). _____ *43*
Ilustración 24. Espectro elástico de velocidades. (A.2.6.2 de la NSR-10). _____ *43*
Ilustración 25. Espectro elástico de desplazamientos. (A.2.6.2 de la NSR-10). ___ *44*
Ilustración 26 Esquema de cimentación _____ *47*

Ilustración 27 Empujes sobre elementos de contención. Condición de empuje activo sin sobrecarga _____ *56*
Ilustración 28 Empujes sobre elementos de contención. Condición de empuje activo con sobrecarga _____ *57*
Ilustración 29. Vista general del sitio de estudio _____ *58*
Ilustración 30 muestra extraída _____ *60*
Ilustración 31 Detalle dren francés _____ *65*
Ilustración 32. Drenaje muro de contención _____ *65*

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Presiones de expansión libre medida en consolidómetro. _____ *39*
Tabla 2 Expansión controlada _____ *39*
Tabla 3 Magnitud de expansión libre _____ *40*
Tabla 4. Coeficientes de diseño sísmico. _____ *42*
Tabla 5: Valores de aceleración, velocidad y desplazamiento espectral. _____ *42*
Tabla 6. Capacidad de soporte cimientos cuadrados. _____ *48*
Tabla 7. Capacidad de soporte cimientos continuos. _____ *49*
Tabla 8 Asentamientos elásticos cimientos cuadrados _____ *50*
Tabla 9 Asentamientos elásticos cimientos corridos _____ *50*
Tabla 10 Asentamientos por consolidación cimientos cuadrados _____ *52*
Tabla 11 Asentamientos por consolidación cimientos corridos _____ *52*
Tabla 12 Asentamientos totales cimientos cuadrados _____ *53*
Tabla 13 Asentamientos totales cimientos corridos _____ *53*
Tabla 14. Módulo de reacción de la subrasante. _____ *54*
Tabla 15: Empujes sobre elementos de contención. Condición de empuje activo sin sobrecarga _____ *56*
Tabla 16: Empujes sobre elementos de contención. Condición de empuje activo con sobrecarga _____ *57*

1 GENERALIDADES

La E.S.E SANTIAGO DE TUNJA, está adelantando el proyecto la construcción de la torre hospitalaria y de apoyo en las instalaciones de la ESE Santiago de Tunja, el cual tendrá una edificación con altura máxima de 4 pisos; la obra se levantará en un lote de terreno de 1790 m² aproximadamente localizado en la calle 8 No. 2ª - 47, costado sur del barrio san Antonio de la ciudad de Tunja.

Para conocer la estratigrafía del subsuelo en el lugar, propiedades índices (parámetros geotécnicos), y parámetros de resistencia al corte, se ordenó la ejecución del estudio de suelos cuyos resultados se consignan en el presente informe y fueron el soporte para establecer: nivel de cimentación, tipo de cimentación, esfuerzo admisible, magnitud de asentamientos, efectos locales ante un evento sísmico, recomendaciones para el diseño y construcción del sistema de cimentación.

1.1 *DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO*

Este proyecto plantea la construcción de torre hospitalaria y de apoyo en la ESE Hospital Local Santiago de Tunja hacia el costado oriental, donde, al momento de la exploración, está destinado como parqueadero provisional. Tendrá una edificación de cuatro (04) pisos con una altura de 16 m, un área a construir de 18 m de ancho y 42 m de largo en un lote tiene un área aproximada de 1790 m².

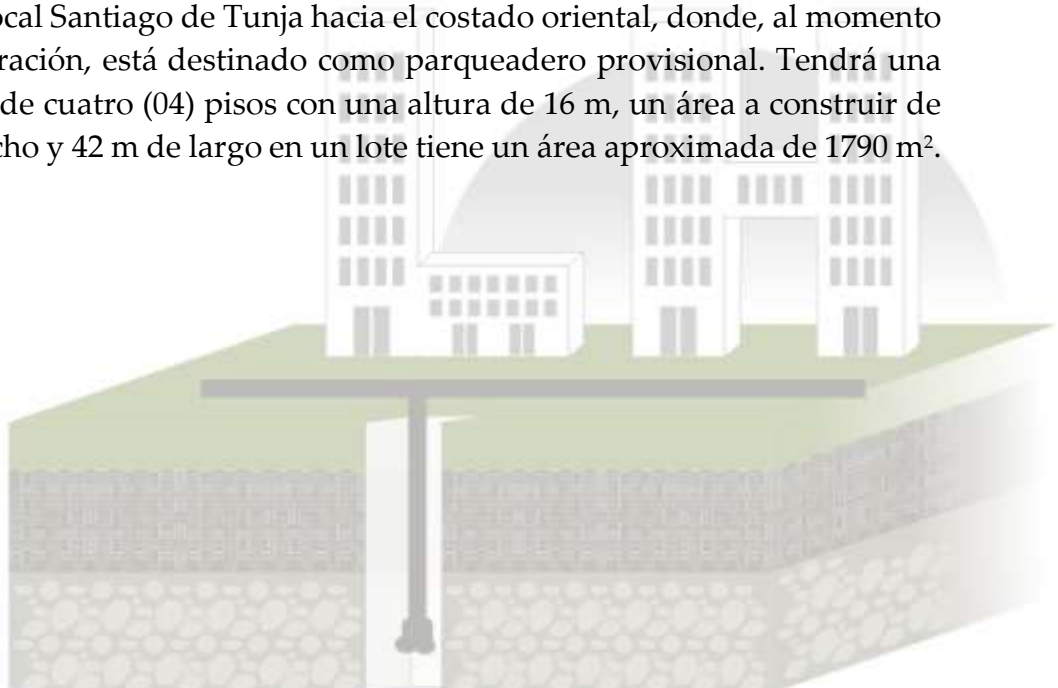




Ilustración 1. Esquema de ampliación ESE Santiago de Tunja.



Ilustración 2. Sección transversal del edificio hospitalario.

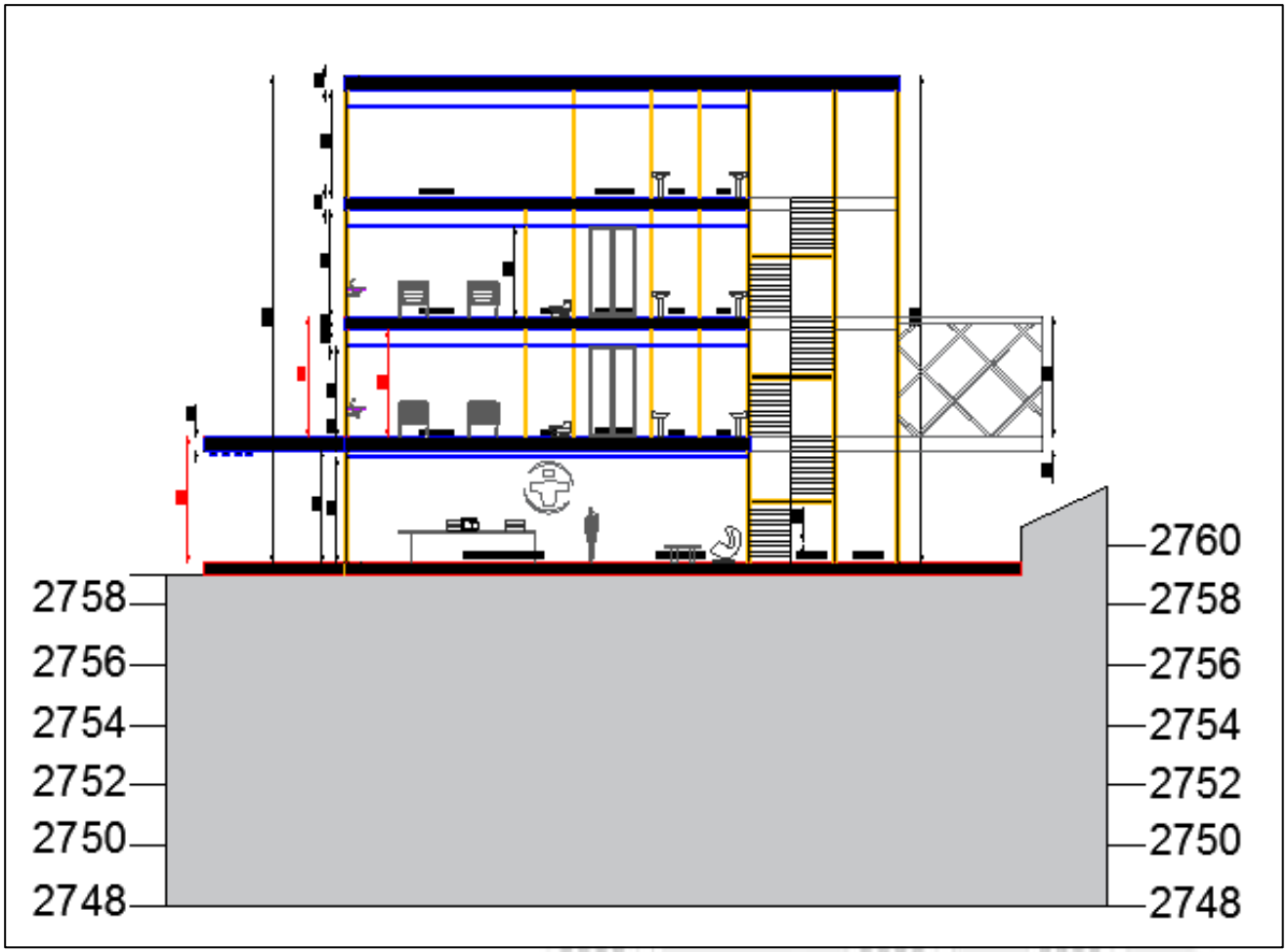


Ilustración 3. Sección transversal vista frontal del proyecto.

Los objetivos más importantes del estudio definitivo de suelos están encaminados a investigar el subsuelo para definir entre otros lo siguiente:

- Parámetros para establecer las condiciones físico-mecánicas
- Parámetros de compresibilidad y expansibilidad
- Parámetros de resistencia al corte y coeficientes de presión de tierra
- Tipo de cimentación, nivel de cimentación y adecuación de terreno para elaboración del proyecto
- Informe y recomendaciones para el manejo del suelo según su comportamiento geotécnico.

1.2 *LOCALIZACIÓN*

El proyecto se localiza en el municipio de Tunja (Boyacá). A continuación, se muestran las coordenadas referidas al datum MAGNA SIRGAS BOGOTÁ Colombia de cada uno de los sondeos ejecutados:

N° de Sondeo	*Coordenadas Geográficas*		*Coordenadas Planas*		*Profundidad (m)*
	Latitud	*Longitud*	*Norte (m)*	*Este (m)*	
B-1	*5°31'9.98"N*	*73°21'29.09"O*	*1102142,55*	*1079719,51*	*15.0*
B-2	*5°31'9.41"N*	*73°21'28.89"O*	*1102125,05*	*1079725,69*	*15.6*
B-3	*5°31'9.09"N*	*73°21'29.41"O*	*1102115,20*	*1079709,70*	*6.00*
B-4	*5°31'8.73"N*	*73°21'29.11"O*	*1102104.15*	*1079718.94*	*6.40*

La zona de estudio, en nomenclatura propia del IGAC para planchas a escala 1:25.000, se encuentra en la plancha número 191-I-D – Tunja.

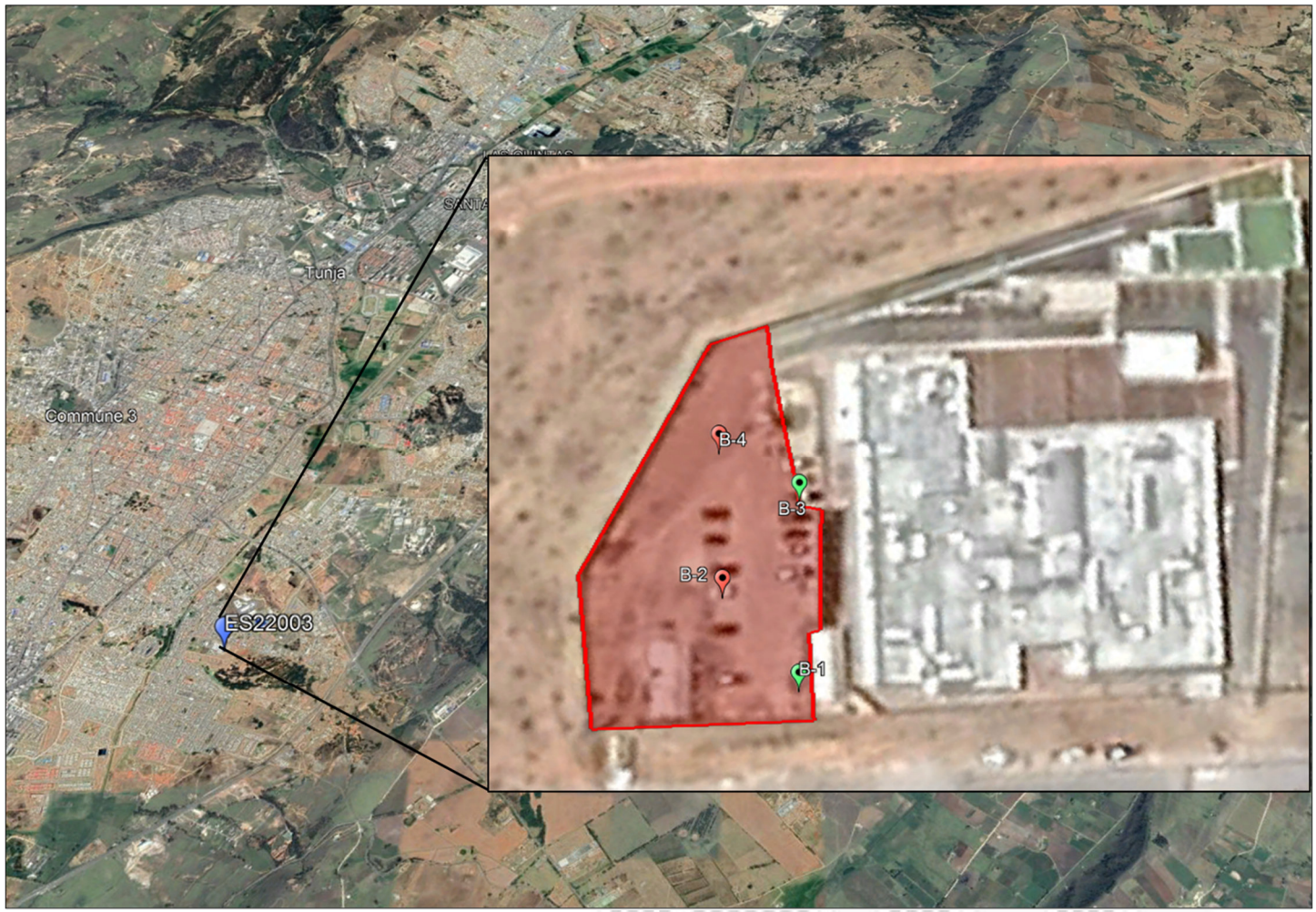


Ilustración 4. Ubicación general de la zona de estudio. Fuente: Modificada de Google.

1.1 GEOLOGÍA DEL SECTOR

1.2.1 Tipo de suelos, rocas, formaciones:

La zona de estudio se localiza sobre la formación Tilatá, esta compuesta por una litología principalmente arcillo arenosa de color gris claro, rojizo a amarillento, dando de manera generalizada una morfología con pendientes leves, esto a su vez por su reciente formación y depositación, no han sufrido influencia tectónica que modifique considerablemente su estado de sedimentación.

Una de las estructuras que mayor influencia tiene en el área y en gran parte del municipio es el sinclinal de Tunja, los materiales poco consolidados como la formación Tilatá y los depósitos cuaternarios se encuentran en el núcleo del sinclinal, coincidiendo con que son las litologías más recientes y por lo tanto deben ubicarse en la zona central de la estructura.

El sinclinal de Tunja tiene una longitud aproximada de 12 Km y cuya dirección es suroeste-noreste, este pliegue deforma rocas de las formaciones más recientes de esta sección correspondiente a la formación Guaduas, formación Bogotá y formación Tilatá. Hacia el flanco occidental de este sinclinal se encuentra la sucesión dispuesta por el anticlinal de Motavita el cuál pliega rocas de la formación labor y Tierna y la formación guaduas, presenta dirección casi paralele al sinclinal de Tunja y se extiende por una longitud de 22 kilómetros aproximadamente. Hacia la parte oriental del municipio se observan varios contactos fallados de forma inversa, aunque de manera regional la falla que mayor cercanía presenta en la zona es la Falla de Chivatá, la cual es de tipo inverso y corta la formación Conejo (Cretácico) para ponerla en contacto con la formación Bogotá (Terciario).

El área de estudio presenta la modificación del terreno natural ya que en este se ubica el parqueadero de la entidad, adicionalmente presenta relleno de material granular.

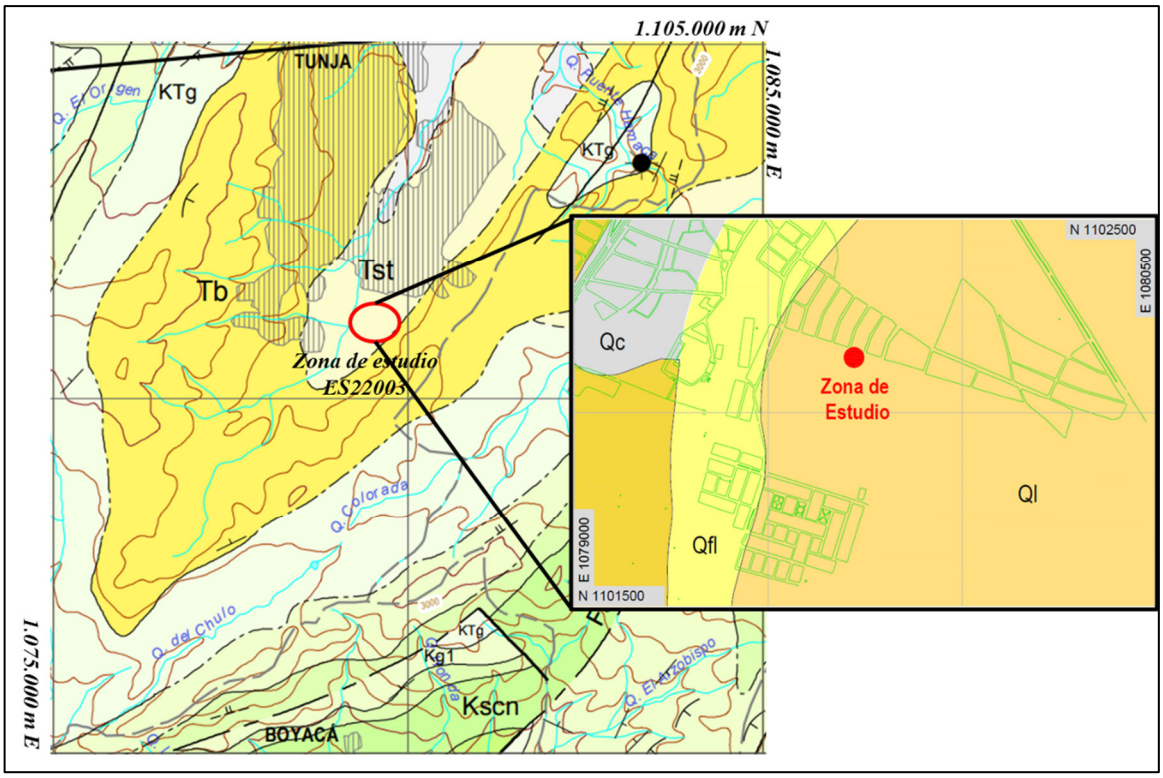
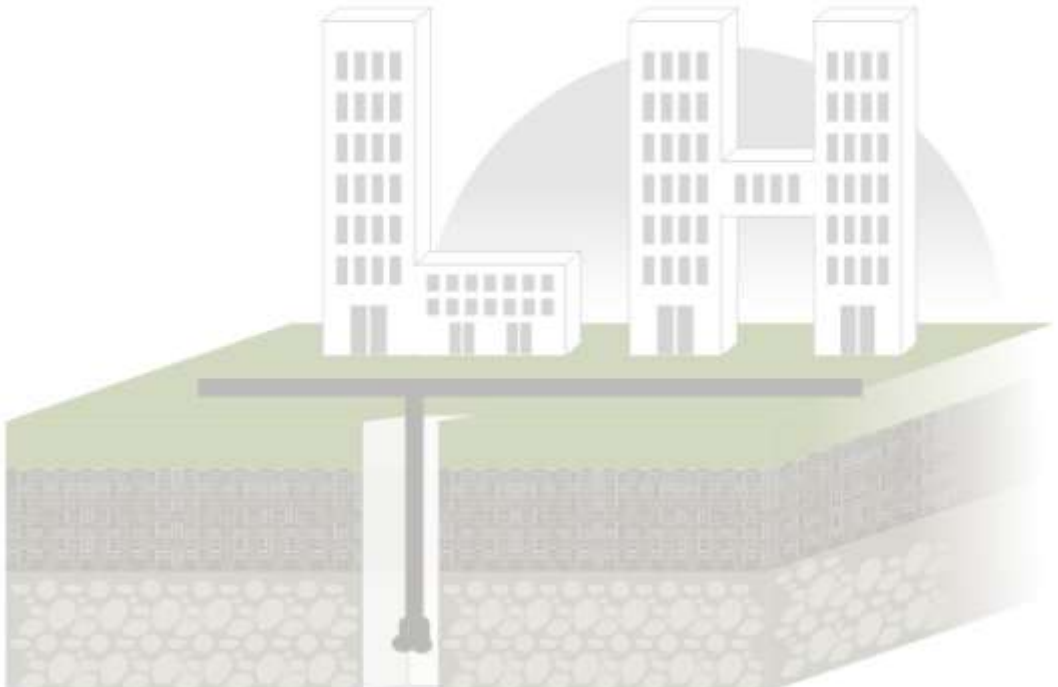


Ilustración 5. Geología local de la zona de estudio. Tomado de la plancha 191-Tunja. Escala 1:100.000. Fuente: Servicio Geológico Colombiano.

Localmente se identifica como cuaternario Coluvial (Ql), originado por acumulación de depósitos de ladera provenientes de la formación Bogotá (Tb), caracterizado por suelos de horizontes arcillosos y limosos de color rojizo y gris claro, en los cuales se desarrolla de manera particular erosión laminar y en cárcavas, ocasionada por escurrimiento difuso sobre la ladera estructural del sinclinal de Tunja.



Ilustración 6. Erosión en cárcavas sobre depósitos coluviales (Ql) en zona adyacente al área de estudio.



1.2.2 *Geomorfología*

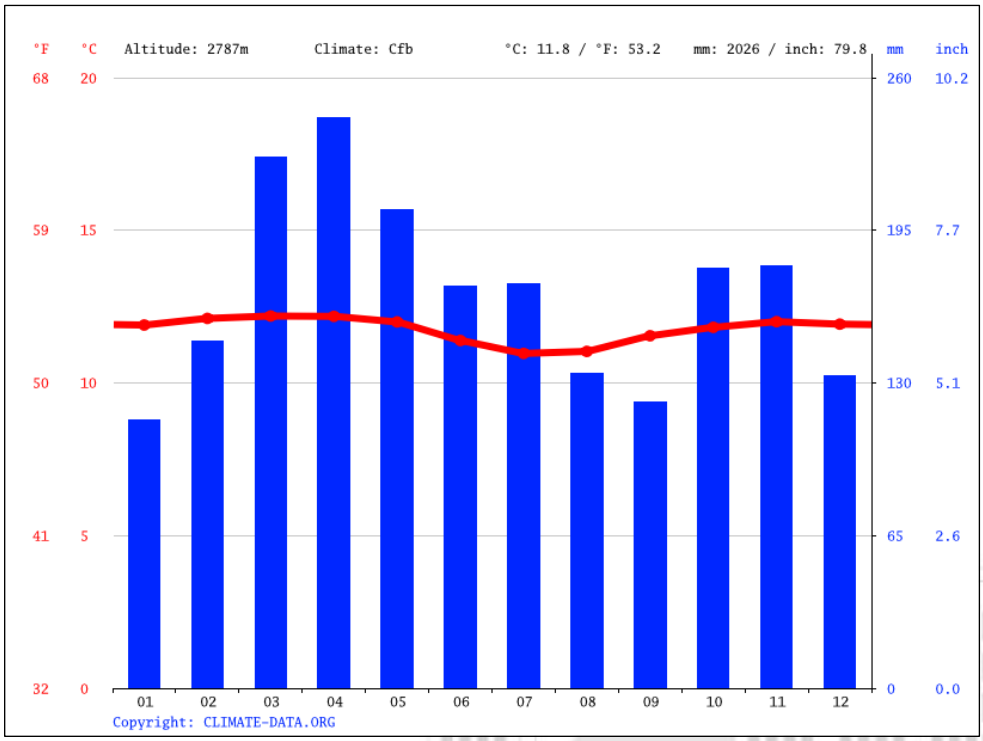
Geomorfológicamente se ubica en la subunidad de ladera estructural de sierra sinclinal conformando una artesa, caracterizada por una pendiente suavemente inclinada.



Ilustración 7. Ladera estructural de sierra sinclinal presente en la zona de estudio. Fuente: Modificado Google Earth.

1.3 *CLIMA*

Tunja es un municipio caracterizado por sus bajas temperaturas a lo largo del año, con un promedio de 11.8 °C. Las precipitaciones son de aproximadamente 2026 mm/año, siendo enero el mes con menos lluvia, y abril el mes más lluvioso.



2 CLASIFICACIÓN DE LA CATEGORÍA LAS UNIDADES DE CONSTRUCCIÓN

Considerando los siguientes parámetros:

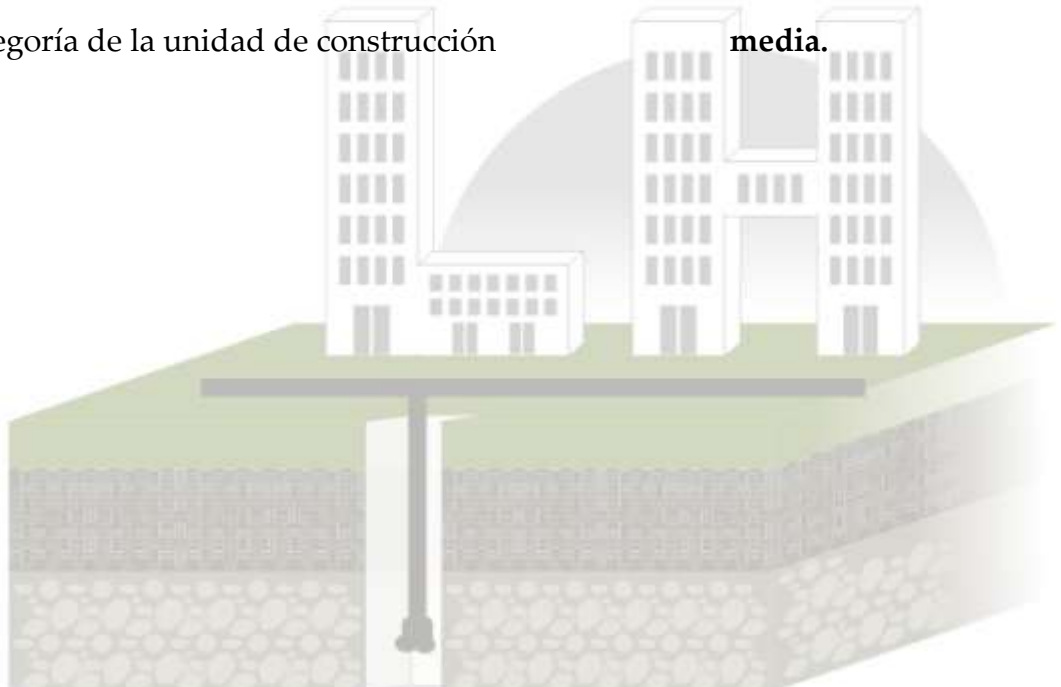
- Edificación de cuatro (4) niveles como máximo, y cargas máximas de servicio en columnas con cargas entre 801 KN y 4000 KN
- Variabilidad del suelo baja
- Grupo de uso IV

La norma colombiana de diseño y construcción sismo resistente NSR-98 clasifica el proyecto así:

- Categoría de la edificación **Intermedia**

El reglamento colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10 clasifica el proyecto así:

- Categoría de la unidad de construcción **media.**



3 EXPLORACION DEL SUB-SUELO

3.1 Exploración de campo

En la Ilustración 4 se observa la localización aproximada del sitio para el proyecto, en la **Ilustración 8** se muestra el lote a construir y los 4 sitios donde se perforó para investigación del subsuelo; la investigación se hizo siguiendo las recomendaciones de la norma colombiana de construcciones sismorresistentes NSR-10, las perforaciones se distribuyeron así:

Nombre	TIPO	PROFUNDIDAD
B-1	Sondeo con recuperación de muestra	15.00 m
B-2	Ensayo DPSH	15.60 m
B-3	Sondeo con recuperación de muestra	6.00 m
B-4	Ensayo DPSH	6.40 m

- Dos (2) perforaciones con equipo manual y mecánico hasta una profundidad de 6.00 m y 15.00 m en diámetro de 4".
- Dos (2) pruebas de DPSH efectuados con equipo hidráulico.

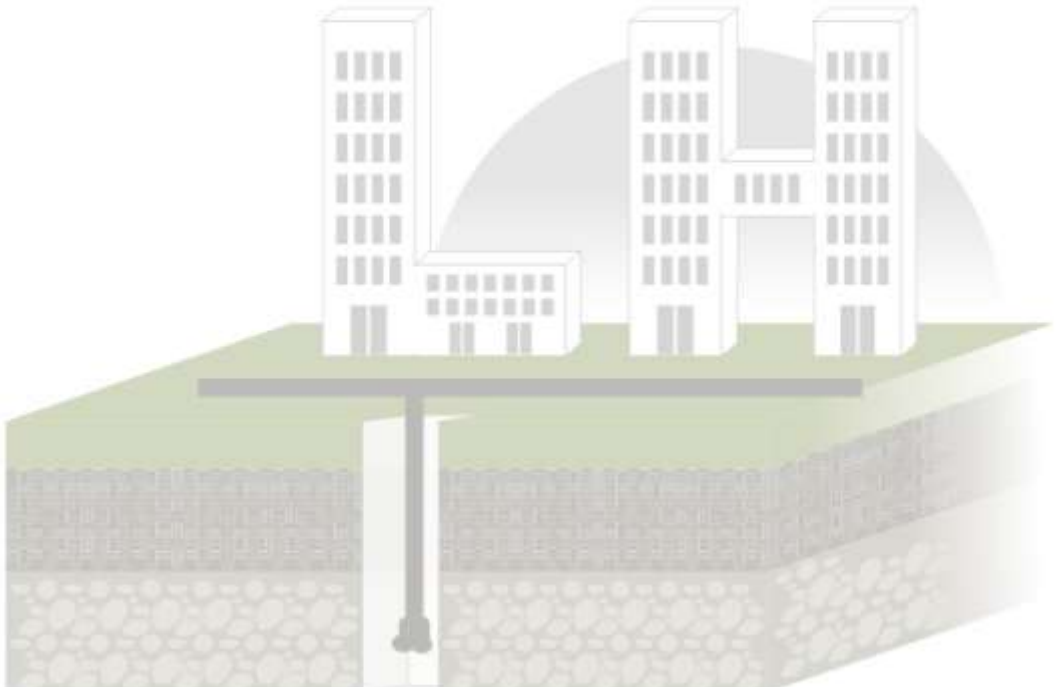
Durante el proceso de exploración, el muestreo se hizo metro a metro empleando tubo Shelby en perforación sobre suelos cohesivos, adicionalmente se ejecutó ensayos DPSH en dos de los sondeos.

La prueba de DPSH consiste en hincar un elemento con punta generalmente cónica en el terreno, desde superficie hasta la profundidad deseada o hasta alcanzar el rechazo, midiendo la energía necesaria para profundizar intervalos de 20 cm, siendo esta energía el número de impactos de una pesa de 63.5 Kg y

se deja caer libremente desde una altura de 76 cm, se cuenta el número de golpes necesarios para hincar dicha profundidad.

La investigación en campo se complementó con un registro visual de las diferentes capas geológicas usando como soporte el material extraído con la cuchara hoyadora y las muestras de ensayo.

El registro de cada una de las perforaciones y los resultados de las pruebas "in situ" se presentan en los anexos.



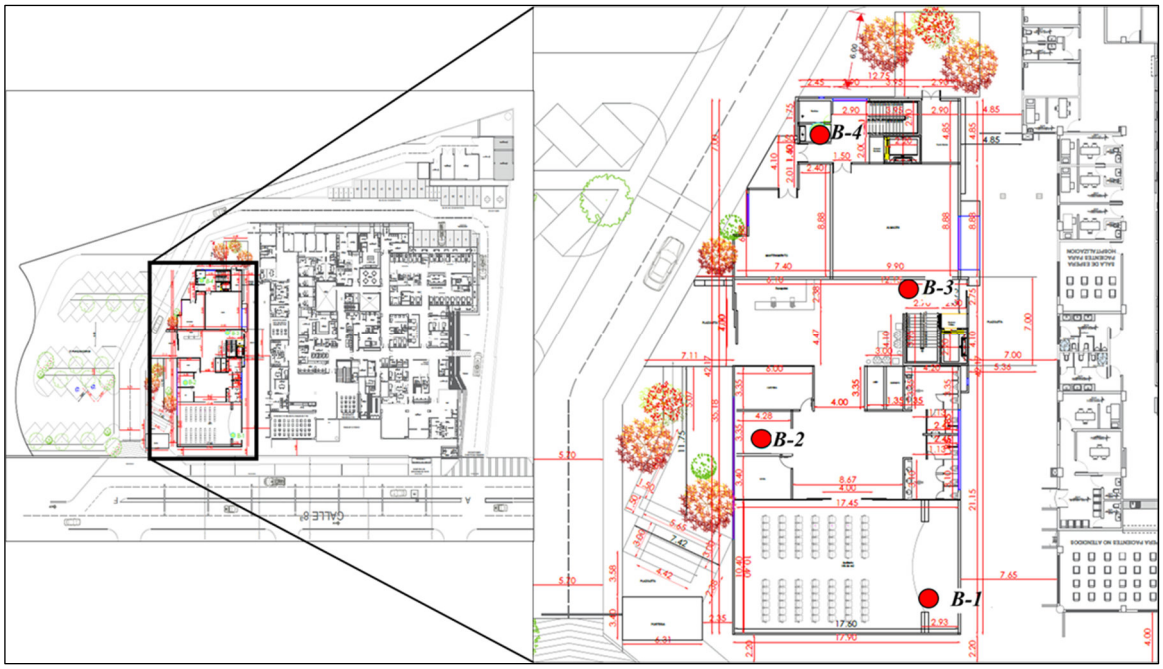


Ilustración 8. Localización aproximada de los sitios de perforación en la implantación del proyecto.

2 ENSAYOS DE LABORATORIO

Con los ensayos de laboratorio y campo se buscó determinar resistencia al corte, propiedades índices y parámetros para evaluar asentamientos por expansión, todas las muestras recobradas con tubo Shelby fueron sometidas a ensayos de compresión inconfinada, veleta, humedad natural, densidad, límites de Atterberg y lavado en tamiz 200. Las muestras de mayor compresibilidad se sometieron a ensayos de consolidación y expansión. Los resultados de los citados ensayos de laboratorio se incluyen en los anexos.

ENSAYOS	***CANTIDAD***
Metros perforados recuperados	***21.0 m***
Muestras totales recuperadas	***17***
Humedad natural (INV E-122-13)	*13*
Límites de Atterberg (INV E-125-13 e INV E-126-13)	*10*
Lavado sobre tamiz No.200 (INV E-214-13)	*5*
Compresión inconfinada en suelos (INV E-152-13)	*8*
Corte directo consolidado no drenado (INV E-154-13)	*2*
Consolidación rápida (INV E-151-13)	*2*
Expansión controlada (INV E-173-07)	*1*
Veleta de mano (ASTM D8121) y Penetrómetro de bolsillo (ASTM WK27337)	*10*

4 CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA

4.1 Perfil estratigráfico promedio

En los 4 sitios de investigación se encontraron suelos naturales y relleno superficial por mejoramiento para uso de parqueadero. Un perfil estratigráfico típico de los suelos del área en estudio es el registrado en la Ilustración 9; en promedio se encontraron las siguientes capas de suelo residual o de relleno

Superficie:

- **Relleno (0.0/0.40):** Relleno granular compuesto principalmente por gravas arcillosas, se encuentra como mejoramiento para adecuación de parqueadero.

Subsuelo:

- **MH (0.40 / 5.00):** Limo de color marrón a gris claro con vetas rojizas por presencia de óxidos, en estado sólido, de potencial expansivo muy alto y plasticidad muy alta, de consistencia firme. Presenta humedad natural inferior a la humedad de equilibrio. Espesor promedio: 4.50 m.
- **MH (5.00 /8.50):** Limo de color amarillento a habano con vetas rojizas oscuras por presencia de óxidos, en estado sólido, de potencial expansivo muy alto y plasticidad muy alto, de consistencia firme. Presenta humedad natural inferior a la humedad de equilibrio. Espesor promedio: 3.50 m.
- **MH (8.50>):** Limo de color gris claro con vetas amarillas oxidadas de consistencia firme, en estado plástico, de plasticidad muy alta y potencial de expansión muy alto, de consistencia firme a muy firme. Presenta humedad natural superior a la humedad de equilibrio Espesor investigado: 6.50 m.

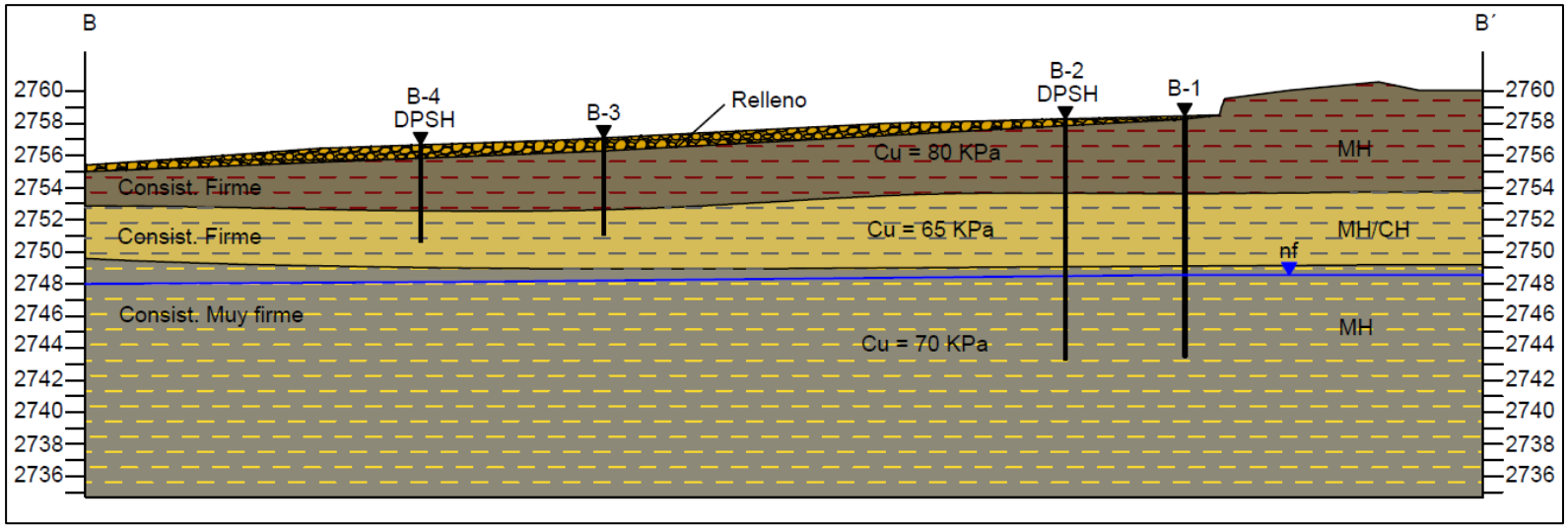
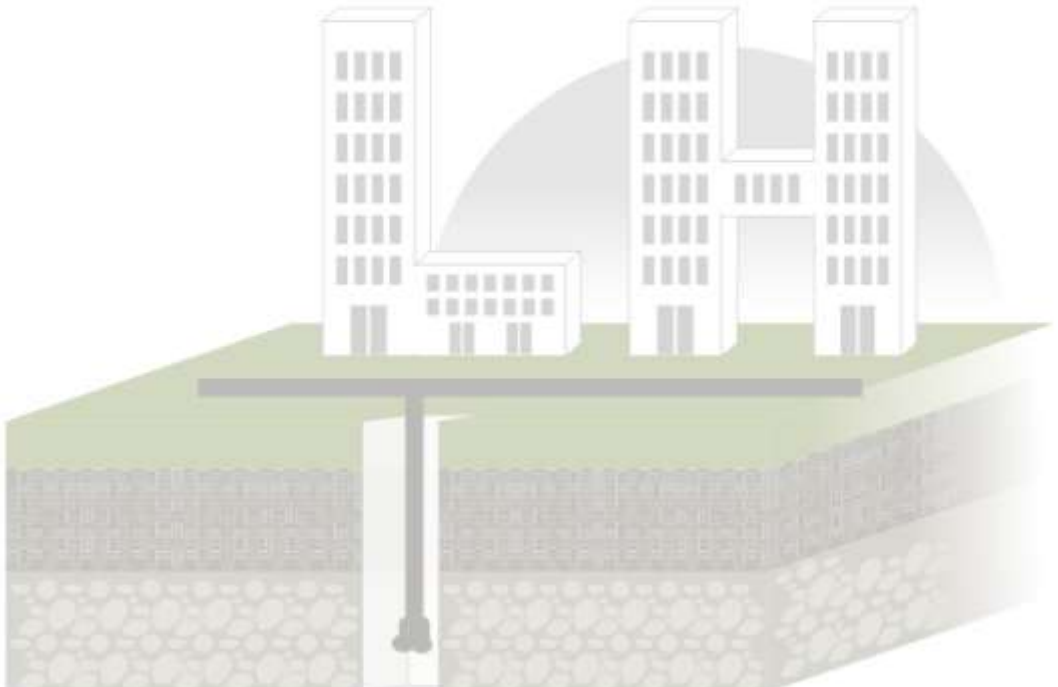


Ilustración 9. Perfil estratigráfico promedio.

4.2 Propiedades índices

Con la información registrada en las ilustraciones 10 a 16, se concluye que el suelo natural investigado se caracteriza por tener las siguientes propiedades:

- ✓ Son suelos cohesivos de gradación fina, principalmente clasificados como MH.
- ✓ De plasticidad y potencial de expansión muy alto para los horizontes de suelos presentes.
- ✓ De manera general en el perfil se presenta una consistencia firme hasta una profundidad de 8.50 m y muy para una profundidad mayor.
- ✓ En estado sólido para profundidades por encima del nivel freático y de plástico a líquido bajo el nivel freático.
- ✓ Con humedades naturales menores o próximas a la humedad de equilibrio.
- ✓ Con índices de liquidez positivos cercanos a cero.
- ✓ Con peso unitarios bajos que varían entre 14.02 KN/m^3 a 15.79 KN/m^3.



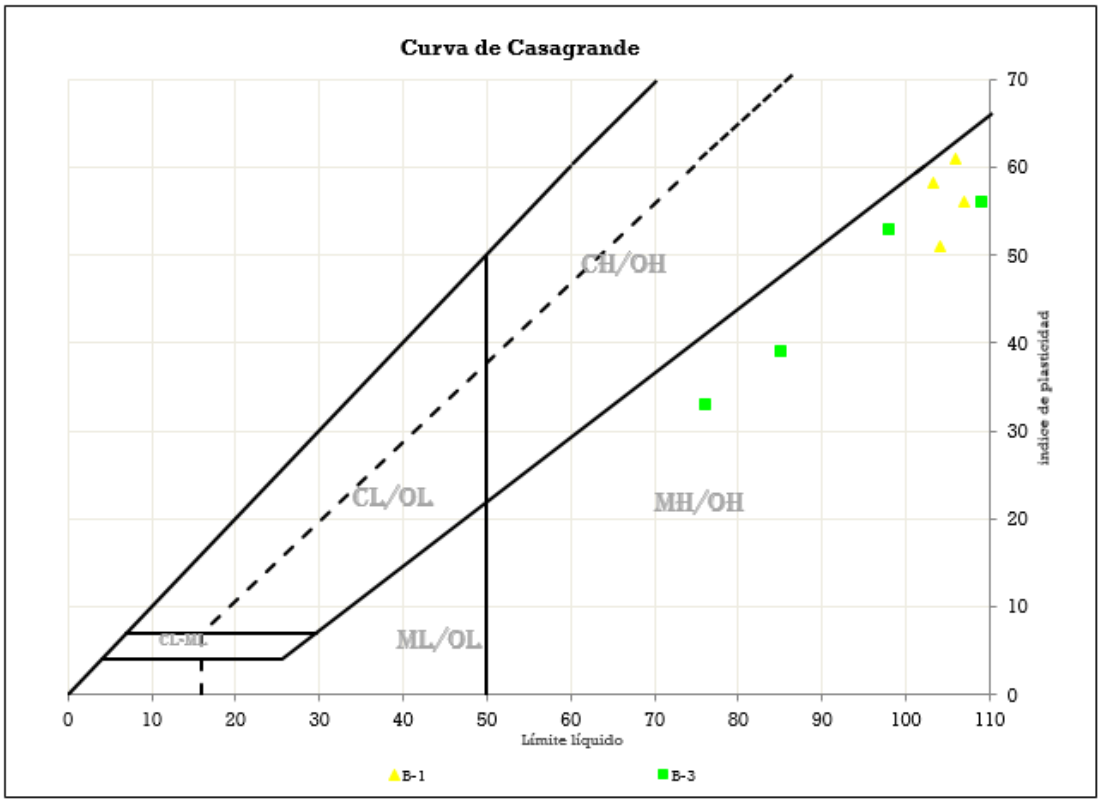


Ilustración 10. Carta de clasificación de Casagrande.

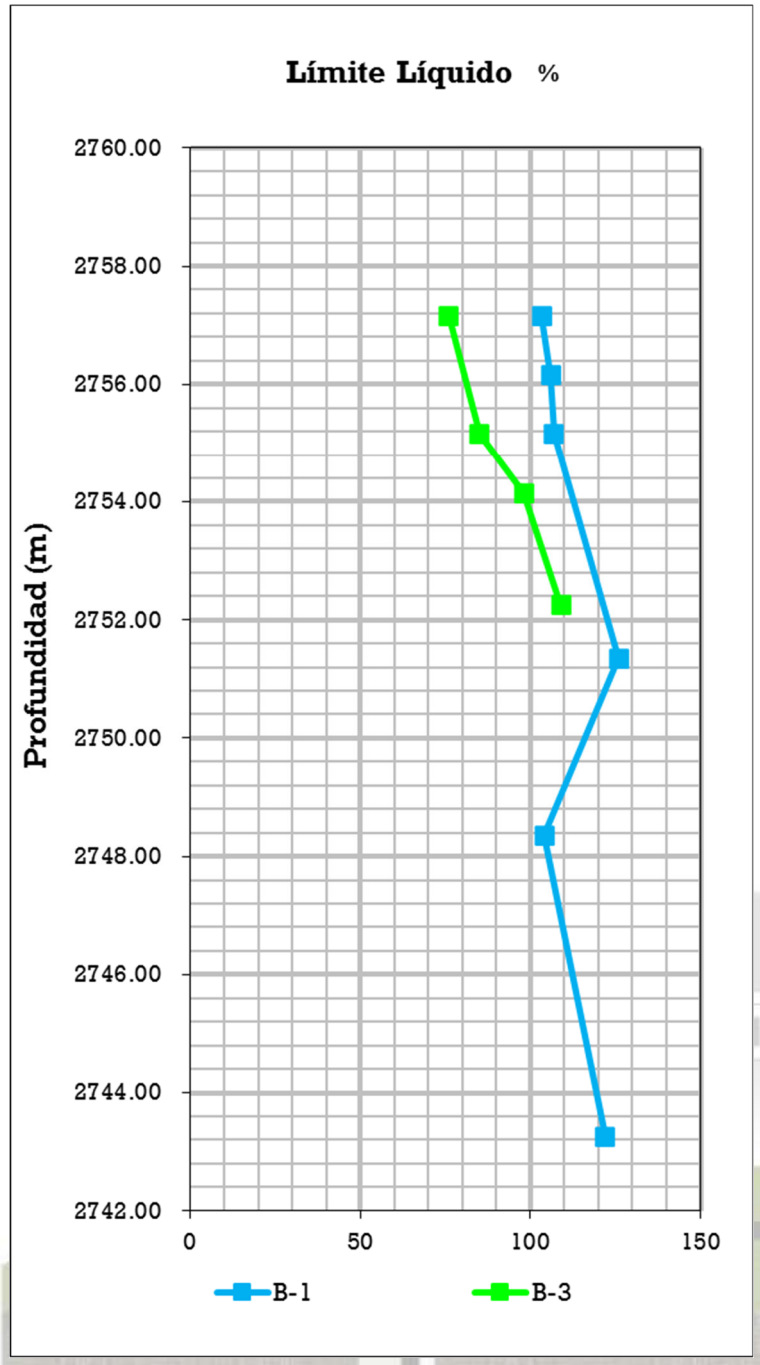


Ilustración 11. Límite líquido vs profundidad.

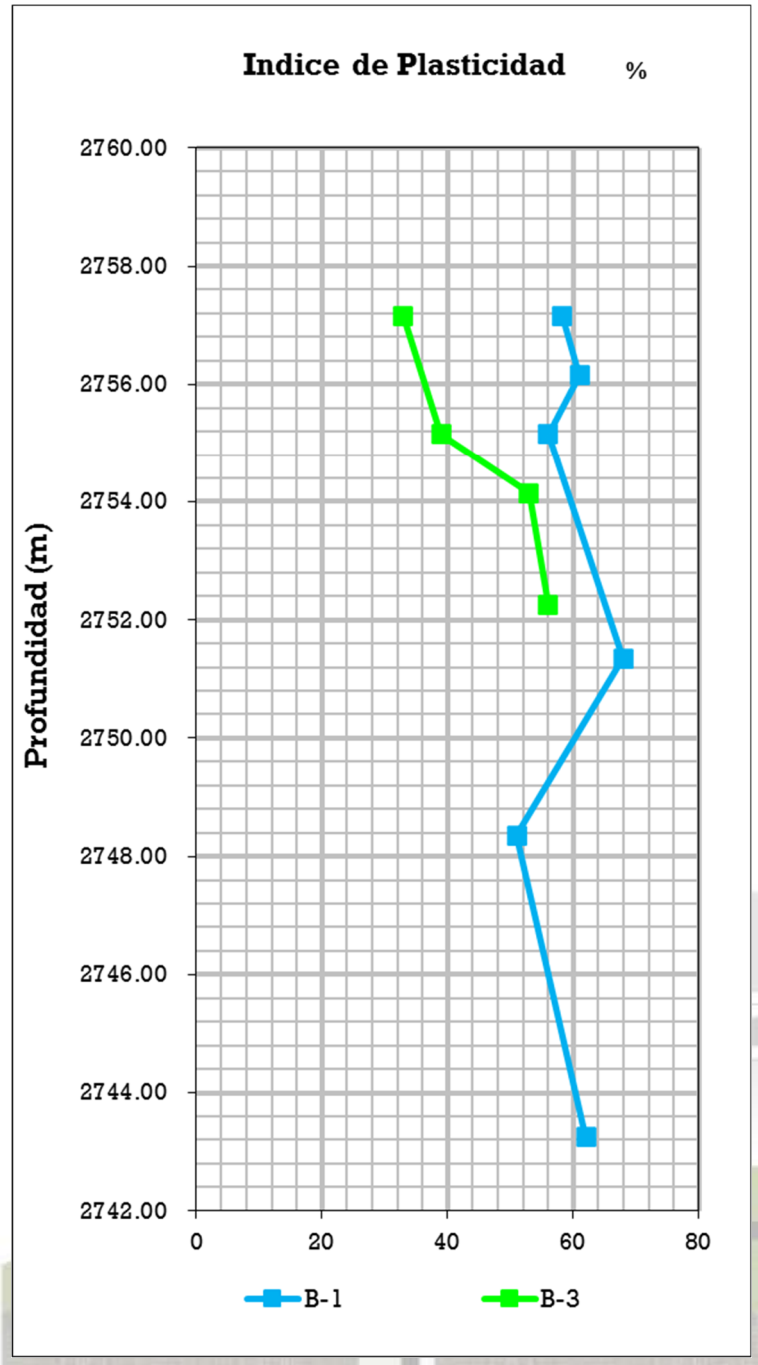


Ilustración 12. Índice de plasticidad vs profundidad.

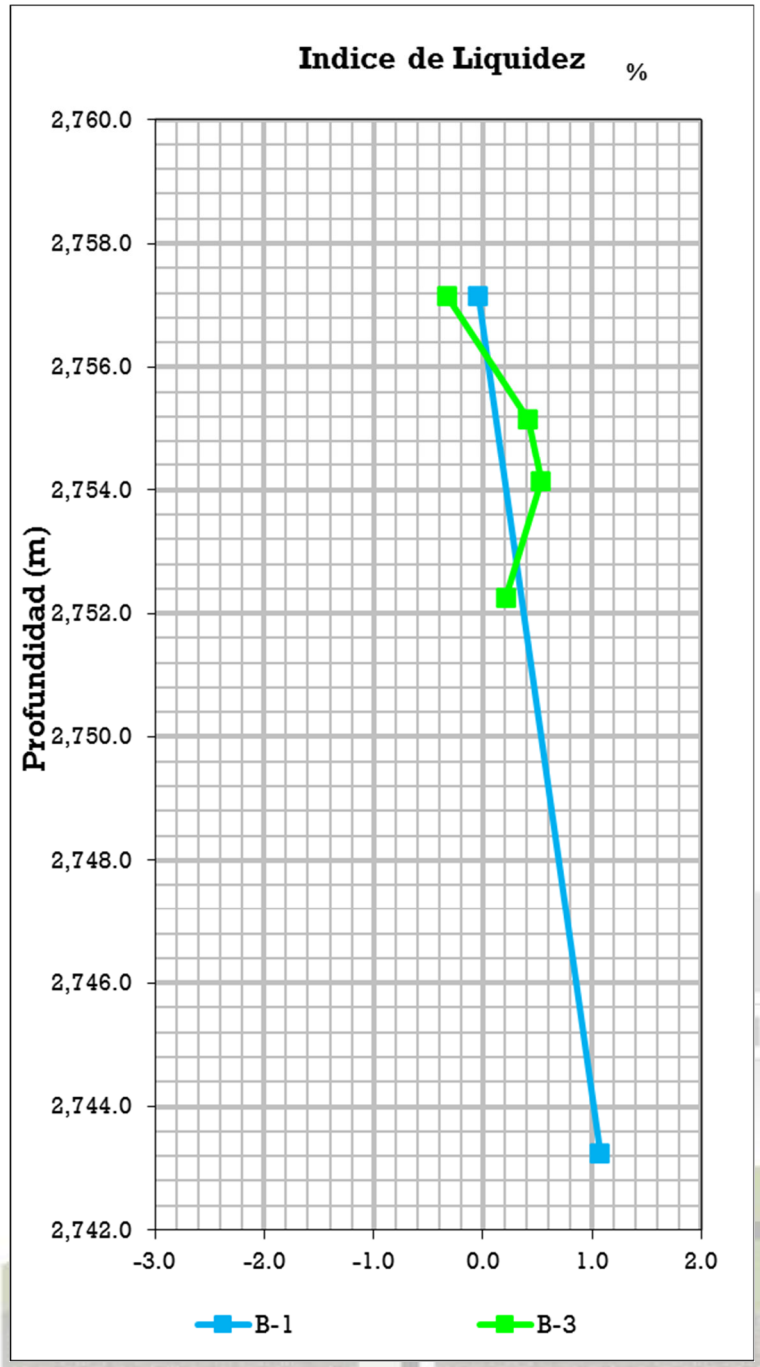


Ilustración 13. Índice de liquidez vs profundidad.

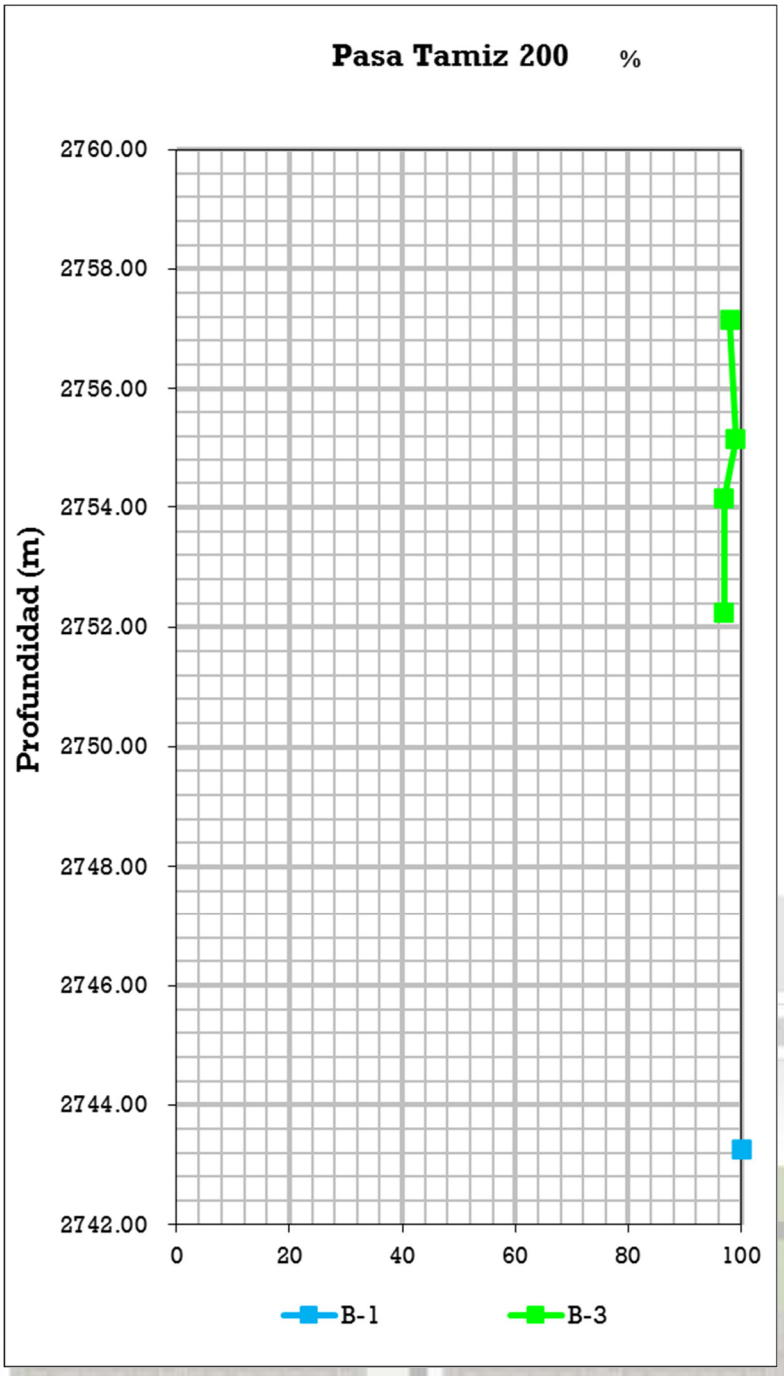


Ilustración 14. Pasa malla 200 vs profundidad.

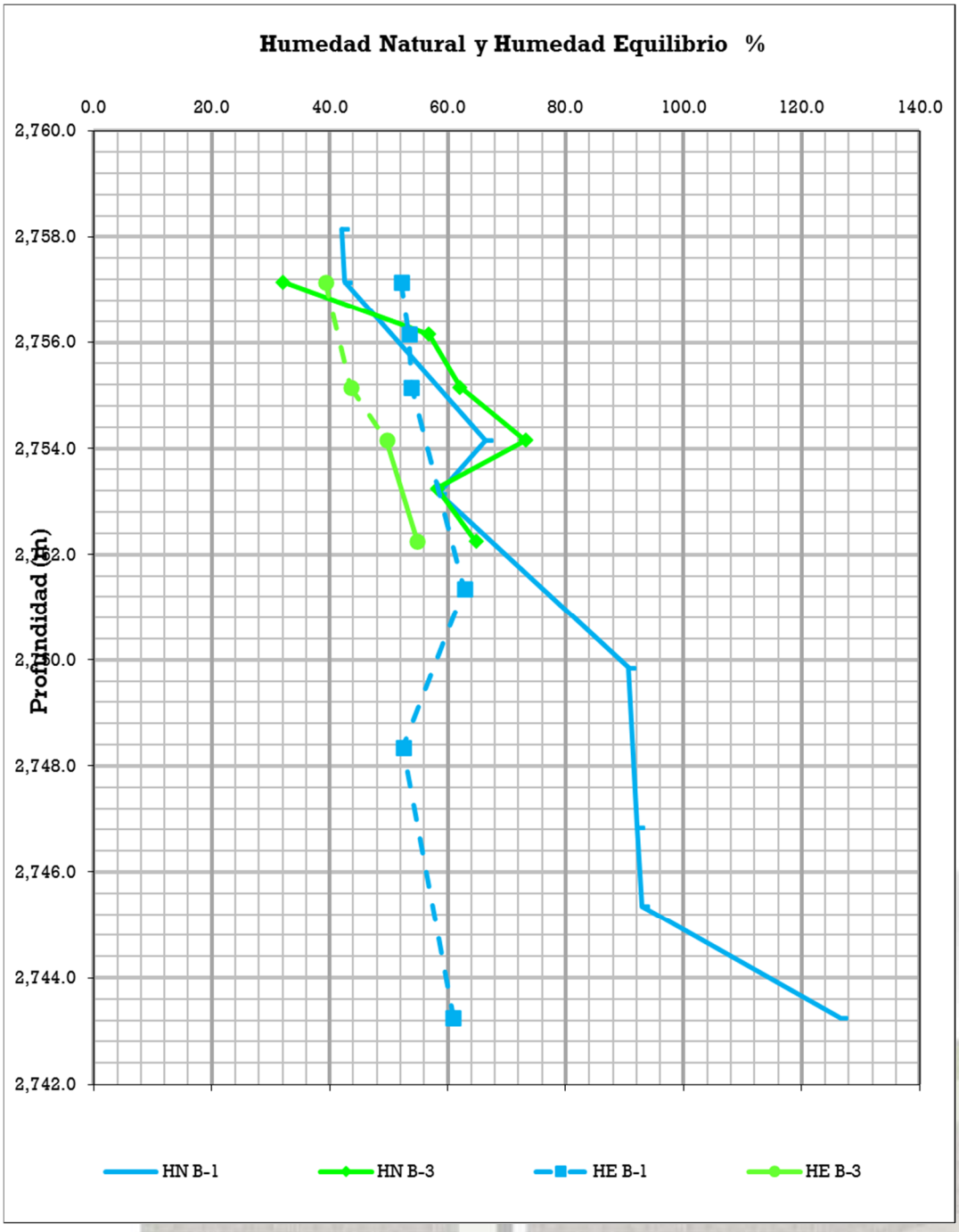


Ilustración 15. Humedad natural y de equilibrio vs profundidad.

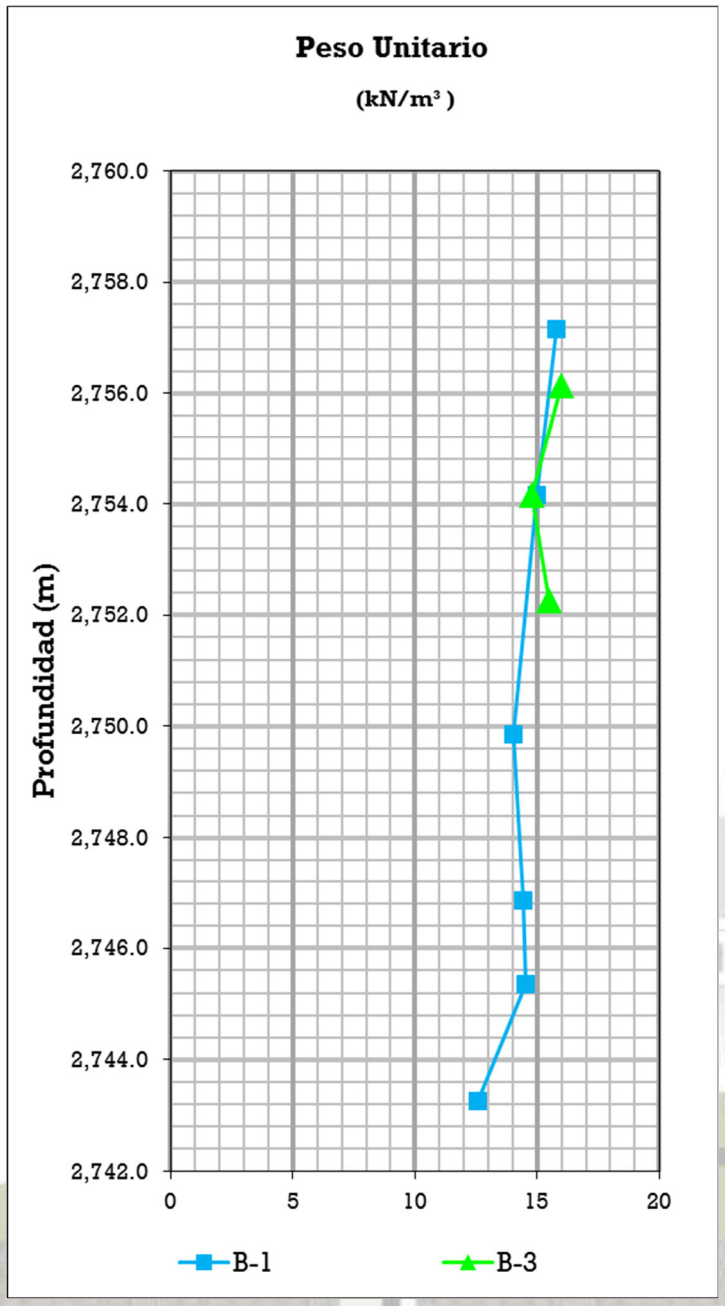


Ilustración 16. Peso unitario total vs profundidad.

4.3 Nivel de referencia

Se tomo de referencia la topografía del terreno actual y se extrae la altura a que se encuentra cada punto de exploración:

Nombre	TIPO	ALTURA (msnm)
B-1	Sondeo con recuperación	2759.0
B-2	Ensayo DPSH	2758.7
B-3	Sondeo con recuperación	2758.1
B-4	Ensayo DPSH	2757.3

4.4 Nivel freático

En la perforación 1 se encontró nivel freático a 10 m, lo cual es evidente en el incremento de humedad natural en las muestras tomadas a profundidades mayores a esta, superando en algunos casos el límite plástico y líquido del suelo.

4.5 Resistencia al corte

En las ilustraciones 17 a 20 se muestra la variación de la resistencia del suelo con la profundidad y el sitio de muestreo, los valores allí registrados pertenecen a muestras ensayadas a comprensión inconfinada, penetrómetro de bolsillo, veleta de laboratorio y resistencia al corte no drenado. En las gráficas se observa que la resistencia es mayor en los primeros 4 m, posteriormente disminuye hasta los 8.50 m de profundidad y finalmente se incrementa levemente hasta los 15 m explorados.

Como los cimientos se apoyarán al nivel de suelo natural, se recomienda estimar la capacidad de soporte con una cohesión no drenada con los siguientes parámetros de resistencia al corte.

- MH (0.40/5.00) s_u = 80 KPa o 0.81 Kg/cm²
- MH (5.00/8.50) s_u = 65 KPa o 0.66 Kg/cm²

- MH (>8.50) s_u = 70 KPa o 0.71 Kg/cm²

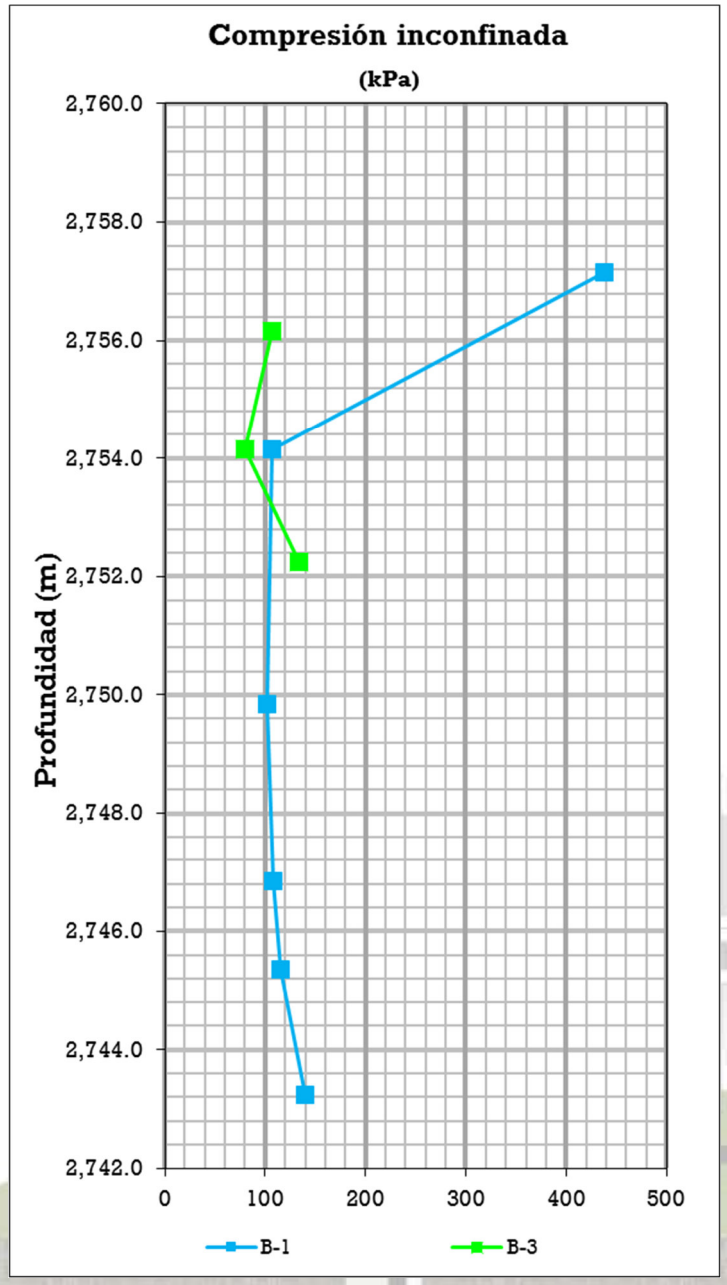


Ilustración 17. Compresión inconfinada vs profundidad.

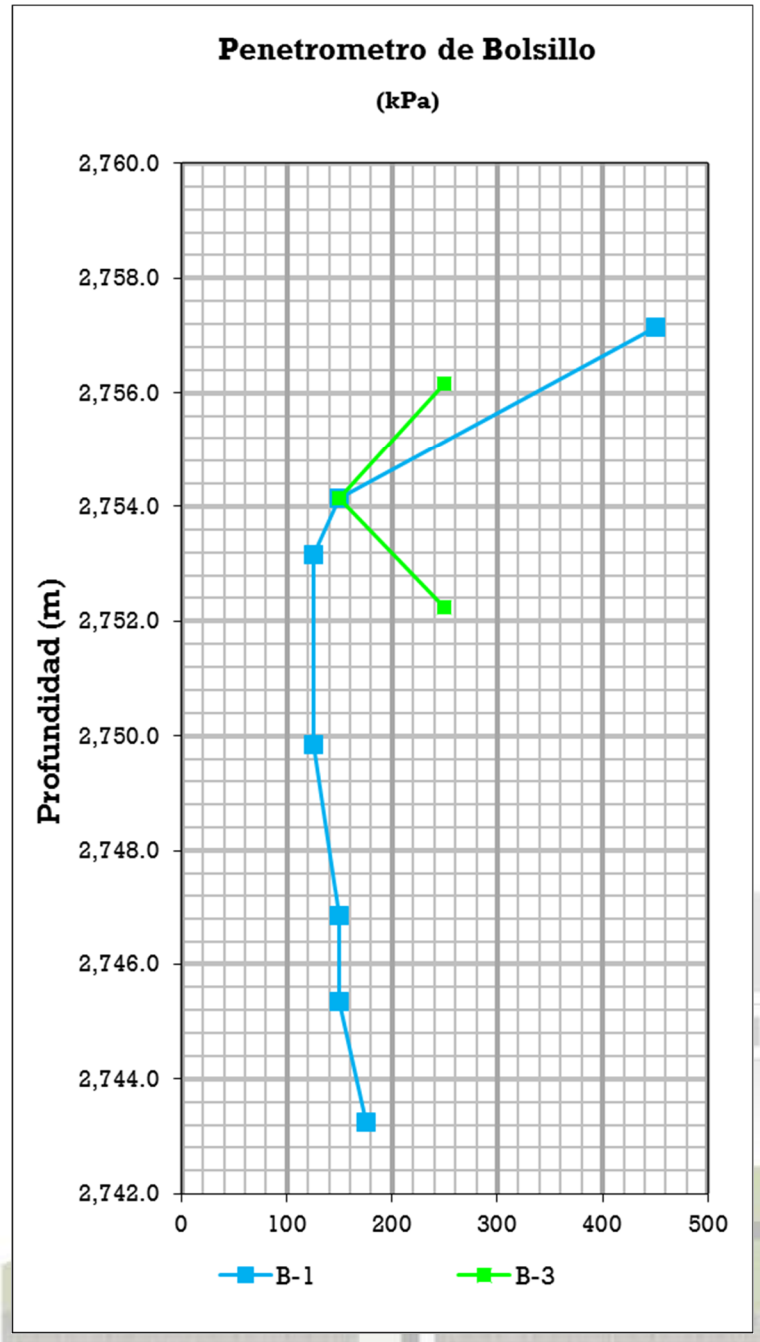


Ilustración 18. Penetrómetro de bolsillo vs profundidad

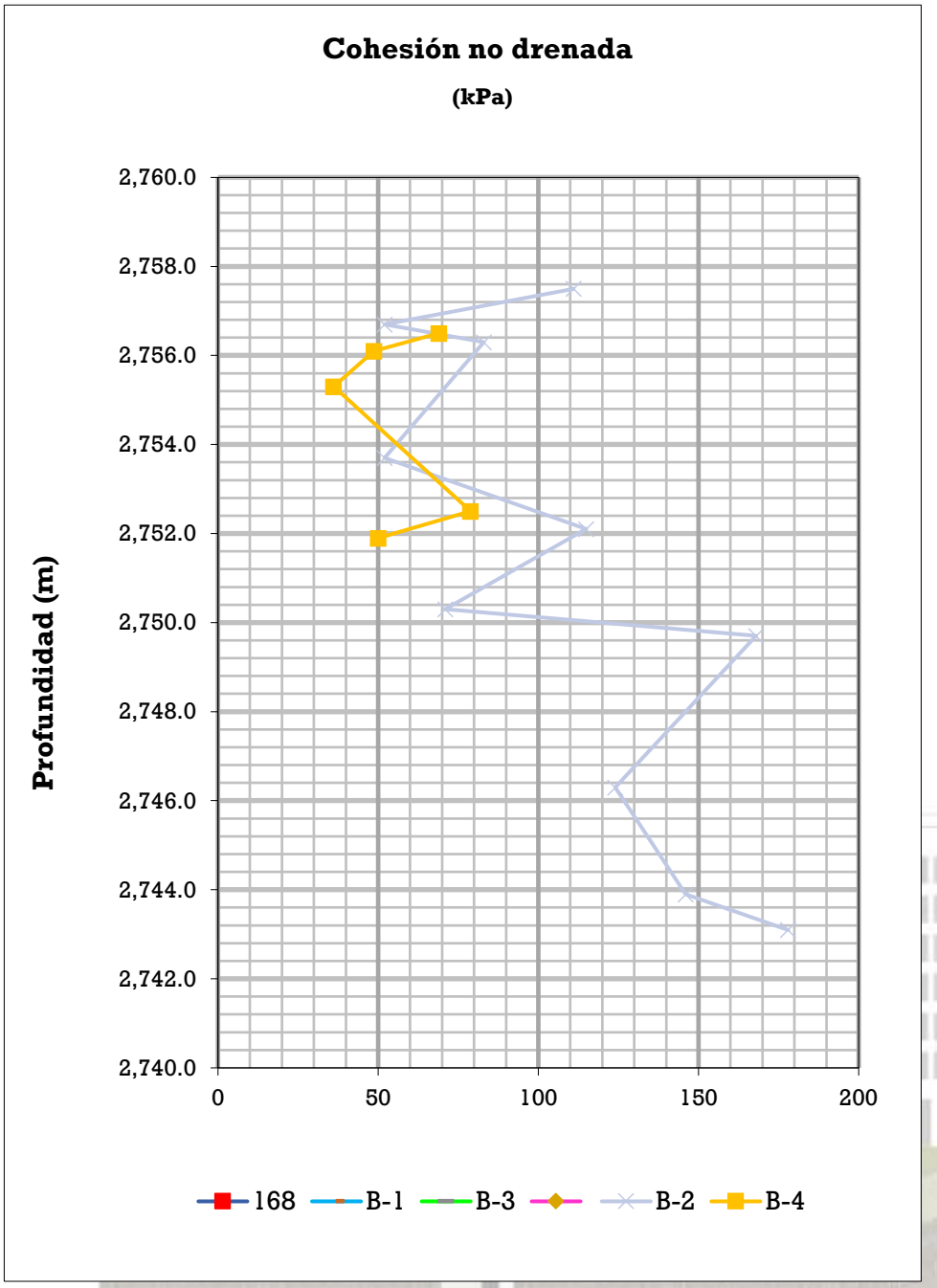


Ilustración 19. Cohesión no drenada vs profundidad.

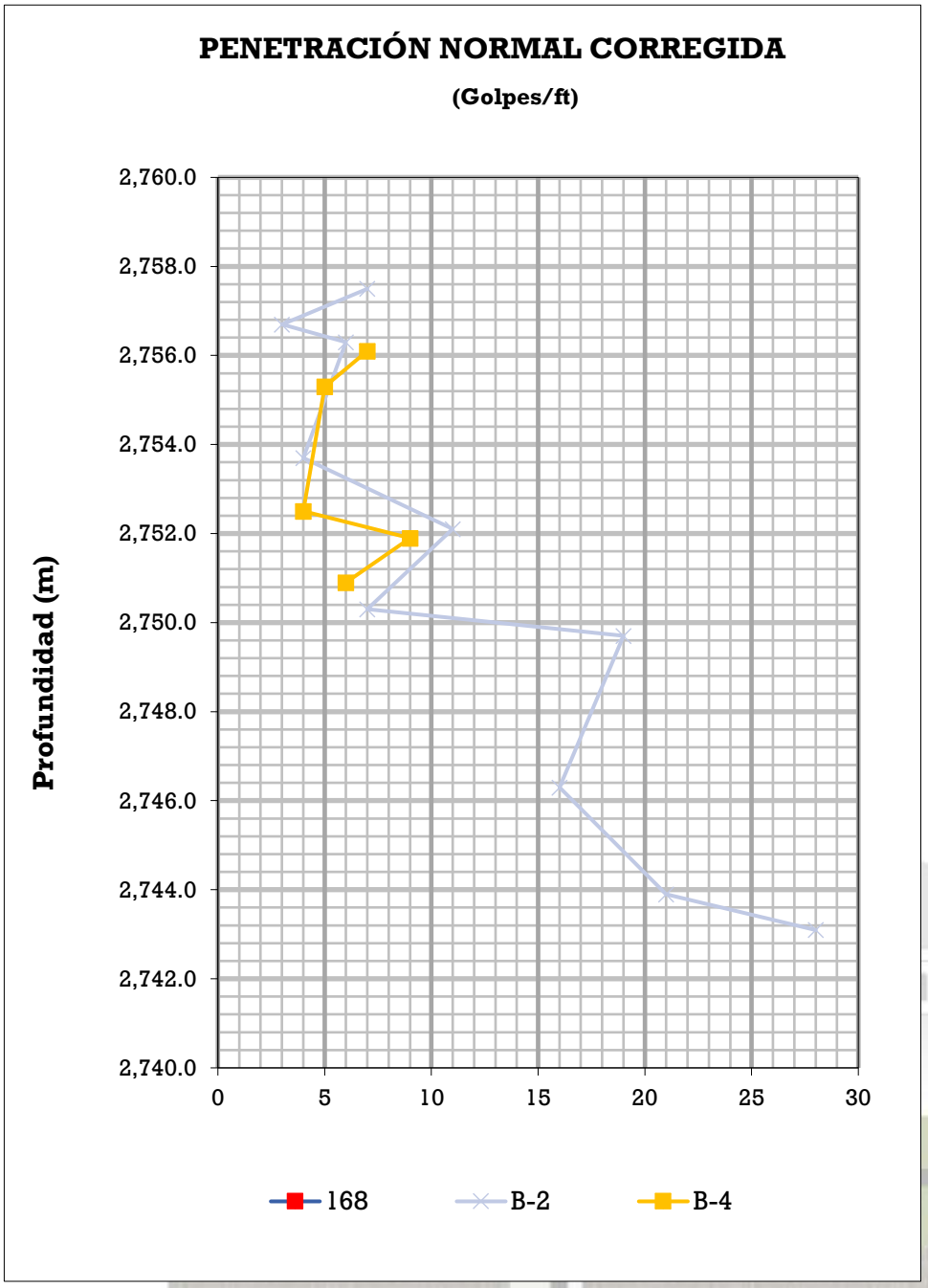


Ilustración 20. Penetración normal corregida

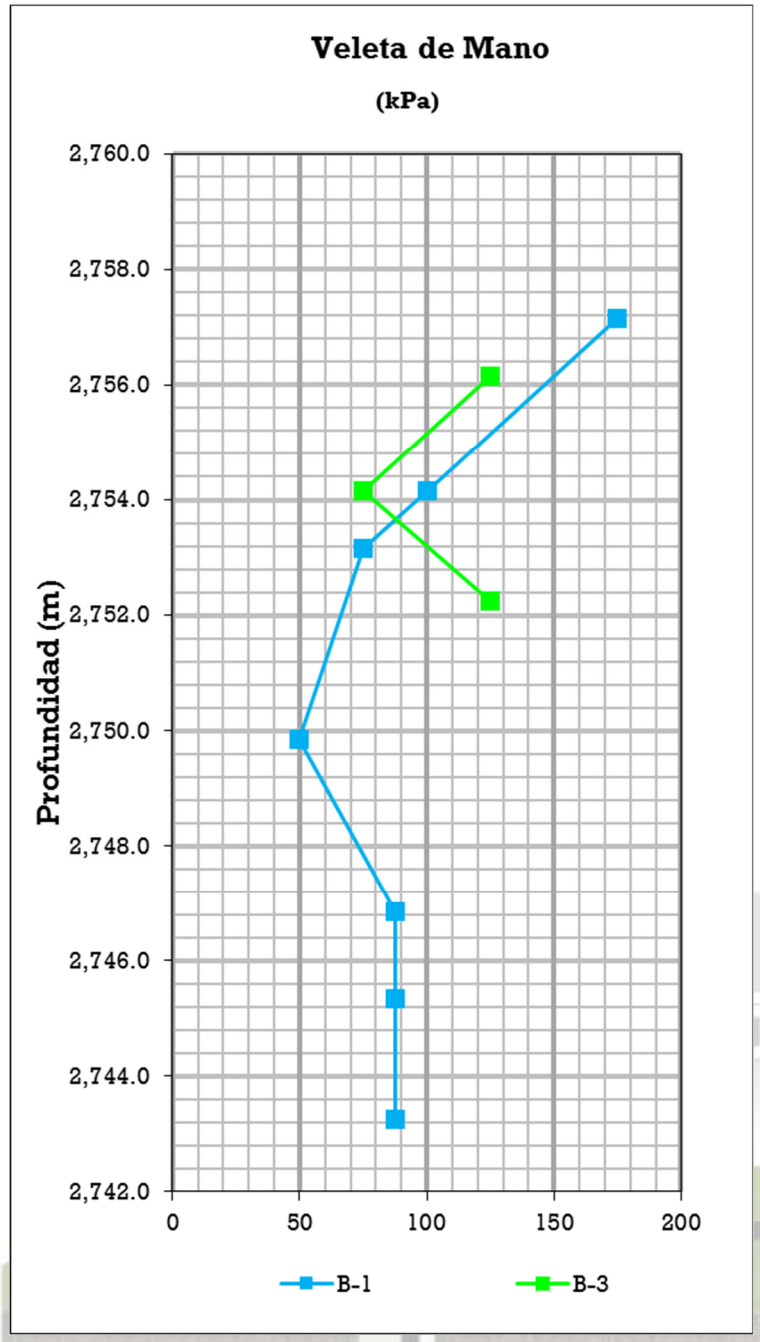


Ilustración 21. Veleta de bolsillo vs profundidad.

4.6 Compresibilidad y expansibilidad del suelo

Los asentamientos, con cimentación superficial, serán principalmente elásticos y por consolidación, será proporcional al tamaño del cimiento y la carga aplicada sobre estos;

Para el análisis de asentamientos se consideran los parámetros CR y RR, estos fueron calculados a partir de los resultados de la prueba de consolidación:

$$CR = \frac{C_C}{(1 + e_o)}$$

$$RR = \frac{C_r}{(1 + e_o)}$$

Muestra	*Cc*	*Cr*	*CR*	*RR*
B-1 (0.70/1.00)	0.431	0.173	0.179	0.072
B-1 (7.50/7.80)	1.407	0.200	0.430	0.061

El suelo es de potencial expansivo alto a muy alto, donde se encontró de manera generalizada un horizonte de suelo con muy alta plasticidad clasificado como MH.

Como se detectaron suelos de potencial expansivo muy alto se procedió a hacer algunas pruebas de presión de expansión con odómetro, el cual consiste en montar una muestra de suelo, con su contenido de humedad natural en un anillo de consolidación y se ponerlo en el odómetro. Se satura la muestra y se deja que se expanda, finalizado el proceso de expansión se aplican cargas, como en una prueba de consolidación inicial, hasta que se llegue, al menos, al punto 0 de deformación. La presión necesaria para volver a este punto 0 se establece como presión de expansión.

Muestra	*Presión de expansión*	*% de Expansión*
B-1 (0.70/1.00)	46.0 ton/m²	11.86
B-1 (7.50/7.80)	0.04	0.2

Tabla 1. Presiones de expansión libre medida en consolidómetro.

Muestra	*Presión de expansión*
B-1 (0.70/1.00)	22.0 ton/m²

Tabla 2 Expansión controlada

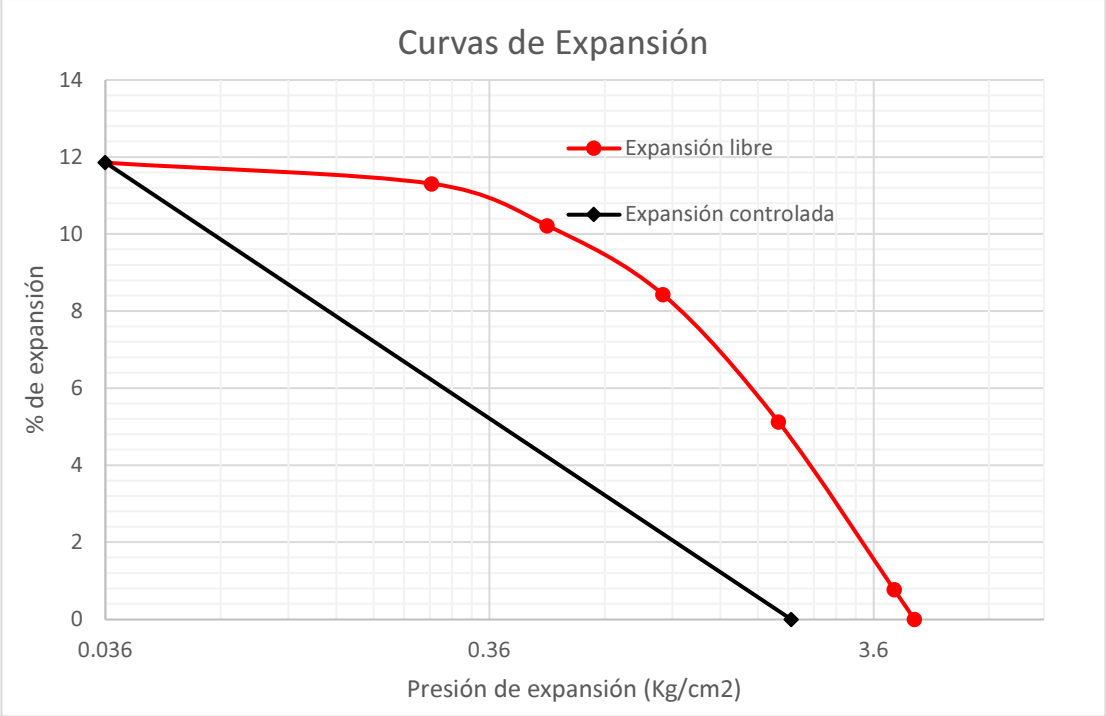


Ilustración 22 Presiones de expansión medidas en laboratorio

σ''i	0.357	t/m2	
εs%	11.86	%	
CH	0.066		
γ_{sat}	2.2	t/m3	
σ''cs	46	t/m2	
σ''cv	22	t/m2	
Zp	10.00	m	
Zexpansivo	7.5	m	
Se divide en 10 estratos de			0.75

Profundidad de excavación (m)	Intervalo (m)	Tipo de suelo	Peso unitario total (t/m3)	Incremento de esfuerzo a la mitad del estrato (T/m2)	Esfuerzo geostático (t/m2	Levantamiento (m)	Levantamiento Acumulado	Levantamiento acumulado desde Zp
-	-	-	-	-	-	-	-	0.200
0.75	0.75	MH	2.2	0.825	0.825	-	-	0.192
1.50	0.75	MH	2.2	0.825	2.475	0.0471	0.047	0.183
2.25	0.75	MH	2.2	0.825	4.125	0.0361	0.083	0.170
3.00	0.75	MH	2.2	0.825	5.775	0.0289	0.112	0.155
3.75	0.75	MH	2.2	0.825	7.425	0.0234	0.136	0.136
4.50	0.75	MH	2.2	0.825	9.075	0.0191	0.155	0.112
5.25	0.75	MH	2.2	0.825	10.725	0.0155	0.170	0.083
6.00	0.75	MH	2.2	0.825	12.375	0.0124	0.183	0.047
6.75	0.75	MH	2.2	0.825	14.025	0.0097	0.192	-
7.50	0.75	MH	2.2	0.825	15.675	0.0073	0.200	-

Tabla 3 Magnitud de expansión libre

El suelo en estado de saturación y sin sobrecarga presentará una expansión de 20 cm, debido a ello es indispensable el manejo hidráulico recomendado, seguir las recomendaciones de cimentación y el sistema geotécnico constructivo indicado.

El suelo en su condición actual, se encuentra parcialmente saturado en los primeros 10 metros del perfil, los fenómenos más característicos del comportamiento del suelo en estado no saturado son los relacionados con sus deformaciones volumétricas al modificar el grado saturación Estas deformaciones pueden ser tanto positivas, en cuyo caso se produce un colapso, como negativas, en cuyo caso se produce una expansión.

Tanto el colapso como la expansión pueden ser considerados como procesos de inestabilidad estructural debido a que inducen discontinuidades en el comportamiento volumétrico del suelo sin modificación del estado de esfuerzo exterior, al variar, por ejemplo, las condiciones ambientales, debido a su condición inevitablemente el suelo presentará inicialmente una fase de expansión al cambiar su humedad natural, posteriormente al aplicar las cargas de la estructura por medio de la cimentación se iniciará un cambio volumétrico en la estructura del suelo que posee grandes relaciones de vacíos e>1, además de factores altos de compresbilidad Cc de 1.4 y Cr hasta de 0.2 clasifican el suelo como compresibilidad alta, en esta fase saldrá agua y aire de los vacíos lo que ocacionará reducción de volumen en la masa de suelo, debido a la combinación de estos factores, expansividad y compresibilidad ***es indispensable realizar un mejoramiento de la capa de apoyo o suelo de fundación, para garantizar las condiciones de servicio en la estructura, se requiere un mejoramiento bajo la cimentación con suelo seleccionado con un espesor de mínimo 1.50 metros***, que tendrá la función de amortiguar la expansividad además de reducir los asentamientos por el fenómeno de la consolidación, así como también reducir la probabilidad de asentamientos diferenciales en los cimientos.

4.7 Tipo de perfil estratigráfico

Según el decreto 926 de 2010 (NSR-10), para definir el tipo de perfil de suelo se debe clasificar este con base en los parámetros del suelo de los 30 metros superiores de suelo. Como las exploraciones de suelo no se llevaron hasta tal profundidad, se toma como base para la clasificación los primeros 10 metros de suelo explorado, ya que la formación geológica dónde se ubica el proyecto es relativamente homogénea. De acuerdo con procedimiento de clasificación

del numeral A.2.4.5 se concluye que el proyecto se clasifica en un perfil de suelo tipo C.

Para el diseño se pueden considerar los siguientes coeficientes sísmicos:

COEFICIENTE	NSR 10
Tipo de perfil sismo resistente	C
Coeficiente de Importancia, [I]	1.5
Aceleración Pico efectiva para Diseño, [Aa]	0.20
Coeficiente velocidad pico efectiva [Av]	0.20
Coeficiente Pico efectiva para umbral de daño[Ad]	0.07
Coeficiente de amplificación periodos cortos (Fa)	1,20
Coeficiente de amplificación periodos largos (Fv)	1.60
Categoría del Proyecto	Intermedia
Grupo de uso	IV

Tabla 4. Coeficientes de diseño sísmico.

	T (s)	Sa (g)	Sv (m/s)	Sd (m)
	0.00	0.90	0.00	0.00
T0	0.13	0.90	0.19	0.00
Tc	0.64	0.90	0.90	0.09
	1.20	0.48	0.90	0.17
	1.50	0.38	0.90	0.22
	2.00	0.29	0.90	0.29
	2.50	0.23	0.90	0.36
	3.00	0.19	0.90	0.43
TL	3.84	0.15	0.90	0.55
	8.00	0.03	0.43	0.55
	10.00	0.02	0.34	0.55

Tabla 5: Valores de aceleración, velocidad y desplazamiento espectral.

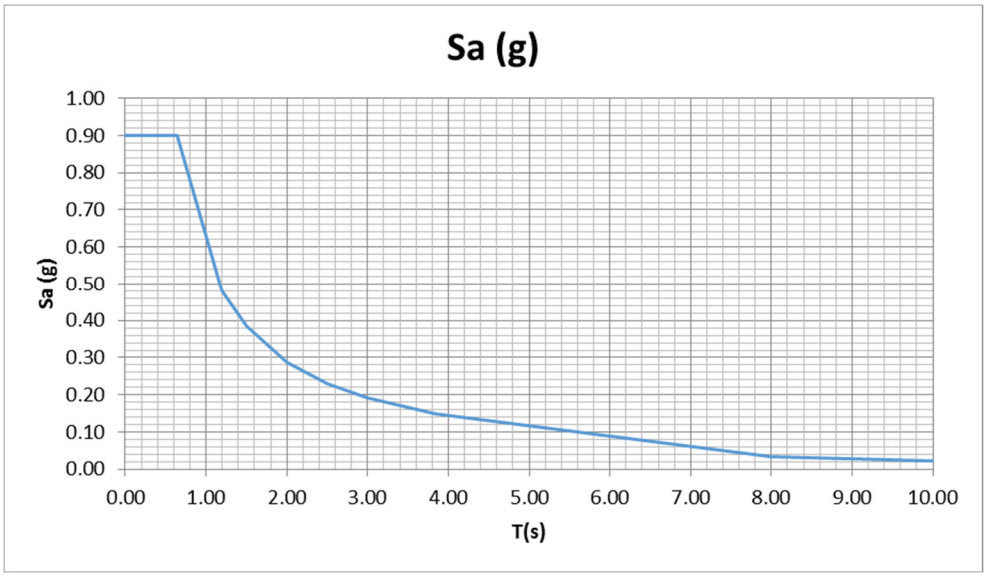


Ilustración 23. Espectro elástico de aceleraciones. (A.2.6.1 de la NSR-10).

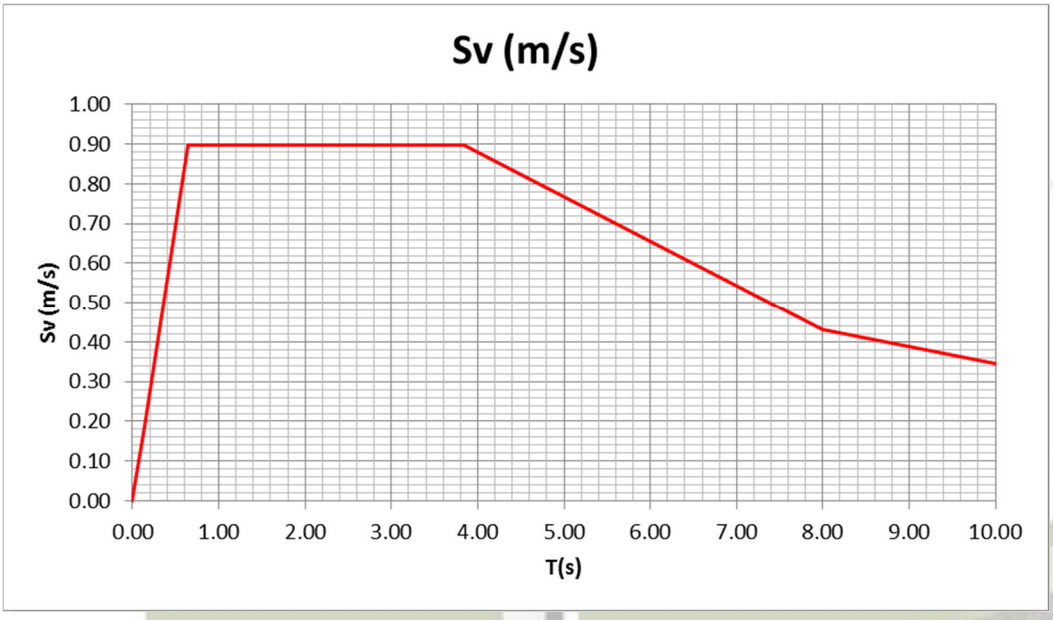


Ilustración 24. Espectro elástico de velocidades. (A.2.6.2 de la NSR-10).

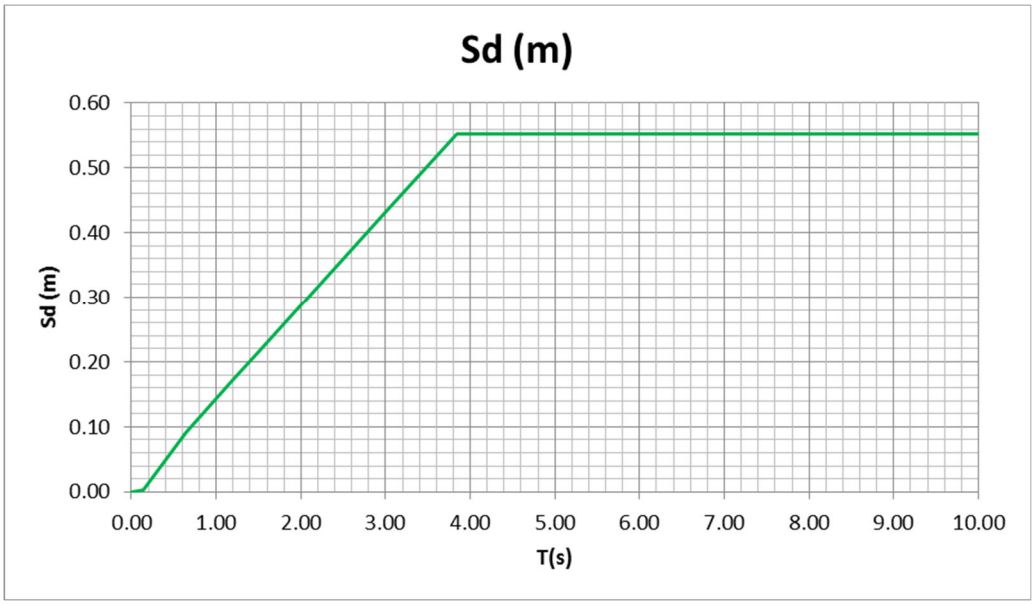


Ilustración 25. Espectro elástico de desplazamientos. (A.2.6.2 de la NSR-10).

4.8 Efectos sísmicos locales

La ciudad de Tunja está clasificada en la NSR-10 como de riesgo sísmico intermedio, con influencia de fallas activas como la de Chivatá. Aunque al momento de efectuar los sondeos, la ciudad de Tunja no cuenta con un estudio oficial de microzonificación sísmica, se recomienda que el diseño estructural se realice para un perfil de suelo Tipo C el cual fue establecido en función del número medio de golpes del ensayo de penetración dinámica DPSH (N^{20}) o de los valores de resistencia al corte no drenado (Su) por tratarse de estratos de suelo cohesivo.

No es probable el fenómeno de licuación, ya que el suelo explorado no se encontró material arenoso fino y suelto de origen reciente.

5 RECOMENDACIONES

5.1 Tratamiento previo

Se recomienda realizar las siguientes actividades y medidas durante el desarrollo del proyecto:

- Cubrir perimetralmente las construcciones con andenes, las juntas deberán estar bien selladas e impermeabilizadas. Como el proyecto es vecino a otros predios que tendrán tiempos de construcción diferentes a los de este proyecto, se sugiere que los lotes vecinos se protejan con material de préstamo tipo recebo, para evitar la infiltración de aguas lluvias al lote en estudio. Los andenes y demás deben tener una pendiente tal que las aguas de escorrentía e encausen al sistema de alcantarillado pluvial.

- Construir unos drenes perimetrales que intercepten los posibles flujos de aguas sub-superficiales dentro del lote. Se recomienda un dren tipo francés recubierto con geotextil

- Separar la vegetación de la construcción al menos unos dos (2) metros. Evitar el empleo de especies que sean ávidas de agua, como eucaliptos y similares.



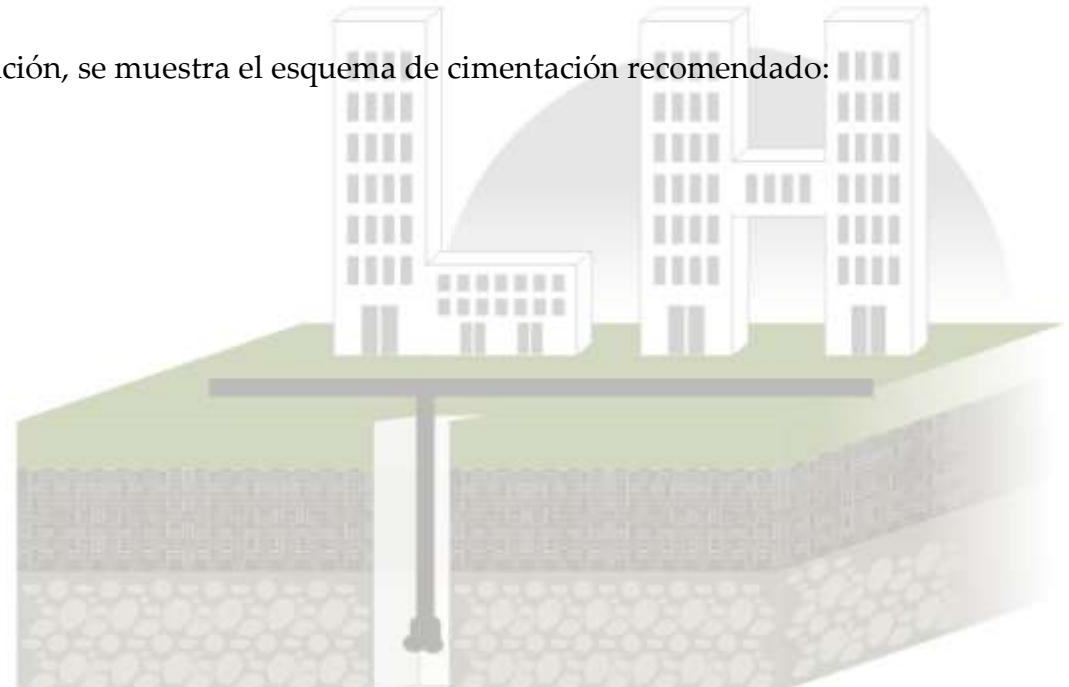
5.2 Tipo y nivel de cimentación.

Como la primera capa de suelo por debajo de la capa vegetal y de relleno es un limo de alta plasticidad, el tipo de cimentación dependerá de la presión de expansión y las cargas que se apliquen por la estructura al suelo; las opciones de cimentación más probables son:

- Cimientos individuales cuadrados ligados con vigas de amarre
- vigas de cimentación lo suficientemente rígidas para resistir la expansión del suelo.

La cimentación se apoyará en cualquier caso sobre el suelo natural por lo menos -1.00 metros, a partir del nivel 0 del proyecto, bajo la cimentación deberá disponerse de un mejoramiento en material seleccionado y debidamente compactado de mínimo 1.50 metros de espesor, bajo el mejoramiento quedará el estrato de apoyo que corresponderá al limo de alta plasticidad color marrón a gris claro de consistencia firme, y el espesor de éste hasta la placa de contrapiso será de 2.50m aproximadamente

A continuación, se muestra el esquema de cimentación recomendado:



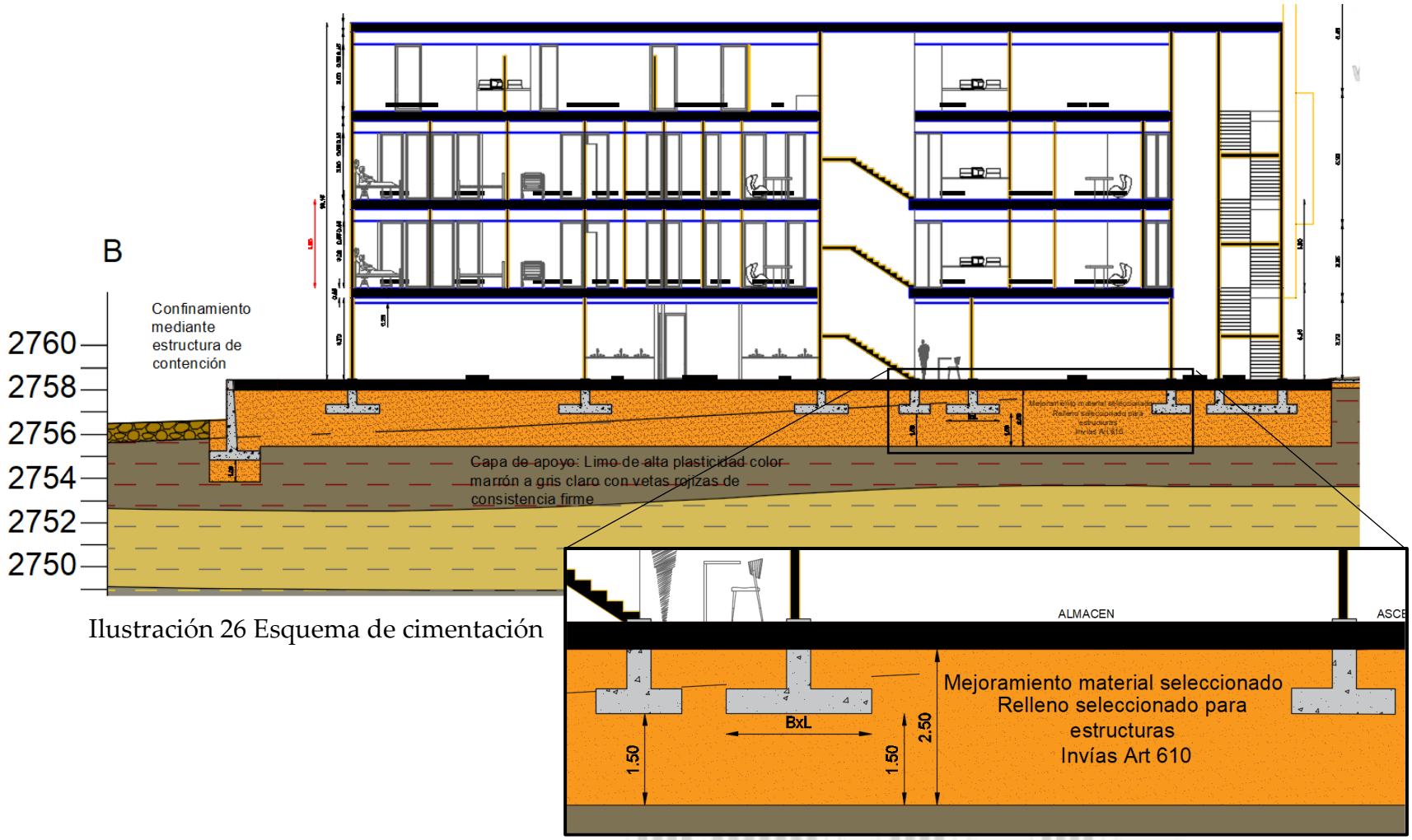


Ilustración 26 Esquema de cimentación

5.3 Presión de trabajo (capacidad portante)

La presión máxima que pueda transmitir la cimentación estará próxima a la capacidad portante del suelo natural localizado por debajo de los niveles de cimentación recomendados, la cuantía depende del tipo y ancho de cimentación. La presión de contacto está condicionada a la capacidad de carga del suelo a este nivel. La capacidad de soporte de suelo de contacto expresa como:

$$\sigma_u = cN_c F_{cs} F_{cd} F_{ci} + qN_q F_{qs} F_{qd} F_{qi} + \frac{1}{2}\gamma N_\gamma N_\gamma F_{\gamma s} F_{\gamma d} F_{\gamma i}$$

$$\sigma_{seguridad} = \frac{\sigma_u}{FS}$$

Como el suelo de apoyo es arcilloso, la expresión de capacidad de soporte se simplifica a la siguiente relación:

$$\sigma_{ultimo} = 5.14 * c * F_{cs} F_{cd} + q$$

$$F_{cs} = 1 + 0.19 \frac{B}{L}$$

$$F_{cd} = 1$$

Del análisis efectuado en la memoria de cálculos se llegó a los valores registrados en las tabla 1 y 2.

B (m)	Longitud de la cimentación (m)	σ ultimo (Ton/m2)	σ adm (Ton/m2)	σ seguridad (KPa) (FS =3,0)	σ seguridad (Ton/m^2) (FS=2,5)	σ seguridad (Kpa) (FS=2,5)	σ seguridad (Ton/m^2) (FS=1,5)	σ seguridad (KPa) (FS =1,5)
1.00	1.00	67	22	222	27	266	44	444
1.10	1.10	66	22	219	26	263	44	438
1.20	1.20	65	22	216	26	259	43	432
1.30	1.30	64	21	213	26	256	43	427
1.40	1.40	63	21	211	25	253	42	422
1.50	1.50	63	21	209	25	251	42	418
1.60	1.60	62	21	207	25	248	41	414
1.60	1.60	62	21	207	25	248	41	414
1.80	1.80	61	20	204	24	244	41	407
2.00	2.00	60	20	201	24	241	40	402
2.50	2.50	59	20	195	23	234	39	391

Tabla 6. Capacidad de soporte cimientos cuadrados.

B (m)	Longitud de la cimentación (m)	σ ultimo (Ton/m2)	σ adm (Ton/m2)	σ seguridad (KPa) (FS =3,0)	σ seguridad (Ton/m^2) (FS=2,5)	σ seguridad (Kpa) (FS=2,5)	σ seguridad (Ton/m^2) (FS=1,5)	σ seguridad (KPa) (FS =1,5)
0.40	10.00	48	16	160	19	192	32	319
0.50	10.00	47	16	156	19	188	31	313
0.60	10.00	46	15	154	18	184	31	307
0.70	10.00	45	15	151	18	181	30	302
0.80	10.00	45	15	149	18	178	30	297
0.90	10.00	44	15	146	18	176	29	293
1.00	10.00	43	14	144	17	173	29	289
1.60	10.00	41	14	136	16	164	27	273
1.80	10.00	40	13	135	16	162	27	269
2.00	10.00	40	13	133	16	160	27	267

Tabla 7. Capacidad de soporte cimientos continuos.

5.4 Asentamientos

Los asentamientos, al nivel de cimentación, son principalmente por consolidación y elásticos inmediatos; al nivel de cimentación encontrado los asentamientos dependen principalmente de la carga de contacto y las dimensiones del cimiento.

2.1.1 Asentamientos elásticos

Los asentamientos se determinan con base en una ecuación basada en la teoría de la elasticidad:

$$S_e = 2qB\,\frac{1-\upsilon^2}{E_u}\,I_p$$

Donde:

Siendo

q=	Esfuerzo aplicado		ν=	Relación de poisson =	0.5	
B=	ancho del cimiento		Eu=	Modulo de deformación no drenado=	4000	Ton/m^2
Cu=	Cohesión no drenada =	8.0 Ton/m2	Ip	Factor de influencia		

B (m)	***$\sigma_{seguridad}$ (ton/m^2)***	***S(cm) (z=H)***
1.00	22	0.81
1.10	22	0.86
1.20	22	0.90
1.30	21	0.95
1.40	21	0.98
1.50	21	1.02
1.60	21	1.05
1.60	21	1.05
1.80	20	1.11
2.00	20	1.16
2.50	20	1.25

Tabla 8 Asentamientos elásticos cimientos cuadrados

B (m)	***$\sigma_{seguridad}$ (ton/m^2)***	***S(cm) (z=H)***
0.40	16	0.63
0.50	16	0.71
0.60	15	0.78
0.70	15	0.84
0.80	15	0.88
1.20	14	1.02
1.50	14	1.09
1.60	14	1.10
1.80	13	1.13
2.00	13	1.15

Tabla 9 Asentamientos elásticos cimientos corridos

2.1.2 Asentamientos por consolidación

El cálculo de los asentamientos con el método edométrico permite valorar un asentamiento de consolidación de tipo unidimensional, producto de las tensiones inducidas por una carga aplicada en condiciones de expansión lateral impedida.

Los asentamientos se determinan como:

Si se trata de un terreno sobre consolidado (OCR>1),

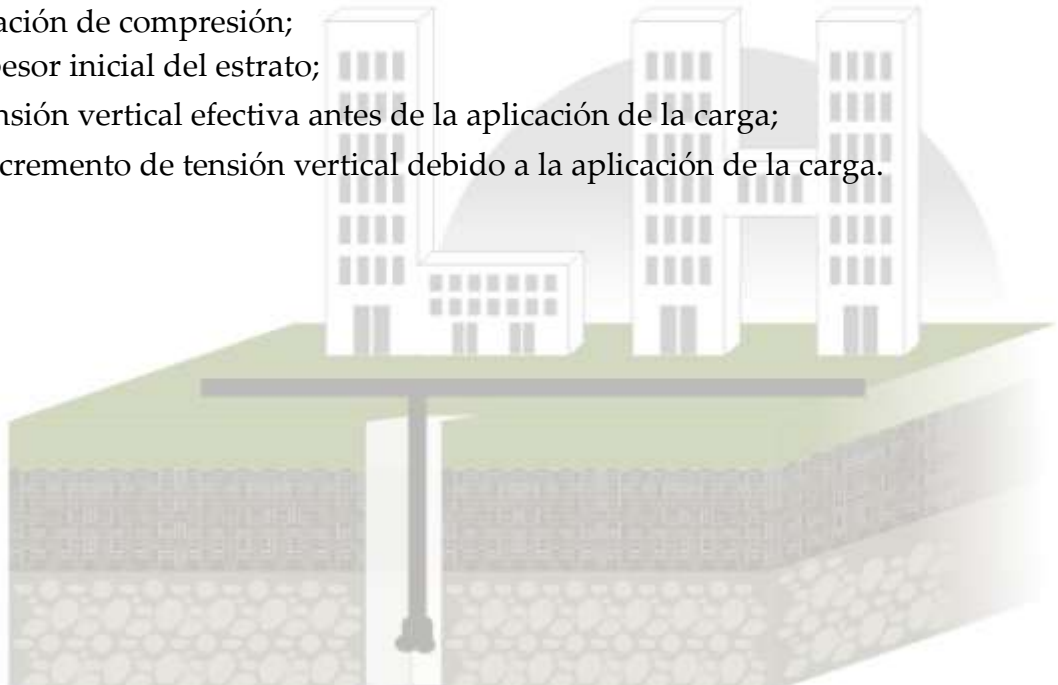
$$\Delta H = H_0 \cdot RR \cdot log \frac{\sigma'_{v0} + \Delta\sigma_v}{\sigma'_{v0}}$$

Si en cambio el terreno es normalmente consolidado

$$\Delta H = H_0 \cdot CR \cdot log \frac{\sigma'_{v0} + \Delta\sigma_v}{\sigma'_{v0}}$$

Donde:

- *RR* Relación de recompresión;
- *CR* Relación de compresión;
- H_0 espesor inicial del estrato;
- σ'_{v0} tensión vertical efectiva antes de la aplicación de la carga;
- $\Delta\sigma_v$ incremento de tensión vertical debido a la aplicación de la carga.



B (m)	$\sigma_{seguridad}$ *(ton/m²)*	*Sc (cm)*
1	22	0.99
1.2	22	1.5
1.4	21	2.3
1.6	21	2.9
1.8	20	3.5
2	20	3.9
2.5	20	4.8

Tabla 10 Asentamientos por consolidación cimientos cuadrados

B (m)	$\sigma_{seguridad}$ *(ton/m²)*	*Sc (cm)*
0.40	16	1.68
0.60	15	2.50
0.80	15	3.10
1.20	14	3.96
1.60	14	4.70
1.80	13	5.10
2.00	13	5.4

Tabla 11 Asentamientos por consolidación cimientos corridos

2.1.3 Asentamientos totales

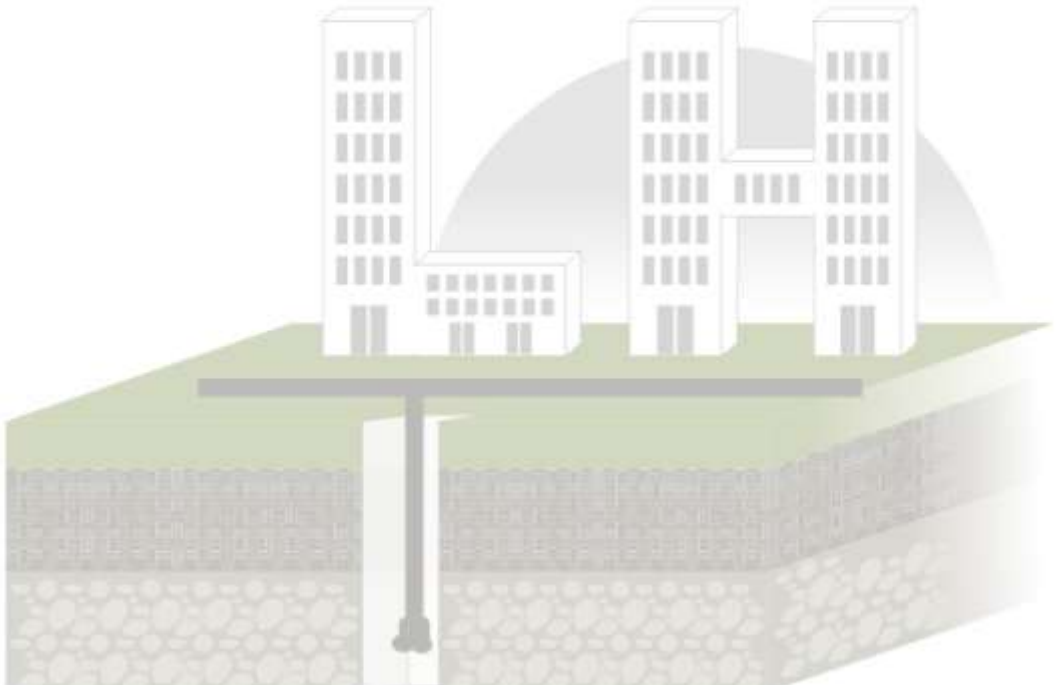
Los asentamientos definitivos en la cimentación serán la suma de los asentamientos elásticos y los asentamientos producto del fenómeno de la consolidación.

B (m)	$\sigma_{seguridad}$ *(ton/m²)*	*Se (cm)*	*Sc (cm)*	*St (cm)*
1	22	0.81	0.99	1.8
1.2	22	0.9	1.5	2.4
1.4	21	0.98	2.3	3.28
1.6	21	1.05	2.9	3.95
1.8	20	1.11	3.5	4.61
2	20	1.16	3.9	5.06
2.5	20	1.25	4.8	6.05

Tabla 12 Asentamientos totales cimientos cuadrados

B (m)	$\sigma_{seguridad}$ *(ton/m²)*	*Se (cm)*	*Sc (cm)*	*St (cm)*
0.40	16	0.63	1.68	2.31
0.60	15	0.78	2.50	3.28
0.80	15	0.88	3.10	3.98
1.20	14	1.02	3.96	4.98
1.60	14	1.10	4.70	5.80
1.80	13	1.13	5.10	6.23
2.00	13	1.15	5.4	6.55

Tabla 13 Asentamientos totales cimientos corridos



5.5 Módulo de reacción de la subrasante

El módulo de reacción se calcula, para suelos arcillosos como:

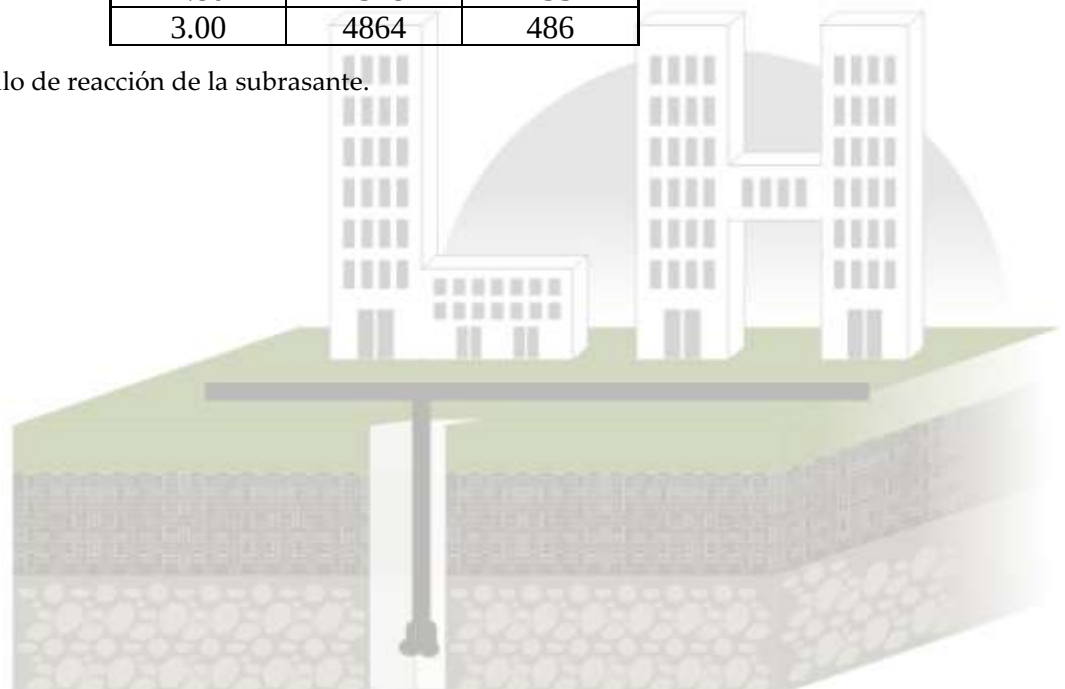
$$k_s = k_{s1}\left(\frac{B+0.3}{2B}\right)^2 \ [KN/m^3]$$

Siendo

$$k_{s1} = 0.67k_{c1} \quad k_{c1} = 300c_u \ [c_u \ en \ KPa]$$

B (m)	k (kN/m3)	k (Ton/m3)
0.80	7600	760
1.00	6794	679
1.20	6281	628
1.50	5789	579
1.80	5472	547
2.00	5316	532
2.20	5191	519
2.50	5043	504
2.80	4928	493
3.00	4864	486

Tabla 14. Módulo de reacción de la subrasante.



5.6 Muros de contención y presiones laterales

Para el cálculo de las presiones de tierra se recomienda realizar pruebas de caracterización del material que se utilizará como relleno de mejoramiento; para el diseño se recomienda un material de relleno de 30º de ángulo de fricción interna.

Suelo de Relleno

- Ángulo de fricción: ϕ =30°
- Coeficiente fricción suelo – muro: 0.36
- Coeficiente de presión activa (K_a): 1/3
- Coeficiente de presión activa sísmica (K_{ae}) = 0.40
- Ángulo de fricción suelo-cimentación: 20°
- Ángulo de fricción Terreno-Zapata: 20°

Esto implica que los muros se construirán para soportar un material de relleno, que proteja el muro de la expansión del suelo y evite presiones de suelo por el hinchamiento de éste.

El empuje activo estático se calcula como

$$P_a = \frac{1}{2} K_a \gamma H^2$$

Se deberán tener en cuenta las sobre cargas impuestas sobre el muro, como por ejemplo edificaciones vecinas, a continuación, se presenta el empuje activo para el caso de un muro de contención de altura variable contra material de relleno un caso sin sobre carga y un caso con una sobrecarga de 4t/m²



q	0	t/m2
ka	0.333	
NF	-	m
γ	2.1	t/m3
γ'	2	t/m3
γω	0.99	t/m3
Prof (m)	σ'h (t/m2)	
0	0.00	
0.5	0.35	
1	0.70	
1.5	1.05	
2	1.40	
2.5	1.75	

Tabla 15: **Empujes sobre elementos de contención. Condición de empuje activo sin sobrecarga**

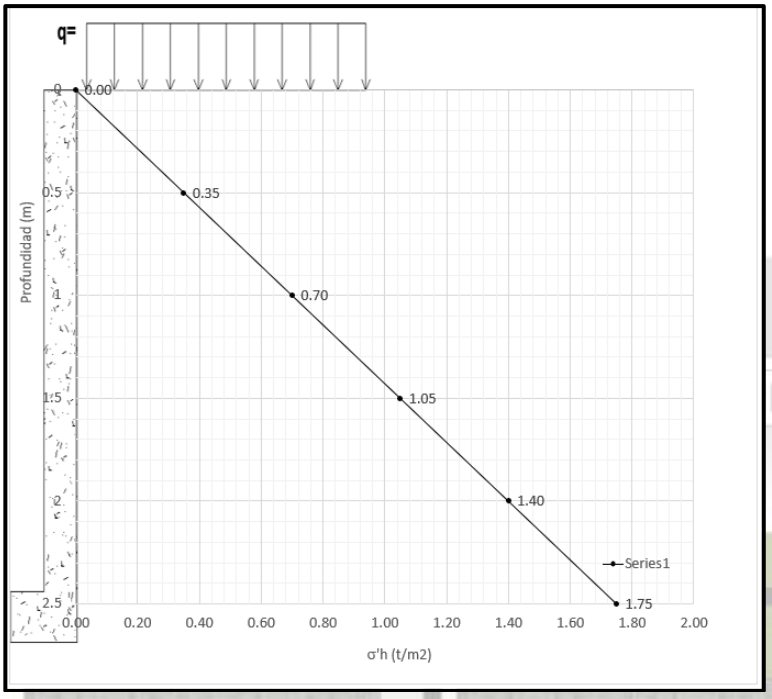


Ilustración 27 **Empujes sobre elementos de contención. Condición de empuje activo sin sobrecarga**

q	4	t/m2
ka	0.333	
NF	-	m
γ	2.1	t/m3
γ'	2	t/m3
γω	0.99	t/m3
Prof (m)	σ'h (t/m2)	
0	1.33	
0.5	1.68	
1	2.03	
1.5	2.38	
2	2.73	
2.5	3.08	

Tabla 16: Empujes sobre elementos de contención. Condición de empuje activo con sobrecarga

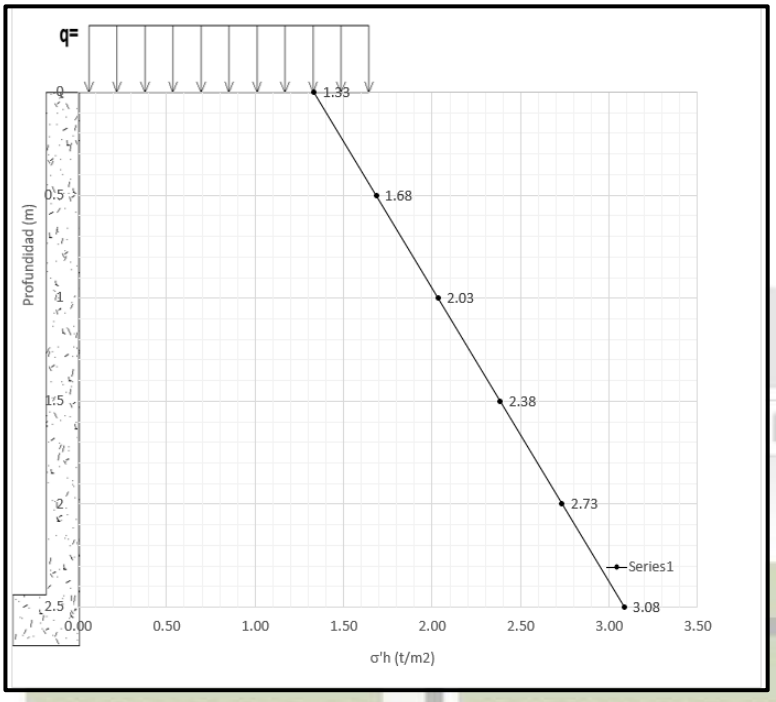


Ilustración 28 Empujes sobre elementos de contención. Condición de empuje activo con sobrecarga

6 SISTEMA GEOTÉCNICO CONSTRUCTIVO

6.1 Escenario antes de la construcción

El área de estudio presenta una topografía semiplana adecuada como zona de parqueadero del la ESE Hospital Santiago de Tunja, con una capa de relleno superficial con espesores que varias de 20 cm a 80. El edificio proyectado será adyacente a la actual edificación del ESE hospital local Santiago de Tunja.



Ilustración 29. Vista general del sitio de estudio

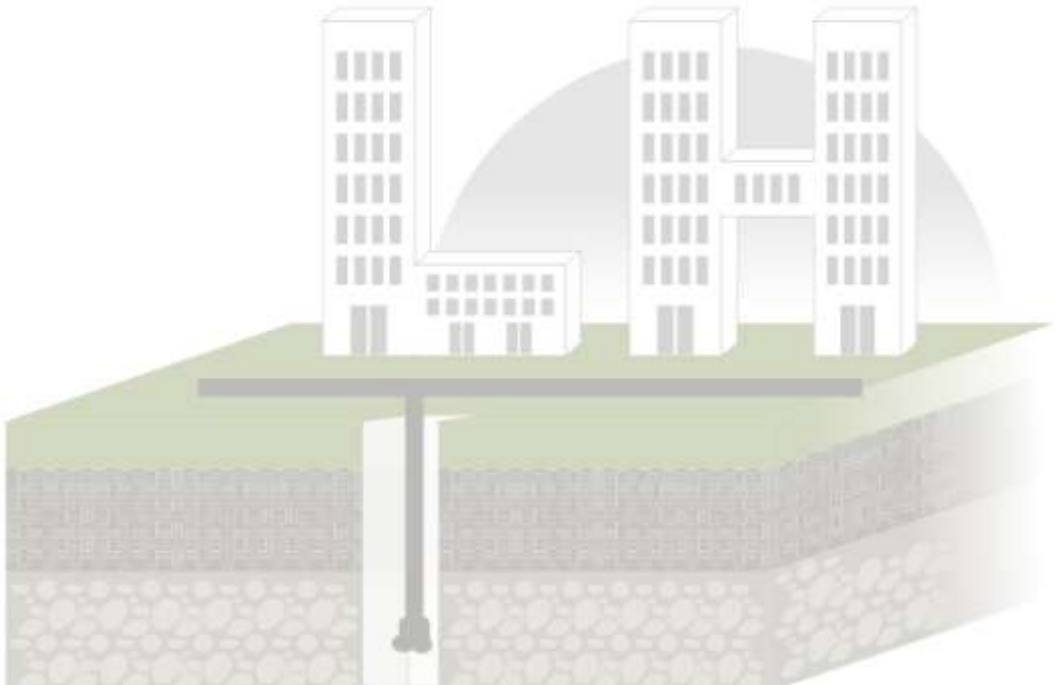
Es importante que se verifiquen y validen los diseños y recomendaciones aquí propuestas con la implantación final del proyecto y las cargas estructurales definitivas. Se deberán validar las solicitaciones que generarán las estructuras al suelo, así como los asentamientos, tal como se exige en el título H del reglamento de construcciones sismorresistentes NSR-10.

Por su envergadura y las condiciones del tipo de suelo este proyecto requiere de supervisión geotécnica, durante las etapas de diseño y construcción, para definir en cada sitio el nivel de cimentación requerido y supervisar el proceso de excavación.

6.2 Escenario durante la construcción

Al momento de hacer las excavaciones, el suelo estará expuesto a la intemperie, con ciclos de humedecimiento y secado, de acuerdo con las condiciones climáticas durante este proceso. Este momento es crítico para el proyecto, porque una pérdida drástica de la humedad natural del suelo, ocasionará una contracción severa del suelo, que será posteriormente recuperada cuando esté hecha la obra, manifestándose en movimientos diferenciales que pueden afectar severamente la estructura. Es fundamental, entonces, que una vez se hagan las excavaciones se proteja el suelo natural con el material de relleno previsto para este caso y se construya la cimentación de forma expedita. Si por alguna eventualidad el suelo natural queda expuesto a la intemperie por un largo periodo de tiempo, y el suelo comienza a agrietarse, se recomienda humedecer el suelo hasta que se cierren las grietas de tracción nuevamente. Esto debido a que los suelos encontrados presentan características expansivas.

Los taludes verticales para los muros serán estables a corto plazo, hasta la máxima altura prevista; sin embargo, el preferible que los taludes se tiendan con una pendiente de 60º para formar el cajón del relleno tras el muro. Igual que los cimientos, la construcción de los muros deberá ser expedita.



6.3 Excavaciones



Ilustración 30 muestra extraída

Es indispensable inmediatamente realizada las excavaciones hasta la cota de mejoramiento empezar a disponer el material de mejoramiento, ya que como se ha explicado el material es de expansividad alta y se debe evitar al máximo los cambios de humedad en el suelo de fundación.

Las excavaciones permanentes serán estabilizadas por los muros de contención, donde este previsto. Donde no se prevean muros de contención se deberá hacer un corte con una inclinación menor a los 60º respecto a la horizontal, empradizando posteriormente los taludes conformados, para evitar la erosión del suelo.

Las excavaciones se realizarán con maquinaria convencional (retroexcavadora, buldozer) sin que existan restricciones al respecto.

Se estima que el suelo tenga un factor de abundamiento del 40%, es decir, que un (1) m^3 de material de la excavación en el terreno ocupara 1.40 m^3 sueltos en las volquetas aproximadamente.

El suelo excavado no será reutilizado como relleno en ninguna parte de la obra, y el material excavado se transportará inmediatamente a la escombrera donde se prevea su disposición.

Al borde de los taludes sin estabilizar no se permitirán sobrecargas, como materiales de construcción o material excavado, a riesgo de desestabilizar los taludes.

2.1.4 Características del material de relleno y compactación

- **Relleno para estructuras Invías Art. 610**

  El material de relleno deberá ser caracterizado de acuerdo a los lineamientos normativos para material de relleno seleccionado, para el cual deberá cumplir con las siguientes características:

  - ✓ Tamaño máximo 1 1/2”
  - ✓ Pasa malla 200 máx. 25%
  - ✓ Índice de plasticidad máx. 10%.
  - ✓ Desgaste en la máquina de los ángeles máx. 50%.
  - ✓ CBR de laboratorio (%) mínimo. 10

Para la ejecución de los trabajos de compactación deberá seguirse el siguiente procedimiento:

- El material de mejoramiento debe extenderse
- Nivelarse con motoniveladora o equipo disponible
- Humedecerse hasta que alcance la humedad óptima o muy cerca de ella
- Compactarse con el medio de compactación disponible hasta alcanzar la densidad de diseño
- Realizar verificación del porcentaje de compactación, el cual deberá ser ≥ 95%, mediante pruebas de determinación de densidad y humedad.

2.1.5 Controles de obra

- ✓ El material que sea extraído de cortes no debe utilizarse como relleno, no es apto para labores de mejoramiento o conformación de rellenos que den apoyo a obras civiles.

- ✓ En caso de encontrar materiales distintos a los descritos al presente estudio, se deberá validar dicho hallazgo con la realización de estudios complementarios.

- ✓ Control del porcentaje de compactación y calidad de los agregados a emplear.

6.4 Estructuras de contención

Por debajo de la base del muro se instalará una capa de material de relleno, tipo recebo, de mínimo 1.0 metros de espesor, compactado al menos al 90% de la prueba de próctor modificado. Detrás del muro se instalará un dren de gravilla envuelta en geotextil, de unos 50 cm de espesor y de altura igual a la altura del muro, o un geodren planar de la misma altura. Igualmente, los muros tendrán lloraderos para la facilitar la evacuación de las aguas.

6.4.1 Cimentaciones

Bajo los cimientos y las placas de piso se instalará una capa de material de mejoramiento, tipo recebo, de 1.50 m de espesor, compactado al menos al 95% de la prueba de próctor modificado. Se deberá garantizar un recubrimiento de concreto para cimientos y placas de piso de mínimo 7 cm.

- Se deberán realizar las excavaciones, cortes y nivelaciones necesarias para la construcción de la cimentación del proyecto. Se deberá escarificar el material de relleno suelto y cualquier material con contenido de materia orgánica. Se iniciará con la excavación del área en que se construirán los cimientos continuos para el muro de contención que se proyecta en el lote de estudio.

- Dependiendo la profundidad de excavación final y facilidad constructiva se podrá realizar la excavación con un ***talud de 90° o 60°*** con respecto a la horizontal.

- Paso seguido se iniciará el relleno con material seleccionado para alcanzar la cota cero del proyecto arquitectónico en capas de no más de 15 cm, dejando previamente los espacios en donde irán las zapatas de cimentación de la estructura.
- La construcción de los cimientos será un proceso expedito. No se permitirá que las excavaciones permanezcan a la intemperie indefinidamente.

- Las excavaciones de los cimientos se realizarán por etapas de acuerdo con el avance de obra y una vez el suelo de relleno tenga el grado de compactación especificado; no es recomendable construir los cimientos primero, y luego rellenar, por el riesgo de dañar las zapatas y vigas con el equipo de compactación.

- Los cimientos deberán ligarse mediante vigas de amarre.

- Las zapatas estarán diseñadas y construidas en concreto reforzado de mínimo 21 MPa (3000 psi) y acero de Fy = 420 MPa (60000 psi).

- Con el relleno bien compactado, no debe requerirse de cimbras para las zapatas y vigas, sino que será suficiente con hacer la excavación del suelo. Sin embargo, la instalación del refuerzo y la fundida del concreto deben hacerse una vez se hayan hecho las excavaciones.

- Para la disposición del concreto y refuerzo se deberá garantizar que el área este nivelada y libre de impurezas, así como se deberá asegurar un adecuado ensamble de las formaletas, a manera de conservar la geometría de la cimentación y resistencia de diseño del concreto. A su vez se recomienda seguir procedimientos adecuados para la disposición y curado del concreto.

2.1.6 Control de flujo de agua

- El proyecto deberá contar con un sistema de disposición y evacuación de aguas eficiente, que evite al máximo la infiltración del agua lluvia al terreno natural y la erosión de este.

- Se deberá fijar adecuadamente los niveles de desagüe, accesos, pistas, acequias y otros.

- Se deberá cubrir perimetralmente las construcciones con andenes, las juntas deberán estar bien selladas e impermeabilizadas. Como el proyecto en estudio es vecino a otros lotes que tendrán diferentes tiempos de construcción, es importante que los límites con el lote vecino se protejan con material de préstamo tipo recebo, para evitar la infiltración de aguas lluvias al lote en estudio. Los andenes y demás deben tener una pendiente tal que las aguas de escorrentía se encausen al sistema de alcantarillado pluvial.

- Construir unos drenes perimetrales que intercepten los posibles flujos de aguas sub-superficiales dentro del lote. Se recomienda un dren de arena y grava. No se recomienda el uso de geotextil por la colmatación que podría sufrir debido a la naturaleza de material fino que se presenta en el área de estudio.

- Separar la vegetación de la construcción al menos unos 2 metros. Evitar el empleo de especies que sean ávidas de agua, como eucaliptos y similares.

- Se recomienda que alrededor de la obra se construyan canales perimetrales que encausarán y conducirán las aguas de escorrentía superficial hasta la vía, las aguas subsuperficiales, se interceptarán con un dren francés de las dimensiones recomendadas en la Ilustración 31

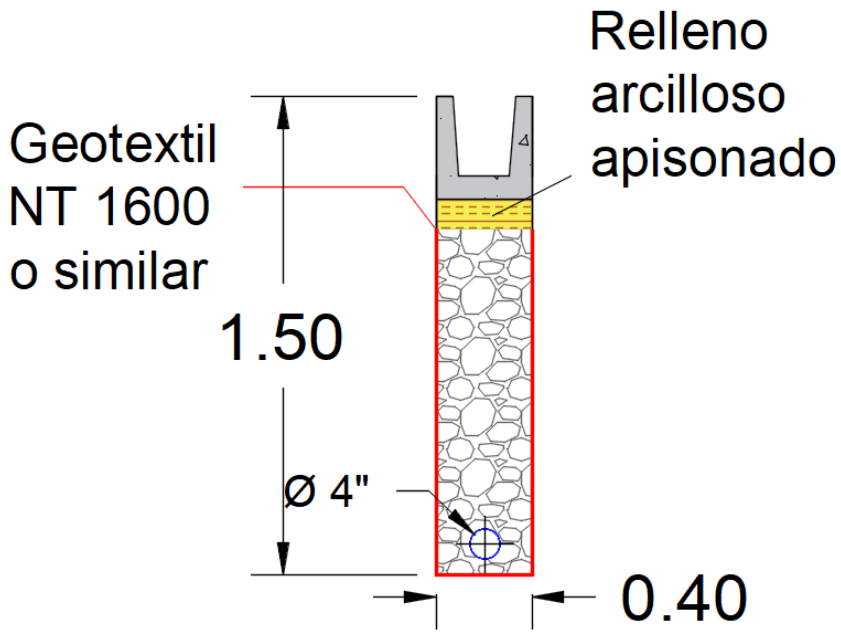


Ilustración 31 Detalle dren francés

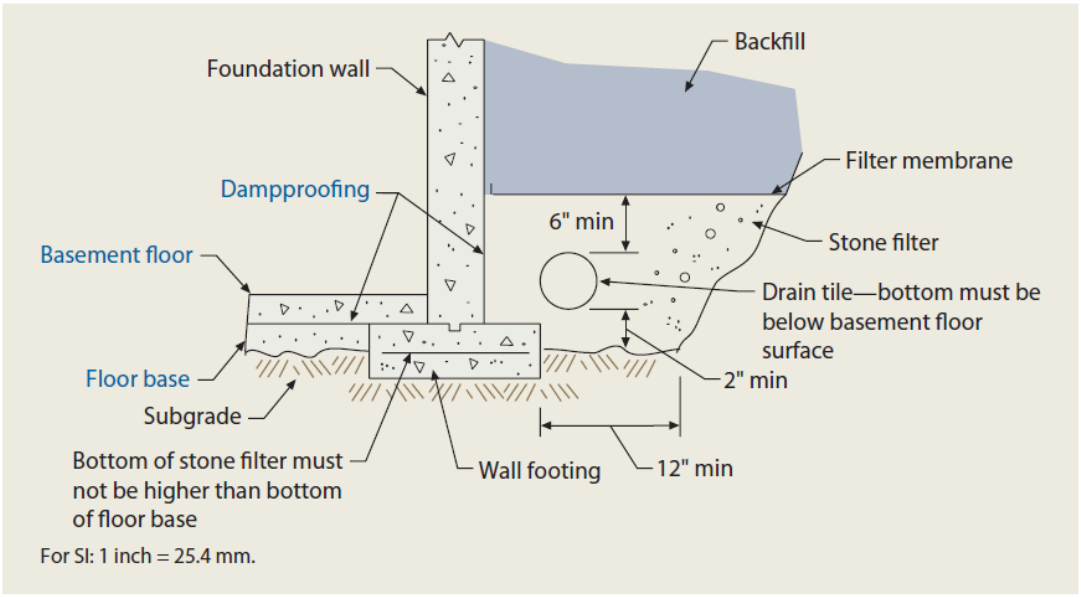
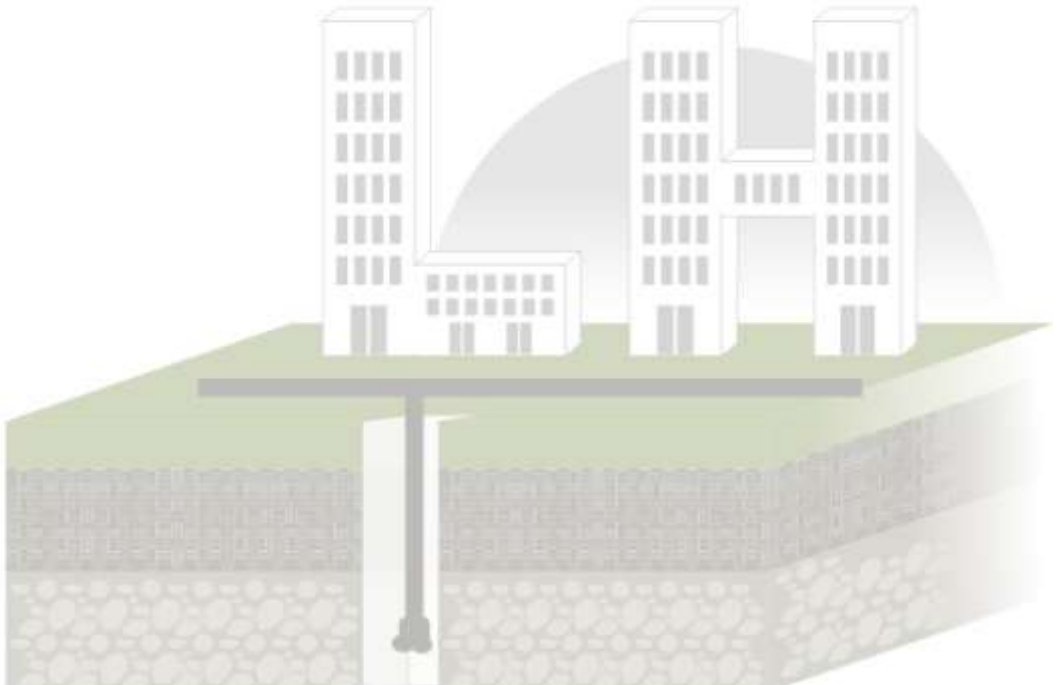


Ilustración 32. Drenaje muro de contención

6.5 Escenario después de la construcción

Una vez hecha la construcción, la humedad natural del suelo aumentará, por efecto capilar y la ausencia de evaporación. Este efecto no podrá evitarse, pero si controlarse, razón por la cual la obras de control de aguas superficiales y subsuperficiales así como el mejoramiento del suelo son esenciales para tal fin. La experiencia al respecto a la expansión indica que estos no se evidencian durante los primeros años del proyecto, sino que serán manifiestan después de varios años; una de las posibles causas al respecto es la falta de mantenimiento de las obras de drenaje, y agrietamientos de los andenes y pisos, lo que facilita la infiltración de las aguas lluvias, o la rotura de las redes de acueducto o alcantarillado. Se recomienda entonces que se cree un plan de mantenimiento anual de drenajes, andenes y cunetas.



7 RECOMENDACIONES GENERALES

- ✓ Es indispensable realizar la revisión del proyecto con la implantación definitiva y cargas finales, con el fin de determinar asentamientos diferenciales e integridad general del proyecto.

- ✓ Bajo la cimentación deberá disponerse de un mejoramiento en material seleccionado de por lo menos 1.50 metros de espesor y compactado por menos al 95% del ensayo modificado de compactación.

- ✓ La comprobación de la calidad de los materiales que harán parte del relleno de las estructuras del proyecto debe ser hecha en laboratorio mediante la aplicación de ensayos normalizados y aprobados.

- ✓ Deberá efectuarse un control de compactación en toda el área a intervenir con relleno y en otras capas granulares existentes y proyectadas, ello para evitar que se presenten asentamientos permanentes.

- ✓ Alrededor de las construcciones se protegerá el suelo mediante andenes de concreto o mampostería. Los andenes tendrán un ancho de por lo menos 1.00 m. En todo momento el suelo natural alrededor de las construcciones estará protegido de la intemperie.

- ✓ Se recomienda construir drenes alrededor de las estructuras para controlar el ascenso capilar del agua en el suelo.

- ✓ Los resultados y recomendaciones del presente estudio son consecuencia lógica de observaciones y mediciones en campo y laboratorio, las cuales tienen como soporte fundamental la investigación de 4 sitios concretos del área de la obra, tales resultados muestran un suelo homogéneo en resistencia y propiedades físicas o índice; sin embargo puede ocurrir que durante las excavaciones para los cimientos o en el estudio definitivo, se encuentren suelos con propiedades relativamente diferentes de las anunciadas en el presente informe, para tal situación se recomienda análisis complementario más detallado.

- ✓ El presente informe es válido única y exclusivamente para el área donde se realizó la exploración del suelo y para el alcance del proyecto descrito. Será necesario revalidar el proyecto si:

  - ➢ Se modifica el alcance o envergadura del proyecto, limitado a estructuras de hasta 4 niveles.

  - ➢ Se realizan excavaciones que estén por debajo del nivel de exploración inicialmente previsto para el proyecto.

  - ➢ Se realicen rellenos con materiales y/o de espesores distintos a los recomendados.

  - ➢ Se generen modificaciones dentro de las normas de construcción sismo resistente (NSR-10 o posteriores), que afecten el alcance del estudio de suelos.

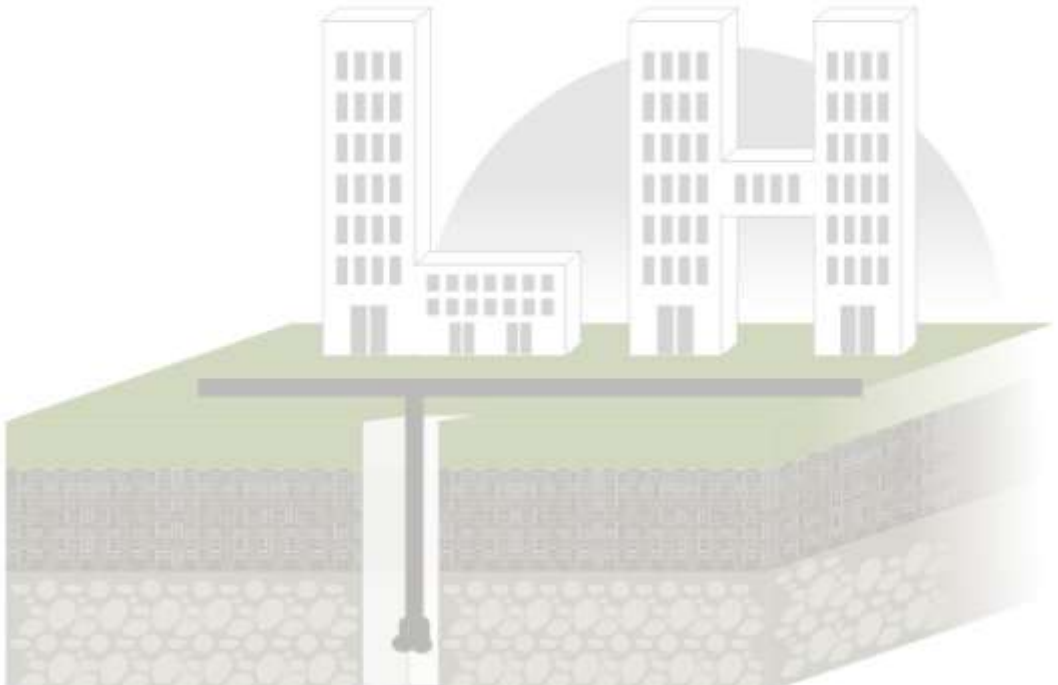
- ✓ Para supervisión técnica del proyecto y/o retroalimentación que requiera del proyecto y de lo contenido en el presente informe por favor comunicarse al 3108717384 y/o al correo electrónico lopezhnos@lhltda.com, indicando con claridad el nombre del proyecto, cliente, código de estudio – Número registrado en la portada del presente informe precedido por la sigla **ES** -, breve descripción de la solicitud (dudas, observaciones , cambios y/o visita técnica de supervisión). Tenga en cuenta que disponemos de medios presenciales y virtuales para la atención de sus inquietudes (Reunión presencial, videoconferencia y/o visita técnica en obra).

LÓPEZ HERMANOS GEOTECNIA Y AGUAS SUBTERRÁNEAS S.A.S.

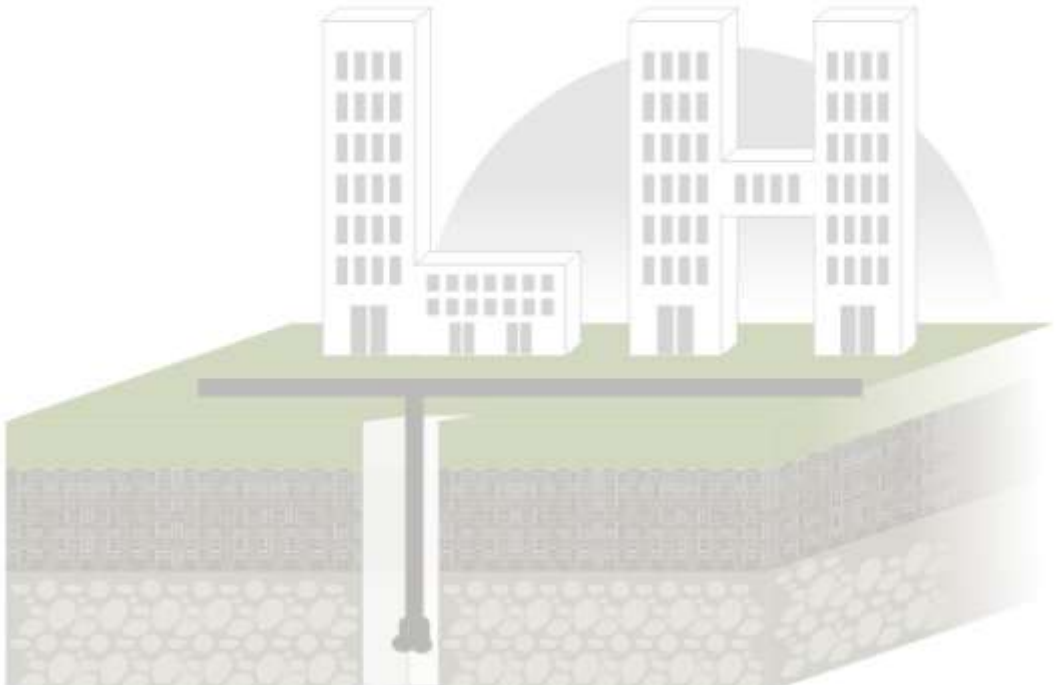
Ing. Libardo Adolfo López Ramírez
T.P 1520-2091715

Tunja, 23 de marzo de 2022

8 ANEXOS



8.1 PERFILES ESTRATIGRÁFICOS Y DE RESISTENCIA



LOPEZ HERMANOS S.A.S.
ESTUDIO DE SUELOS
SERVICIO DE LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETOS
POZOS PROFUNDOS

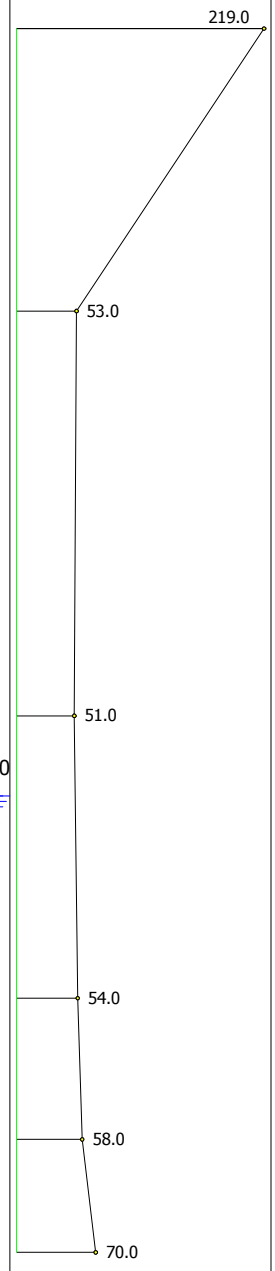
Avenida Norte N° 48-57
lhltda@lhltda.com
Telefono: 3108717384

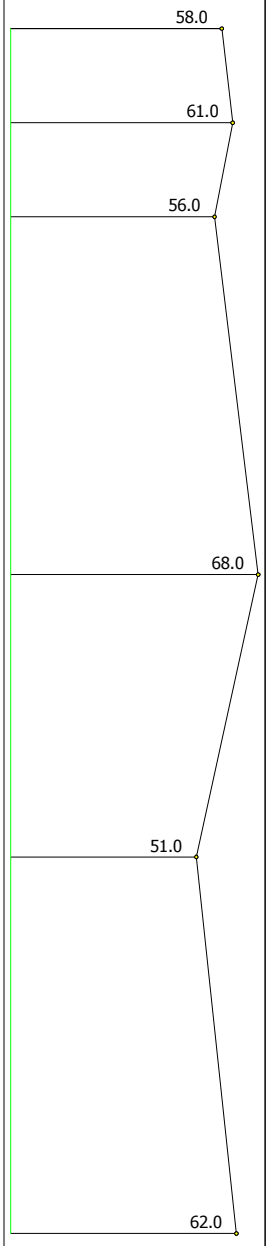
Solicitado por:	Localización	Nivel de referencia:	Inicio:	Finalizado:
ESE SANTIAGO DE TUNJA	TUNJA - BOYACÁ	NA	25/01/2022	27/01/2022

Proyecto:	Latitud:	Longitud:	Tipo de Perfil	N° sondeo	página
EDIFICIO HOSPITALARIO ESE SANTIAGO DE TUNJA	5°31'9.98"N	73°21'29.09"O	BARRENO	B-1	1

Profundidad (m)	Descripción del suelo	Profundidad Estrato (m)
	Material de relleno compuesto gravas arcillosas de color marrón	-0.30
-1 -2 -3	Material limoso de color gris con vetas rojizas a amarillas por presencia de oxidos, de consistencia firme a muy, plasticidad alta y potencial de expansión alto.Clasificación SUCS: MH.	-3.50
-4 -5 -6 -7	Material limoso de color habano a gris claro con vetas rojizas por presencia de oxidos, de consistencia firme, plasticidad muy alta y potencial de expansión muy alto. Clasificación SUCS: MH.	-7.50
-8 -9 -10 -11 -12	Material limoso de color gris claro con vetas amarillas oxidadas, de consistencia firme, plasticidad muy alta y potencial de expansión muy alto. Clasificacción SUCS: MH.	-12.50
-13 -14	Material limoso de color amarilllo, con vetas marrón oscuro por presencia de oxidos, de consistencia firme, plasticidad muy alta y potencial de expansión muy alto. Clasificación SUCS: MH.	-15.00

Nivel Freático (m): -10.00





Sonda: BARRENO

Observación: Se registró nivel freático a profundidad de 10 m.

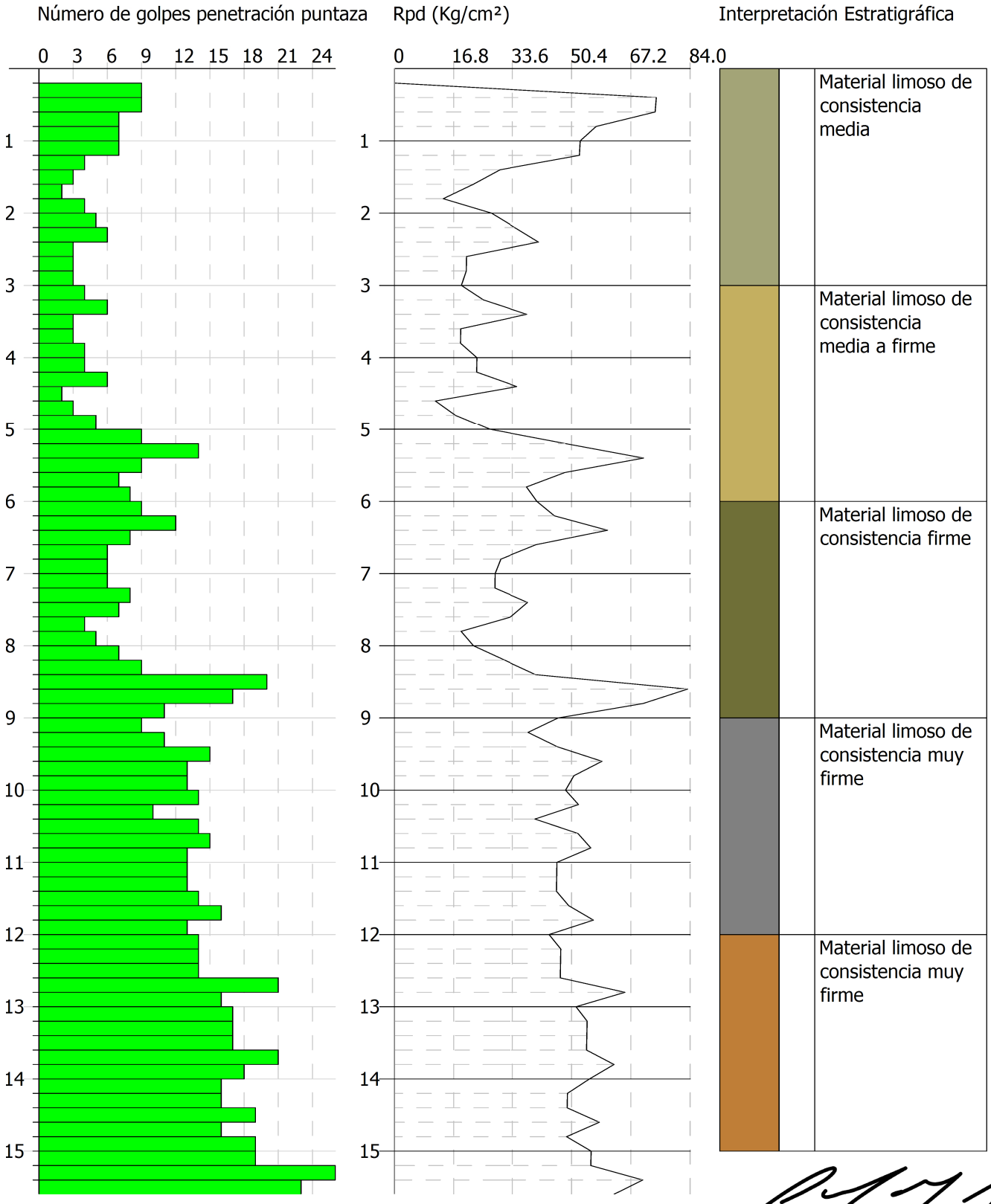
Jefe de Proyectos

López Hermanos Geotecnia y Aguas Subterráneas S.A.S
Estudios de Suelos
Servicio de Laboratorio de suelos y concretos
Pozos Profundos

ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA
DPSH B-2

Cliente: B&V Ingenieria
Descripción: Edificio Hospitalario ESE Santiago de Tunja
Localidad: Tunja-Boyacá

26-01-2022



LOPEZ HERMANOS S.A.S.
ESTUDIO DE SUELOS
SERVICIO DE LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETOS
POZOS PROFUNDOS

Avenida Norte N° 48-57
lhltda@lhltda.com
Telefono: 3108717384

Solicitado por:	Localización	Nivel de referencia:	Inicio:	Finalizado:
ESE SANTIAGO DE TUNJA	TUNJA - BOYACÁ	NA	24/01/2022	24/01/2022

Proyecto:	Latitud:	Longitud:	Tipo de Perfil	N° sondeo	página
EDIFICIO HOSPITALARIO ESE SANTIAGO DE TUNJA	5°31'9.09"N	73°21'29.41"O	BARRENO	B-3	1

Profundidad (m)	PERFIL	Descripción del suelo	Profundidad Estrato (m)	Nivel Freático (m)	Cohesión no drenada (KPa)	Índice de plasticidad (%)
0		Material de relleno compuesto gravas arcillosas de color marrón grisáceo.	-0.80			
-1		Material limoso de color marrón oscuro con vetas rojizas por presencia de oxidos, de consistencia firme, plasticidad y potencial de expansión muy alto. Clasificación SUCS: MH.	-1.20			
-2		Material arcilloso de color habano a amarillo con vetas grises claras, de consistencia muy firme, plasticidad muy alto y potencial de expansión muy alto. Clasificación SUCS: MH.	-5.00		54.0 / 40.0 / 67.0	33.0 / 39.0 / 53.0 / 56.0
-3						
-4						
-5		Material limoso de color marrón con vetas rojizas por presencia de oxidos, de consistencia dura, de plasticidad y potencial de expansión alto. Clasificación SUCS: MH.	-6.00			

Sonda: BARRENO

Observación: No se registró nivel freático a profundidad.

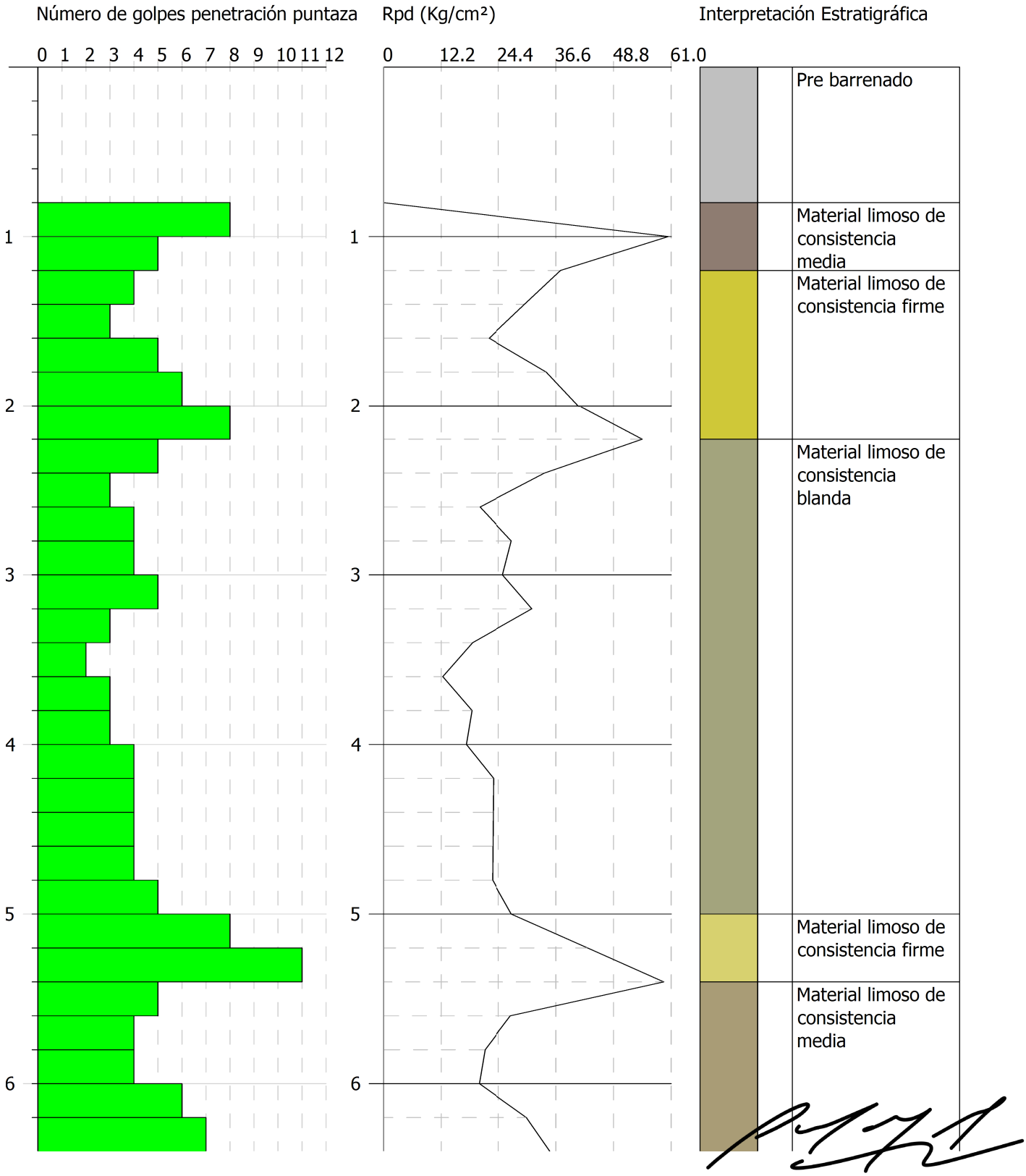
Jefe de Proyectos

López Hermanos Geotecnia y Aguas Subterráneas S.A.S
Estudios de Suelos
Servicio de Laboratorio de suelos y concretos
Pozos Profundos

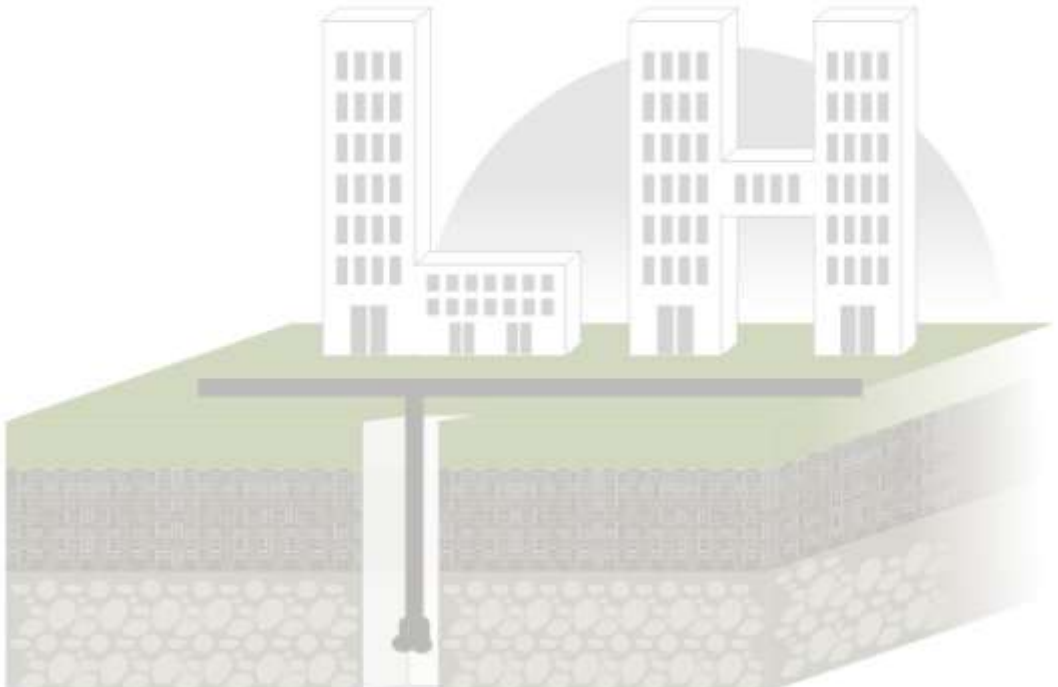
ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA
DPSH B-4

Cliente: B&V Ingenieria
Descripción: Edificio Hospitalario ESE Santiago de Tunja
Localidad: Tunja-Boyacá

26-01-2022



8.2 RESUMEN DE ENSAYOS DE LABORATORIO



LÓPEZ HERMANOS GEOTECNIA Y AGUAS SUBTERRÁNEAS S.A.S.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y CONCRETOS

Avenida Norte No. 48-57 Tel. 403972 Tunja, BOY.

Obra: EDIFICIO HOSPITALARIO

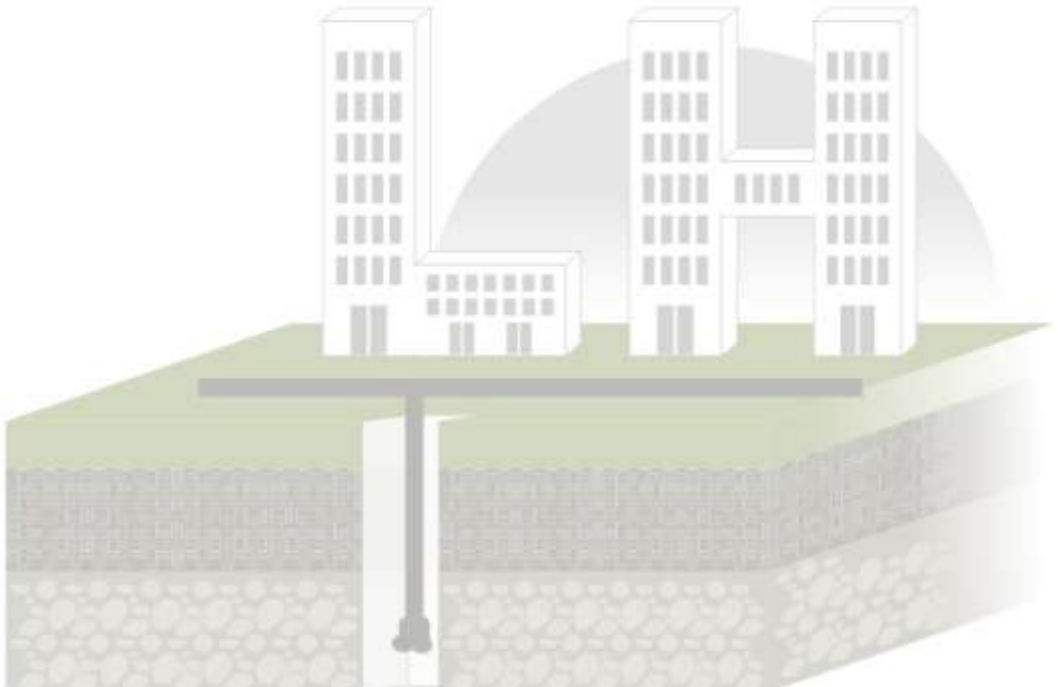
Localización: Tunja, Boyacá

Fecha de ensayos: febrero de 2022

CUADRO RESUMEN DE ENSAYOS

	Propiedades físicas y clasificación														Resistencia no drenada					Corte directo C.U.		Consolidación									
Barreno Nº- Prof. (m)	Humedad natural%	Límite Líquido (%)	Límite plástico (%)	Índice de plasticidad (%)	Índice de liquidez	Humedad de equilibrio (%)	Peso unitario total (kN/m³)	Peso unitario seco (kN/m³)	%Paso No.4 (<4.75 mm)	% Pasa 200 (<0.075mm)	% Finos	% Arenas	% Gravas	Clasificación USC	Compresión inconfinada (kPa)	Cohesión no drenada (kPa)	Penetrometro de bolsillo (kPa)	Veleta de mano (kPa)	Veleta de mano corregida (kPa)	Cohesión (kPa)	Ángulo de fricción (°)	Índice de compresión (Cc)	Índice de recompresión (Cr)	Expansión (%)	Presión de expansión controlada (kPa)	Radio de sobreconsolidación (OCR)	estado	Expansividad	Plasticidad	Compresibilidad (Cc)	Consistencia (INCONFINADA)	Consistencia (PENETROMETRO)
B-1(0.7/1)	42.0																					0.43	0.17		215.80							
B-1(1.7/2)	42.5	103	45	58	0.0	**52**	15.8	11.1							438	219	> 450.0	175.0	107.19								Sólido	Muy alta	Muy Alta	0.90	Dura	Dura
B-1(2.7/3)		106	45	61		53														20.00	17.00							Muy alta	Muy Alta			
B-1(3.7/4)		107	51	56		54																						Muy alta	Muy Alta			
B-1(4.7/5)	66.4						15.0	9.0							107	53	150	100.0													Firme	Firme
B-1(5.7/6)	58.5																125	75.0		62.00	18											Firme
B-1(7.5/7.8)		126	58	68		63																1.41	0.20					Muy alta	Muy Alta			
B-1(9/9.3)	90.6						14.0	7.4							102	51	125	50.0													Firme	Firme
B-1(10.5/10.8)		104	53	51		52																						Muy alta	Muy Alta			
B-1(12/12.3)	92.1						14.4	7.5							108	54	150	87.5													Firme	Firme
B-1(13.5/13.8)	92.9						14.5	7.5							116	58	150	87.5													Firme	Firme
B-1(14.7/15)	126.4	122	60	62	1.1	61	12.6	5.5	100	100	100	0	0	**MH**	140	70	175	87.5	50.17								Líquido	Muy alta	Muy Alta	1.75	Firme	Firme
B-3(0.8/1.1)	32.0	76	43	33	-0.3	**39**			100	98	98	2	0	**MH**													Sólido	Alta	Muy Alta	0.67		
B-3(1.8/2.1)	56.8						16.0	10.2							107	54	250	125.0													Firme	Muy Firme
B-3(2.8/3.1)	62.1	85	46	39	0.4	44			100	99	99	1	0	**MH**													Plástico	Muy alta	Muy Alta	0.98		
B-3(3.8/4.1)	73.2	98	45	53	0.5	50	14.8	8.5	100	97	97	3	0	**MH**	80	40	150	75.0	46.86								Plástico	Muy alta	Muy Alta	1.15	Media	Firme
B-3(4.7/5)	58.2																															
B-3(5.7/6)	64.8	109	53	56	0.2	55	15.5	9.4	100	97	97	3	0	**MH**	134	67	250	125.0	74.97								Sólido	Muy alta	Muy Alta	1.13	Firme	Muy Firme

8.3 ENSAYO DE CORTE DIRECTO



ENSAYO DE CORTE DIRECTO

ENSAYO DE CORTE DIRECTO CONSOLIDADO NO DRENADO

Solicitado por: ESE SANTIAGO DE TUNJA **N°Orden:** 33750

Obra: Edificación Hospitalaria **N°Muestra:** 81575

Finalidad: Determinar resistencia al corte

Descripción: Limo color rojo y gris

Profundidad (m): B-1 (2.70-3.00)

Localización: Tunja, Boyacá

Muestra tomada por: López Hermanos (Geotecnia)

Fecha de muestreo: 25 de enero de 2022 **Fecha de Informe:** 15 de febrero de 2022

Muestra Saturada: Si

Anillo ó Platón Nº		1	Lata Nº	a102	Diámetro ó lado. (mm)	50
Peso del Anillo ó platón. (g.)		58.7	Peso de la lata. (g.)	18.53	Altura.(mm)	30
Peso inicial platón + suelo. (g.)		151.1	Peso de la lata + suelo húmedo. (g.)	54.68	Área. (mm^2)	1963
Peso final platón + suelo. (g.)			Peso de la lata + suelo seco. (g.)	39.16	Volumen. (cm^3)	58.9
Peso del suelo usado. (g.)		92.4	contenido de humedad. (%)	75.23	Densidad Húmeda. (g/cm^3)	1.569
					Densidad Seca. (g/cm^3)	0.895
Carga Normal. (Kg.)=	4.95	Esfuerzo Normal. σ_n (KPa):		25	Velocidad de carga (mm/min.)	**0.500**
Carga Normal. (N.)=	49.5	CTE ANILLO CARGA	0.000818	kN		

Lectura del deformimetro vertical.	Desplazamiento Vertical.(mm)	Lectura del deformimetro Horizontal.	Desplazamiento Horizontal. (mm.)	Deformimetro de carga.	Fuerza de corte horizontal. (KN)	Fuerza de corte horizontal. (N)	Esfuerzo cortante. τ (KPa)
71	0.710						
74	0.740	20	0.200	20	0.016	16	8.3
74	0.740	40	0.400	25	0.020	20	10.4
76	0.760	60	0.600	30	0.025	25	12.5
77	0.770	80	0.800	35	0.029	29	14.6
78	0.780	100	1.000	39	0.032	32	16.2
80	0.800	150	1.500	48	0.039	39	20.0
83	0.830	200	2.000	57	0.047	47	23.7
85	0.850	250	2.500	60	0.049	49	25.0
87	0.870	300	3.000	63	0.052	52	26.2
89	0.890	350	3.500	65	0.053	53	27.1
91	0.910	400	4.000	66	0.054	54	27.5
94	0.940	500	5.000	66	0.054	54	27.5
95	0.950	600	6.000	64	0.052	52	26.7

ING. JOHANA CAROLINA CARO
TP. 15202-320655 BYC

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

ENSAYO DE CORTE DIRECTO CONSOLIDADO NO DRENADO

Solicitado por: ESE SANTIAGO DE TUNJA **N°Orden** 33750

Obra: Edificación hospitalaría

Finalidad: Determinar resistencia al corte

Descripción: Limo color rojo y gris

Profundidad (m): B-1 (2.70-3.00)

Localización: Tunja, Boyacá

Muestra tomada por: López Hermanos (Geotecnia)

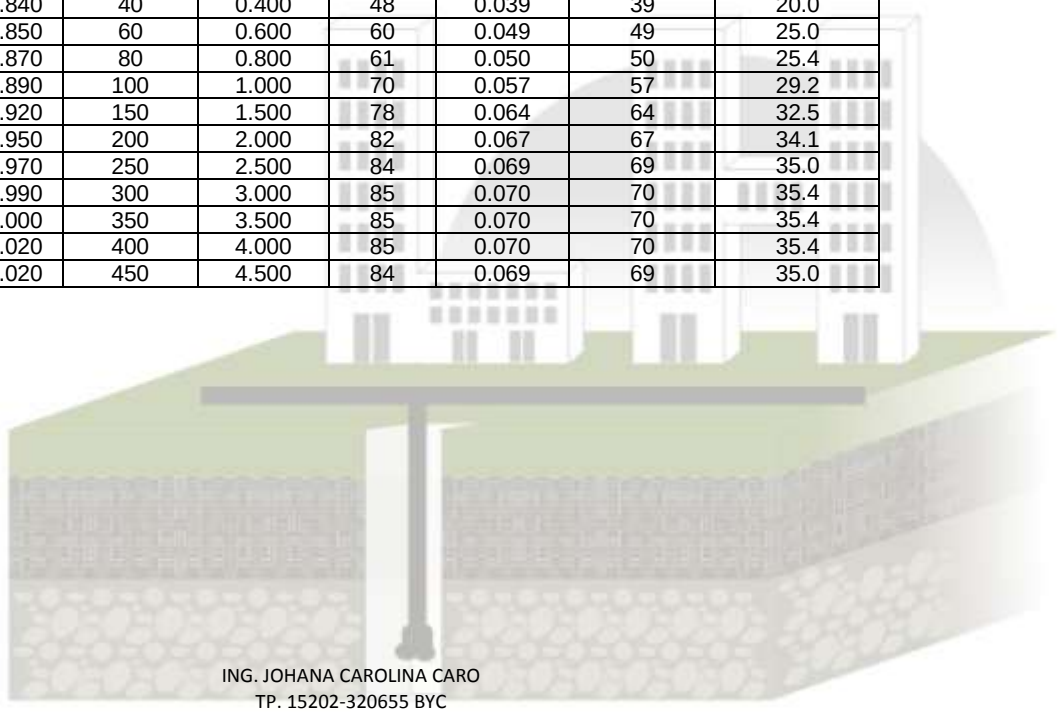
Muestra No.: 2

Fecha de muestreo: 25 de enero de 2022 Fecha de Informe: 15 de febrero de 2022

Muestra Saturada: Si

Anillo ó Platón Nº		2	Lata Nº		A17	Diámetro ó lado. (mm)	50
Peso del Anillo ó platón. (g.)		58.7	Peso de la lata. (g.)		18.56	Altura.(mm)	30
Peso inicial platón + suelo. (g.)		150.27	Peso de la lata + suelo húmedo. (g.)		51.84	Área. (mm^2)	1963
Peso final platón + suelo. (g.)			Peso de la lata + suelo seco. (g.)		38.02	Volumen. (cm^3)	58.9
Peso del suelo usado. (g.)		91.57	contenido de humedad. (%)		71.02	Densidad Húmeda. (g/cm^3)	1.555
						Densidad Seca. (g/cm^3)	0.909
Carga Normal. (Kg.)=	9.7	Esfuerzo Normal. σ_n (KPa):		49	Velocidad de carga (mm/min.)		**0.500**
Carga Normal. (N.)=	97	CTE ANILLO CARGA	0.000818	kN			

Lectura del deformimetro vertical.	Desplazamiento Vertical. (mm)	Lectura del deformimetro Horizontal.	Desplazamiento Horizontal. (mm.)	Deformimetro de carga.	Fuerza de corte horizontal. (KN)	Fuerza de corte horizontal. (N)	Esfuerzo cortante. τ (KPa)
176	1.760						
81	0.810	20	0.200	37	0.030	30	15.4
84	0.840	40	0.400	48	0.039	39	20.0
85	0.850	60	0.600	60	0.049	49	25.0
87	0.870	80	0.800	61	0.050	50	25.4
89	0.890	100	1.000	70	0.057	57	29.2
92	0.920	150	1.500	78	0.064	64	32.5
95	0.950	200	2.000	82	0.067	67	34.1
97	0.970	250	2.500	84	0.069	69	35.0
99	0.990	300	3.000	85	0.070	70	35.4
100	1.000	350	3.500	85	0.070	70	35.4
102	1.020	400	4.000	85	0.070	70	35.4
102	1.020	450	4.500	84	0.069	69	35.0



ING. JOHANA CAROLINA CARO
TP. 15202-320655 BYC

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

ENSAYO DE CORTE DIRECTO CONSOLIDADO NO DRENADO

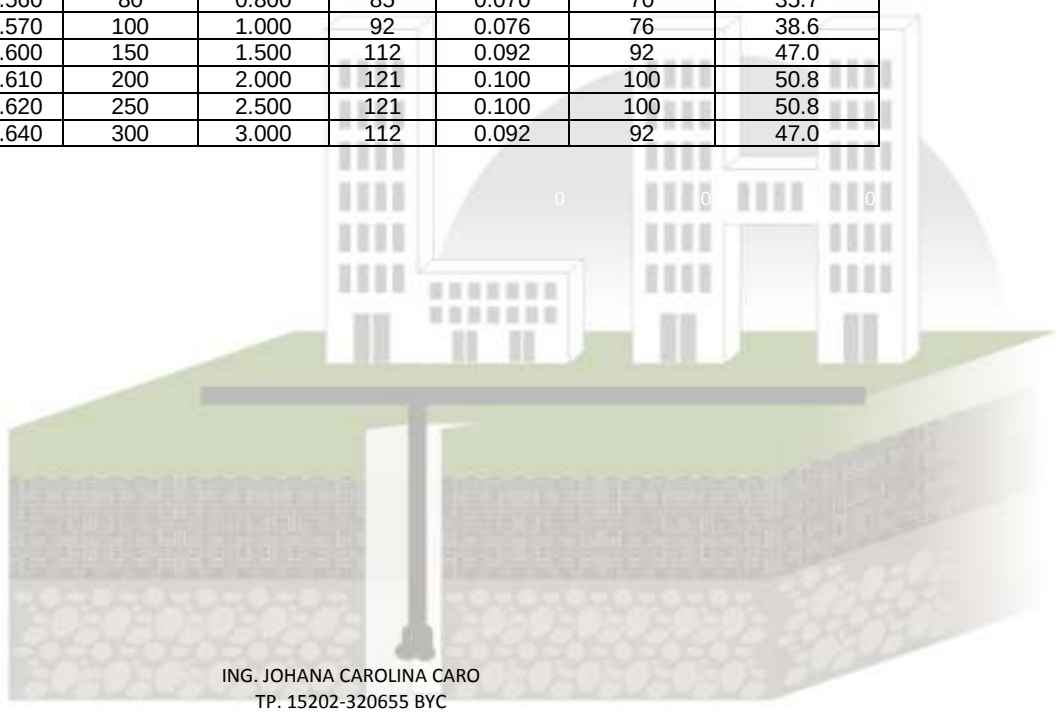
Solicitado por: ESE SANTIAGO DE TUNJA **N°Orden:** 33750

Obra: Edificación Hospitalario **N°Muestra:** 81575

Finalidad: Determinar resistencia al corte
Descripción: Limo color rojo y gris
Profundidad (m): B-1 (2.70-3.00)
Localización: Tunja, Boyacá
Muestra tomada por: López Hermanos (Geotecnia)
Muestra No.: 3
Fecha de muestreo 25 de enero de 2022 Fecha de Informe: 15 de febrero de 2022
Muestra Saturada SI

Anillo ó Platón Nº		3	Lata Nº	A9	Diámetro ó lado.	50
Peso del Anillo ó platón. (g.)		58.7	Peso de la lata. (g.)	17.29	Altura.(mm)	30
Peso inicial platón + suelo. (g.)		150.28	Peso de la lata + suelo húmedo. (g.)	64.15	Área. (mm^2)	1963
Peso final platón + suelo. (g.)			Peso de la lata + suelo seco. (g.)	45.33	Volumen. (cm^3)	58.9
Peso del suelo usado. (g.)		91.58	contenido de humedad. (%)	67.12	Densidad Húmeda. (g/cm^3)	1.555
					Densidad Seca. (g/cm^3)	0.930
Carga Normal. (Kg.)=	19.7	Esfuerzo Normal. σ_n (KPa):		100	Velocidad de carga (mm/min.)	**0.500**
Carga Normal. (N.)=	197	CTE ANILLO CARGA	0.000824	kN		

Lectura del deformimetro vertical.	Desplazamiento Vertical.(mm)	Lectura del deformimetro Horizontal.	Desplazamiento Horizontal. (mm.)	Deformimetro de carga.	Fuerza de corte horizontal. (KN)	Fuerza de corte horizontal. (N)	Esfuerzo cortante. τ (KPa)
251	2.510						
252	2.520	20	0.200	50	0.041	41	21.0
253	2.530	40	0.400	60	0.049	49	25.2
255	2.550	60	0.600	74	0.061	61	31.1
256	2.560	80	0.800	85	0.070	70	35.7
257	2.570	100	1.000	92	0.076	76	38.6
260	2.600	150	1.500	112	0.092	92	47.0
261	2.610	200	2.000	121	0.100	100	50.8
262	2.620	250	2.500	121	0.100	100	50.8
264	2.640	300	3.000	112	0.092	92	47.0



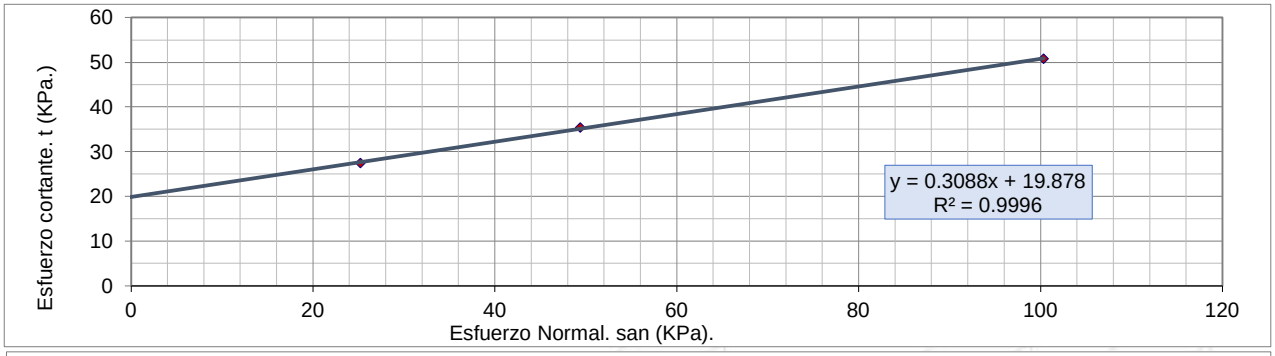
ING. JOHANA CAROLINA CARO
TP. 15202-320655 BYC

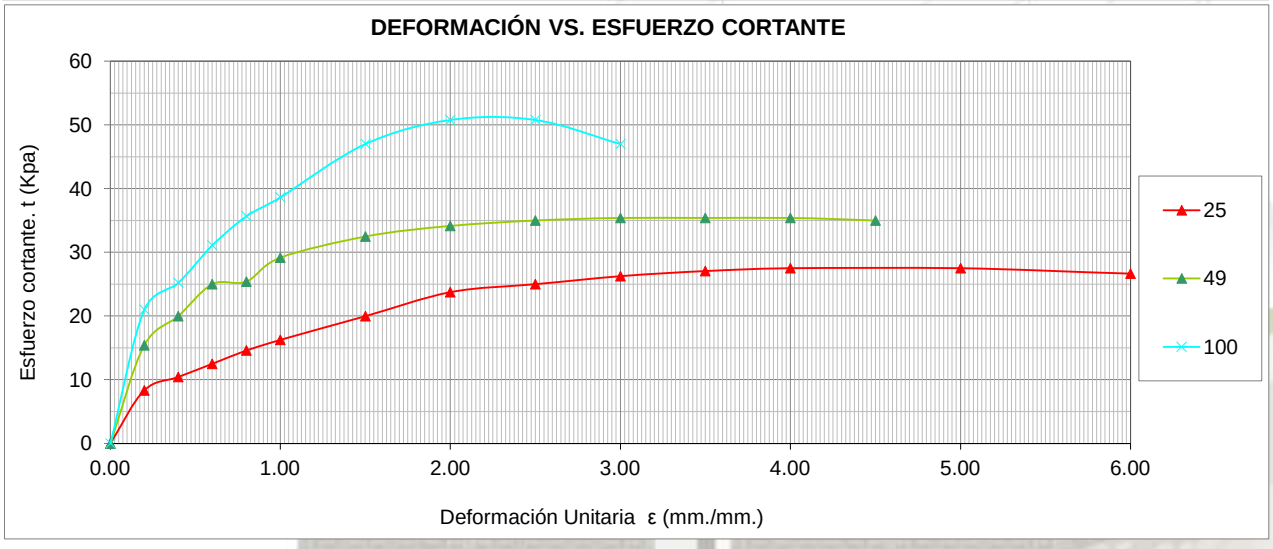
ENSAYO DE CORTE DIRECTO

ENSAYO DE CORTE DIRECTO CONSOLIDADO NO DRENADO

Solicitado por:	ESE SANTIAGO DE TUNJA	**N°Orden:**	33750
Obra:	Edificación Hospitalario	**N°Muestra:**	81575
Finalidad:	Determinar resistencia al corte		
Descripción:	Limo color rojo y gris		
Profundidad:	B-1 (2.70-3.00)		
Localización:	Tunja, Boyacá		
Muestra tomada por:	López Hermanos (Geotecnia)		
Muestra No.:	3		
Fecha de muestreo:	25 de enero de 2022	Fecha de Informe:	15 de febrero de 2022
Muestra Saturada:	SI		

Esfuerzo Normal. (KPa).	Esfuerzo cortante. (Kpa)	fi (ϕ)	C (KPa)	C (MPa)	C (kg/cm2)	C (Ton/m2)
25	27.49	17	20	0.02	0.20	2.0
49	35.40					
100	50.78					





ING. JOHANA CAROLINA CARO
TP. 15202-320655 BYC

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

ENSAYO DE CORTE DIRECTO CONSOLIDADO NO DRENADO

Solicitado por: ESE SANTIAGO DE TUNJA **N°Orden:** 33750

Obra: Edificación Hospitalario **N°Muestra:** 81578

Finalidad: Determinar resistencia al corte

Descripción: Limo color marrón y gris

Profundidad (m): B 1 (5.70-6.00)

Localización: Tunja Boyacá

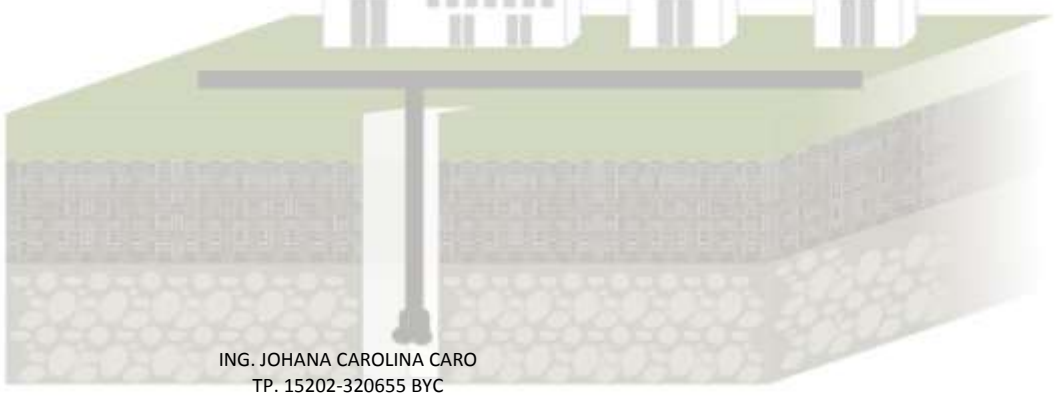
Muestra tomada por: López Hermanos (Geotecnia)

Fecha de muestreo: 25 de enero de 2022 **Fecha de Informe:** 15 de febrero de 2022

Muestra Saturada: Si

Anillo ó Platón Nº		1	Lata Nº		A119	Diámetro ó lado. (mm)	50
Peso del Anillo ó platón. (g.)		58.68	Peso de la lata. (g.)		19.76	Altura.(mm)	30
Peso inicial platón + suelo. (g.)		144.63	Peso de la lata + suelo húmedo. (g.)		56.81	Área. (mm^2)	1963
Peso final platón + suelo. (g.)			Peso de la lata + suelo seco. (g.)		42.31	Volumen. (cm^3)	58.9
Peso del suelo usado. (g.)		85.95	contenido de humedad. (%)		64.30	Densidad Húmeda. (g/cm^3)	1.459
						Densidad Seca. (g/cm^3)	0.888
Carga Normal. (Kg.)=	14.7	Esfuerzo Normal. σ_n (KPa):		75	Velocidad de carga (mm/min.)		**0.500**
Carga Normal. (N.)=	147	CTE ANILLO CARGA	0.000818	kN			

Lectura del deformimetro vertical.	Desplazamiento Vertical.(mm)	Lectura del deformimetro Horizontal.	Desplazamiento Horizontal. (mm.)	Deformimetro de carga.	Fuerza de corte horizontal. (KN)	Fuerza de corte horizontal. (N)	Esfuerzo cortante. τ (KPa)
35	0.350						
42	0.420	20	0.200	50	0.041	41	20.8
42	0.420	40	0.400	85	0.070	70	35.4
40	0.400	60	0.600	110	0.090	90	45.8
39	0.390	80	0.800	130	0.106	106	54.1
38	0.380	100	1.000	150	0.123	123	62.5
35	0.350	150	1.500	182	0.149	149	75.8
35	0.350	200	2.000	188	0.154	154	78.3
38	0.380	250	2.500	176	0.144	144	73.3
41	0.410	300	3.000	165	0.135	135	68.7



ING. JOHANA CAROLINA CARO
TP. 15202-320655 BYC

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

ENSAYO DE CORTE DIRECTO CONSOLIDADO NO DRENADO

Solicitado por: ESE SANTIAGO DE TUNJA **N°Orden** 33750

Obra: Edificación Hospitalario

Finalidad: Determinar resistencia al corte

Descripción: Limo color marrón y gris

Profundidad (m): B 1 (5.70-6.00)

Localización: Tunja Boyacá

Muestra tomada por: López Hermanos (Geotecnia)

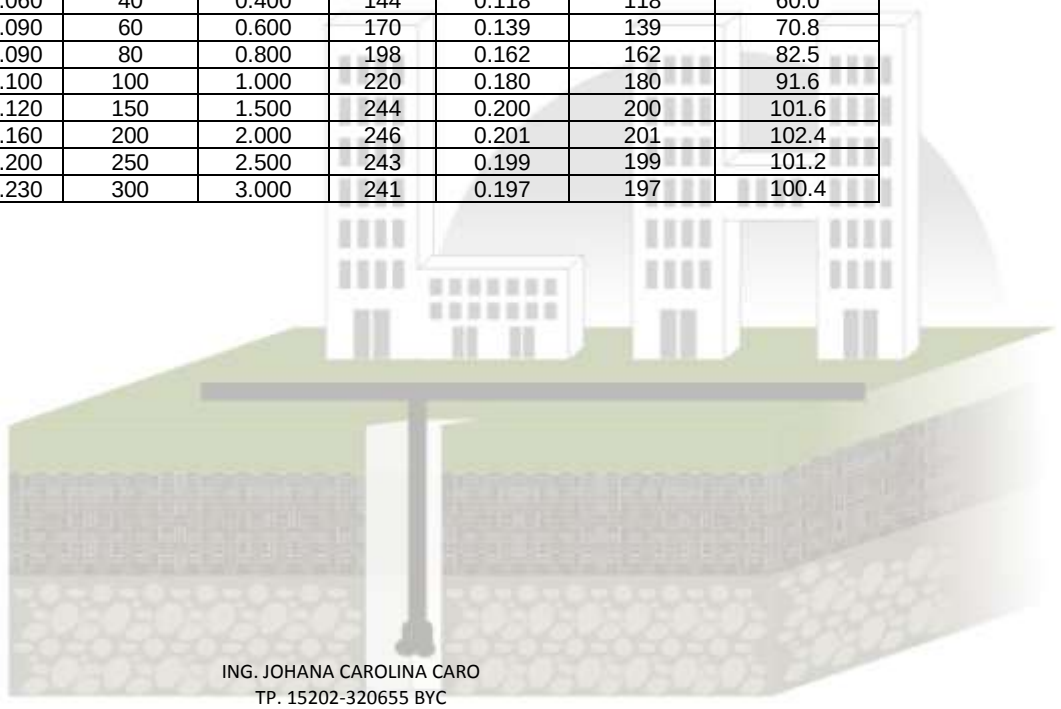
Muestra No.: 2

Fecha de muestreo: 25 de enero de 2022 Fecha de Informe: 15 de febrero de 2022

Muestra Saturada: Si

Anillo ó Platón Nº	2	Lata Nº	A105	Diámetro ó lado. (mm)	50
Peso del Anillo ó platón. (g.)	58.68	Peso de la lata. (g.)	17.04	Altura.(mm)	30
Peso inicial platón + suelo. (g.)	144.36	Peso de la lata + suelo húmedo. (g.)	53.23	Área. (mm^2)	1963
Peso final platón + suelo. (g.)		Peso de la lata + suelo seco. (g.)	39.47	Volumen. (cm^3)	58.9
Peso del suelo usado. (g.)	85.68	contenido de humedad. (%)	61.35	Densidad Húmeda. (g/cm^3)	1.455
				Densidad Seca. (g/cm^3)	0.902
Carga Normal. (Kg.)=	29.7	Esfuerzo Normal. σ_n (KPa):	151	Velocidad de carga (mm/min.)	**0.500**
Carga Normal. (N.)=	297	CTE ANILLO CARGA	0.000818 kN		

Lectura del deformimetro vertical.	Desplazamiento Vertical. (mm)	Lectura del deformimetro Horizontal.	Desplazamiento Horizontal. (mm.)	Deformimetro de carga.	Fuerza de corte horizontal. (KN)	Fuerza de corte horizontal. (N)	Esfuerzo cortante. τ (KPa)
104	1.040						
105	1.050	20	0.200	103	0.084	84	42.9
106	1.060	40	0.400	144	0.118	118	60.0
109	1.090	60	0.600	170	0.139	139	70.8
109	1.090	80	0.800	198	0.162	162	82.5
110	1.100	100	1.000	220	0.180	180	91.6
112	1.120	150	1.500	244	0.200	200	101.6
116	1.160	200	2.000	246	0.201	201	102.4
120	1.200	250	2.500	243	0.199	199	101.2
123	1.230	300	3.000	241	0.197	197	100.4



ING. JOHANA CAROLINA CARO
TP. 15202-320655 BYC

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

ENSAYO DE CORTE DIRECTO CONSOLIDADO NO DRENADO

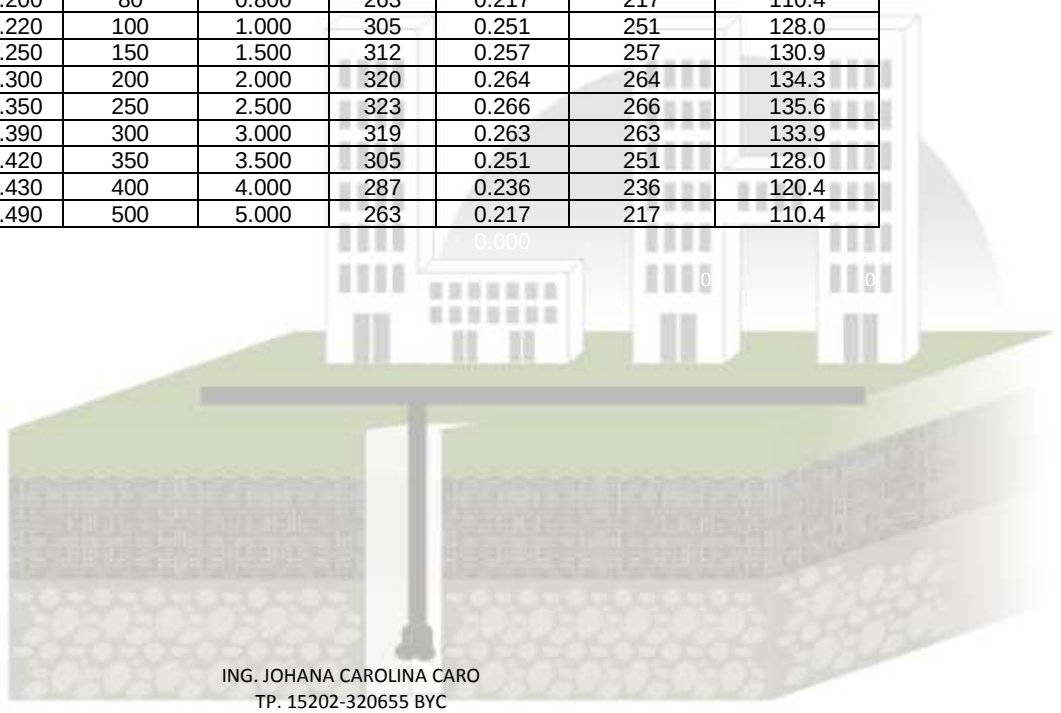
Solicitado por: ESE SANTIAGO DE TUNJA **N°Orden:** 33750

Obra: Edificación Hospitalario **N°Muestra:** 81578

Finalidad: Determinar resistencia al corte
Descripción: Limo color marrón y gris
Profundidad (m): B 1 (5.70-6.00)
Localización: Tunja Boyacá
Muestra tomada por: López Hermanos (Geotecnia)
Muestra No.: 3
Fecha de muestreo 25 de enero de 2022 Fecha de Informe: 15 de febrero de 2022
Muestra Saturada SI

Anillo ó Platón Nº		3	Lata Nº	A113	Diámetro ó lado.	50
Peso del Anillo ó platón. (g.)		58.68	Peso de la lata. (g.)	19.07	Altura.(mm)	30
Peso inicial platón + suelo. (g.)		143.55	Peso de la lata + suelo húmedo. (g.)	56.77	Área. (mm^2)	1963
Peso final platón + suelo. (g.)			Peso de la lata + suelo seco. (g.)	42.29	Volumen. (cm^3)	58.9
Peso del suelo usado. (g.)		84.87	contenido de humedad. (%)	62.36	Densidad Húmeda. (g/cm^3)	1.441
					Densidad Seca. (g/cm^3)	0.887
Carga Normal. (Kg.)=	59.7	Esfuerzo Normal. σ_n (KPa):		304	Velocidad de carga (mm/min.)	**0.500**
Carga Normal. (N.)=	597	CTE ANILLO CARGA	0.000824	kN		

Lectura del deformimetro vertical.	Desplazamiento Vertical.(mm)	Lectura del deformimetro Horizontal.	Desplazamiento Horizontal. (mm.)	Deformimetro de carga.	Fuerza de corte horizontal. (KN)	Fuerza de corte horizontal. (N)	Esfuerzo cortante. τ (KPa)
214	2.140						
215	2.150	20	0.200	125	0.103	103	52.5
217	2.170	40	0.400	174	0.143	143	73.0
219	2.190	60	0.600	226	0.186	186	94.8
220	2.200	80	0.800	263	0.217	217	110.4
222	2.220	100	1.000	305	0.251	251	128.0
225	2.250	150	1.500	312	0.257	257	130.9
230	2.300	200	2.000	320	0.264	264	134.3
235	2.350	250	2.500	323	0.266	266	135.6
239	2.390	300	3.000	319	0.263	263	133.9
242	2.420	350	3.500	305	0.251	251	128.0
243	2.430	400	4.000	287	0.236	236	120.4
249	2.490	500	5.000	263	0.217	217	110.4



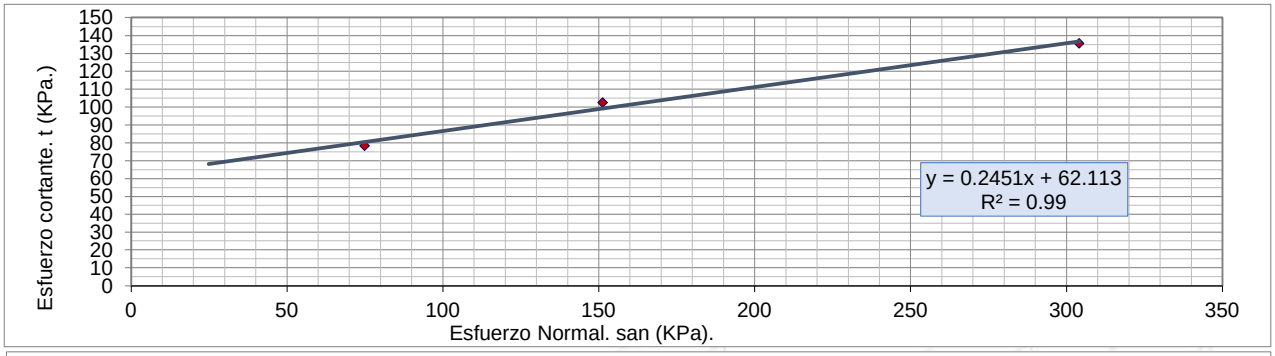
ING. JOHANA CAROLINA CARO
TP. 15202-320655 BYC

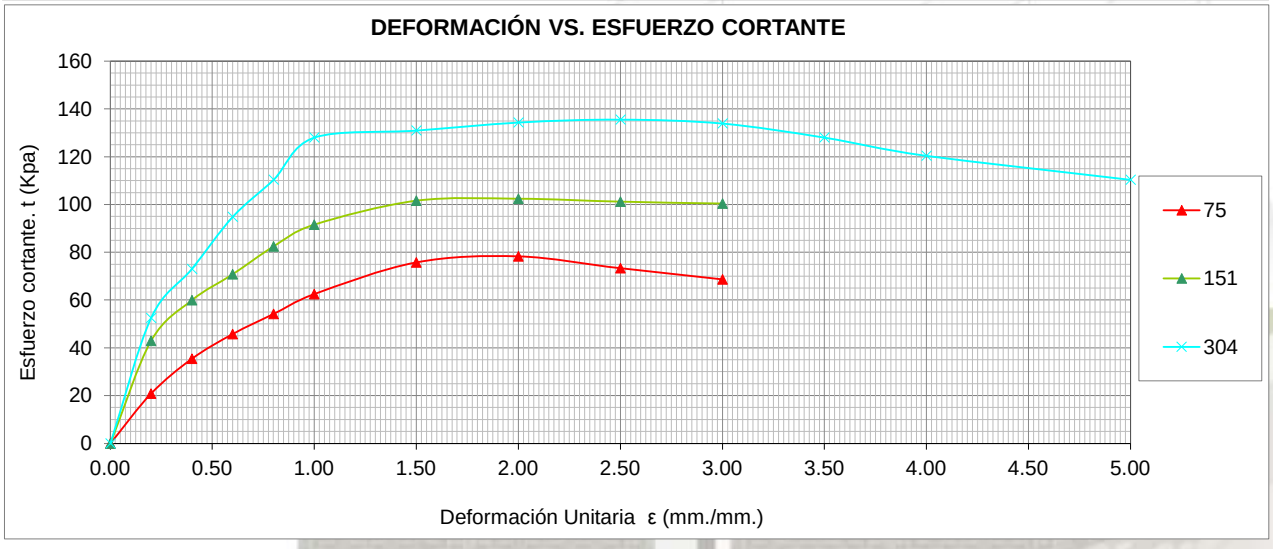
ENSAYO DE CORTE DIRECTO

ENSAYO DE CORTE DIRECTO CONSOLIDADO NO DRENADO

Solicitado por:	ESE SANTIAGO DE TUNJA	**N°Orden:**	33750
Obra:	Edificación Hospitalaria	**N°Muestra:**	81578
Finalidad:	Determinar resistencia al corte		
Descripción:	Limo color marrón y gris		
Profundidad:	B 1 (5.70-6.00)		
Localización:	Tunja Boyacá		
Muestra tomada por:	López Hermanos (Geotecnia)		
Muestra No.:	3		
Fecha de muestreo:	25 de enero de 2022	Fecha de Informe:	15 de febrero de 2022
Muestra Saturada:	SI		

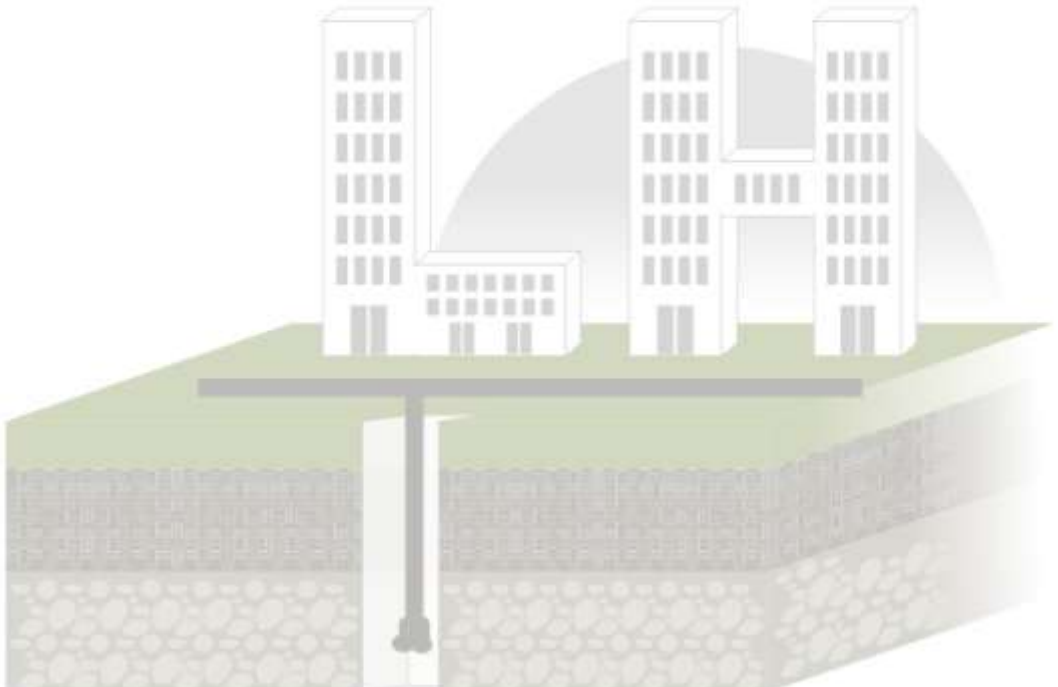
Esfuerzo Normal. (KPa).	Esfuerzo cortante. (Kpa)	fi (ϕ)	C (KPa)	C (MPa)	C (kg/cm2)	C (Ton/m2)
75	78.29	18	62	0.06	0.62	6.2
151	102.45					
304	135.55					





ING. JOHANA CAROLINA CARO
TP. 15202-320655 BYC

8.4 ENSAYOS DE CONSOLIDACIÓN



ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN UNIDIMENSIONAL

CONSOLIDOMETRO 2

Localización:	Edificio Hospitalario Tunja (Boyacá)				
Barreno N°	1	**Profundidad**	0,7/1,0		
Descripción	Arcilla color rojizo y gris				
Realizado por	Laboratorio López Hermanos S.A.S.	**Fecha**	17/02/2022		
Consolidometro tipo	Palanca				
Relación de amplificación		10	**Constante del deformímetro**	**0.002**	mm
				0.0002	cm
			CUNO	-100	
			CDOS	-5	
			CTRES	-0.5	

Dimensiones del anillo

Diametro	5.00	cm
Area	19.63	cm^2
Altura	2.00	cm
Peso	59.29	g
Volumen	39.27	cm^3

Peso anillo+muestra al comienzo		125.33	g
Peso anillo+muestra humeda al final		127.51	g
Peso anillo+muestra seca al final		101.54	g
Peso solidos		42.25	g
	$w_{inicial}$	56.31%	
	w_{final}	61.47%	
Peso Especifico:		1.6817	g/cm3

ρ_w	**0.99862**	g/cm^3	
Gs	2.49		
Hs	0.864	cm	
Lectura inicial deformímetro		mm	
Lectura final deformímetro		mm	
ΔH	0	mm	
H_{vi}	1.1360	cm	
e_i	1.4042		

CÁLCULO GRAVEDAD ESPECÍFICA

Matraz N°	2
Peso matraz+h20	674.69
Peso platon	50.49
Peso platon + suelo seco	85.06
Peso matraz+h20+suelo	695.4
Peso seco	34.57
Peso sumergido	13.86
GS	2.49

CALIBRACIÓN DE LOS MATRACES

Matraz 1		Matraz 2	
Fecha Calibración	7/02/2022	Fecha Calibración	7/02/2022
T	W	T	W
18.3	655.8	18.2	674.8
20.5	655.7	20.2	674.6
22.4	655.5	22.4	674.4
24.3	655.3	24.5	674.1
	657.39	**19.3**	**674.69**

RELACIÓN DE FASES

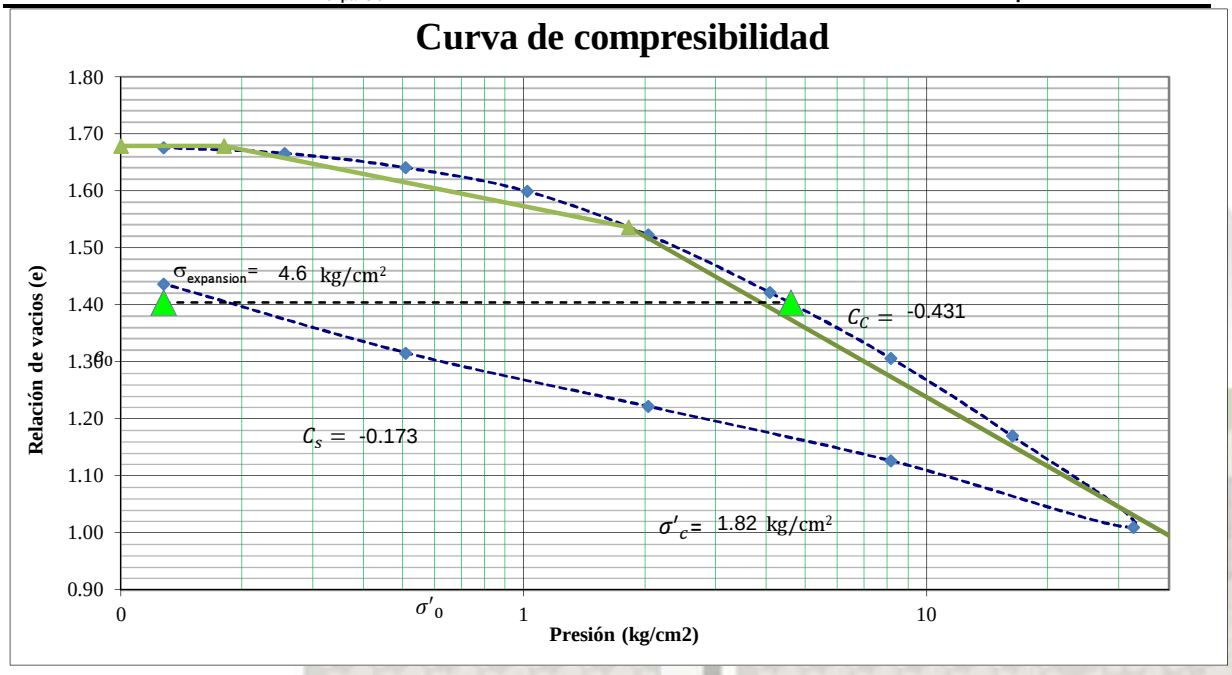
	PESO	VOLUMEN	H (cm)
AIRE		0.00	0.000
AGUA	23.79	23.82	1.213
SOLIDO	42.25	16.96	0.864
% SATURACIÓN	**100%**		

ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN

Localización:	Edificio Hospitalario Tunja (Boyacá)		
Barreno N°	1	**Profundidad**	0,7/1,0
Descripción	Arcilla color rojizo y gris		
Consolidometro tipo	Palanca		
Relación de amplificación	10	**Constante del deformímetro**	0.002 mm
Volumen inicial de la muestra	39.3	**Ws**	42.250
Gs	2.49	**Hs**	0.864
Altura inicial de vacios, H_{vi}	1.136	**ei**	1.404

Presión	Δh (mm)	Δe	H (cm)	Hv (cm)	e	1+e
0.036	–2.37200	-0.2745	2.2372	1.3732	1.6788	2.6788
0.127	0.02400	0.0028	2.2348	1.3708	1.6760	2.6760
0.255	0.08600	0.0100	2.2262	1.3622	1.6660	2.6660
0.509	0.21800	0.0252	2.2044	1.3404	1.6408	2.6408
1.019	0.35750	0.0414	2.1687	1.3046	1.5994	2.5994
2.037	0.66200	0.0766	2.1025	1.2384	1.5228	2.5228
4.074	0.87000	0.1007	2.0155	1.1514	1.4221	2.4221
8.149	0.99800	0.1155	1.9157	1.0516	1.3066	2.3066
16.297	1.17901	0.1365	1.7977	0.9337	1.1702	2.1702
32.595	1.38200	0.1600	1.6595	0.7955	1.0102	2.0102
8.149	-1.00600	-0.1164	1.7601	0.8961	1.1266	2.1266
2.037	-0.79200	-0.0917	1.8423	0.9783	1.2218	2.2218
0.509	-0.79400	-0.0919	1.9237	1.0597	1.3160	2.3160
0.127	-1.04800	-0.1213	2.0285	1.1645	1.4373	2.4373

e_0	1.40	**0,42 e0**	0.590
σ_0=	0.18 kg/cm^2	**σ 0,42 e0**	209.361
σ_c=	1.82 kg/cm^2	**c_s**	-0.173
RSC	10.1	**c_c**	-0.431
$\sigma_{expansión}$=	4.6 kg/cm^2	**% Expansión**	11.86%



ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN UNIDIMENSIONAL

CONSOLIDOMETRO 3

Localización:	HOSPITAL DE BAJA COMPLEJIDAD TUNJA				
Barreno N°	1	**Profundidad**	7,5/7,8		
Descripción	A				
Realizado por	Laboratorio López Hermanos S.A.S.		**Fecha**		
Consolidometro tipo	Palanca				
Relación de amplificación		10	**Constante del deformímetro**	**0.00254**	mm
				0.000254	cm
			CUNO	200	
			CDOS	10	
			CTRES	1	

Dimensiones del anillo

Diametro	5.00	cm
Area	19.63	cm^2
Altura	2.00	cm
Peso	59.16	g
Volumen	39.27	cm^3

Peso anillo+muestra al comienzo		112.99	g
Peso anillo+muestra humeda al final		106.58	g
Peso anillo+muestra seca al final		89.3	g
Peso solidos		30.14	g
	$w_{inicial}$	78.60%	
	w_{final}	57.33%	
Peso Especifico:		1.3708	g/cm3
ρ_w	**0.99862** g/cm^3		
Gs	2.52		
Hs	0.611 cm		
Lectura inicial deformímetro		mm	
Lectura final deformímetro		mm	
ΔH		0 mm	
H_{vi}	1.3889 cm		
e_i	2.2726		

CÁLCULO GRAVEDAD ESPECÍFICA

Matraz N°	2
Peso matraz+h20	674.75
Peso platon	67.32
Peso platon + suelo seco	104.92
Peso matraz+h20+suelo	697.4
Peso seco	37.6
Peso sumergido	14.95
GS	**2.52**

CALIBRACIÓN DE LOS MATRACES

Matraz 1		Matraz 2	
Fecha Calibración	7/02/2022	Fecha Calibración	7/02/202
T	W	T	W
18.3	655.8	18.2	674.8
20.5	655.7	20.2	674.6
22.4	655.5	22.4	674.4
24.3	655.3	24.5	674.1
	657.39	**18.7**	**674.75**

RELACIÓN DE FASES

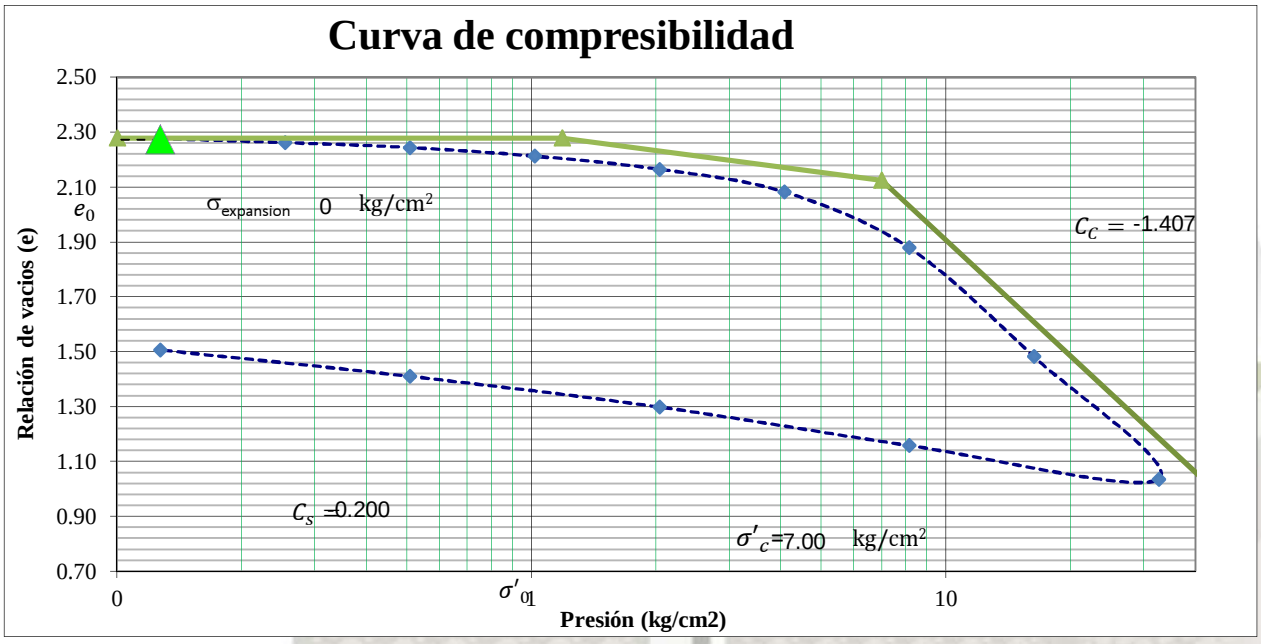
		PESO	VOLUMEN	H (cm)
AIRE			3.55	0.181
AGUA		23.69	23.72	1.208
SOLIDO		30.14	12.00	0.611
% SATURACIÓN		**87%**		

ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN

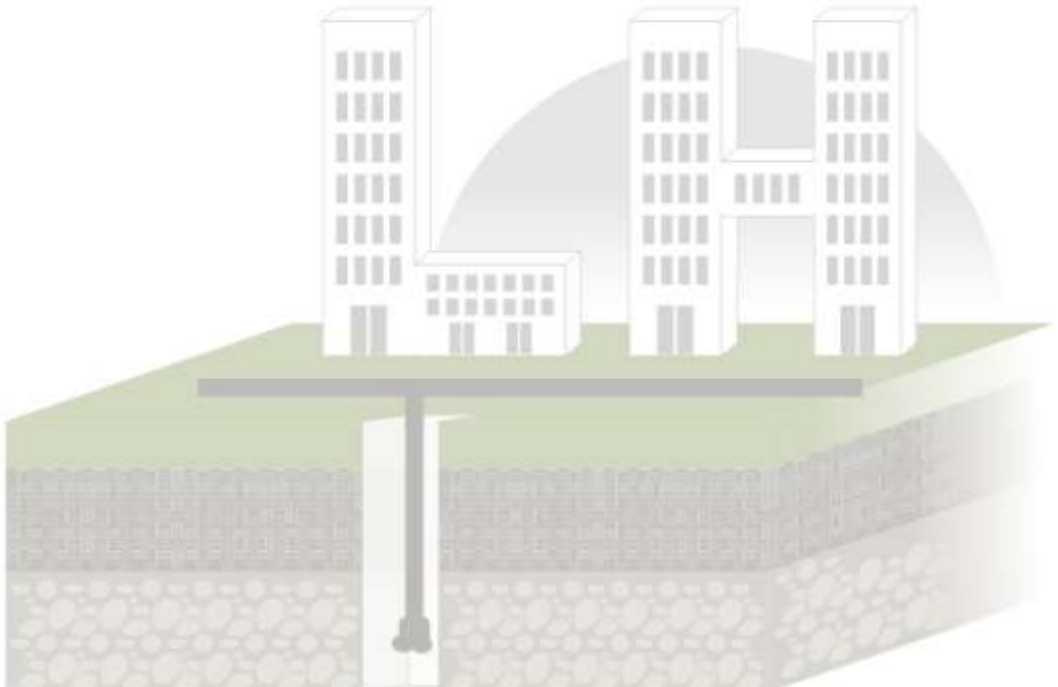
Localización:	HOSPITAL DE BAJA COMPLEJIDAD TUNJA		
Muestra N°	1	**Profundidad**	7,5/7,8
Descripción	A		
Consolidometro tipo	Palanca		
Relación de amplificación	10	**Constante del deformímetro**	0.00254 mm
Volumen inicial de la muestra	39.3	**Ws**	30.140
Gs	2.52	**Hs**	0.611
Altura inicial de vacios, H_{vi}	1.389	**ei**	2.273

Presión	Δh (mm)	Δe	H (cm)	Hv (cm)	e	1+e
0.036	–0.04064	-0.0066	2.0041	1.3929	2.2792	3.2792
0.127	0.01270	0.0021	2.0028	1.3917	2.2771	3.2771
0.255	0.09144	0.0150	1.9937	1.3825	2.2622	3.2622
0.509	0.10922	0.0179	1.9827	1.3716	2.2443	3.2443
1.019	0.19304	0.0316	1.9634	1.3523	2.2127	3.2127
2.037	0.29210	0.0478	1.9342	1.3231	2.1649	3.1649
4.074	0.50546	0.0827	1.8837	1.2725	2.0822	3.0822
8.149	1.24206	0.2032	1.7595	1.1483	1.8790	2.8790
16.297	2.42824	0.3973	1.5166	0.9055	1.4817	2.4817
32.595	2.76098	0.4518	1.2441	0.6330	1.0357	2.0357
8.149	-0.74676	-0.1222	1.3188	0.7076	1.1579	2.1579
2.037	-0.88646	-0.1451	1.4046	0.7935	1.2984	2.2984
0.509	-0.70612	-0.1155	1.4730	0.8618	1.4102	2.4102
0.127	-0.58674	-0.0960	1.5316	0.9205	1.5062	2.5062

e_0	2.27	**0,42 e0**	0.954
σ_0=	1.19 kg/cm^2	**σ 0,42 e0**	0.000
σ_c=	7.00 kg/cm^2	**c_s**	-0.200
RSC	5.9	**c_c**	-1.407
$\sigma_{expansión}$=	0.04 kg/cm^2	**% Expansión**	0.20%



8.5 ENSAYOS DE COLAPSO Y EXPANSIÓN



ENSAYO PRESIÓN DE EXPANSIÓN EN SUELOS COHESIVOS
MUESTRA INALTERADA

Solicitado por:	ESE SANTIAGO DE TUNJA
Dirección:	AV Norte 47A 40 of 320
Obra:	Estudio de suelos para Edificio Hospitalario
Finalidad:	Determinar propiedades mecánicas e índice del material
Lugar de Procedencia:	Tunja-Boyacá
Descripción	Arcilla de alta plasticidad
Barreno	B-1
Profundidad:	0.70m a 1.00m
Fecha de muestreo	25 de enero de 2022

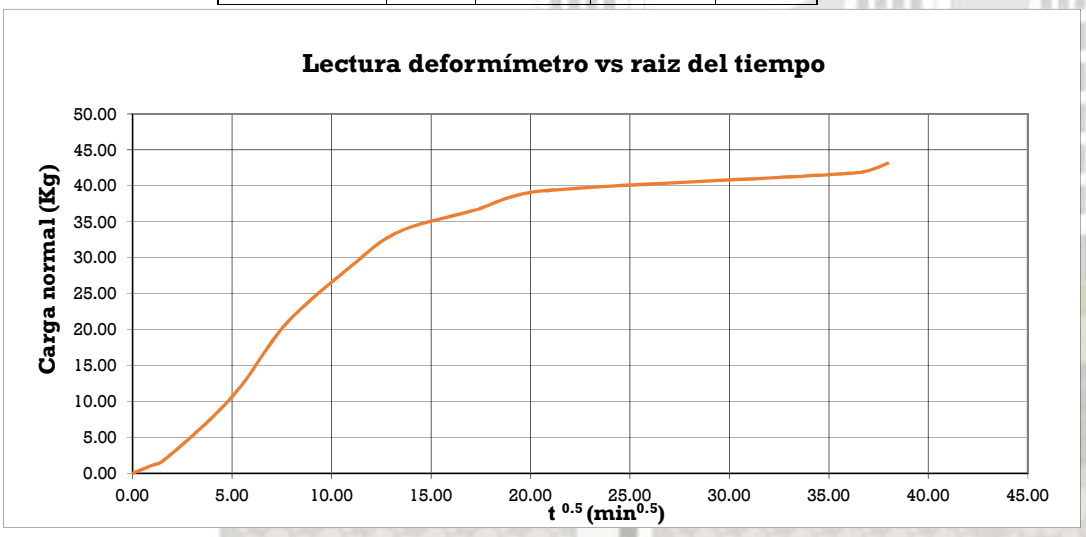
Fecha de informe: 16 de febrero de 2022

Dimensiones de la probeta :

Diámetro Superior :	5.00	cm
Diámetro medio :	5.00	cm
Diámetro Inferior :	5.00	cm
Diámetro Promedio :	5.00	cm
Area :	19.63	cm^2
Altura :	2.00	cm
Volumen :	39.27	cm^3

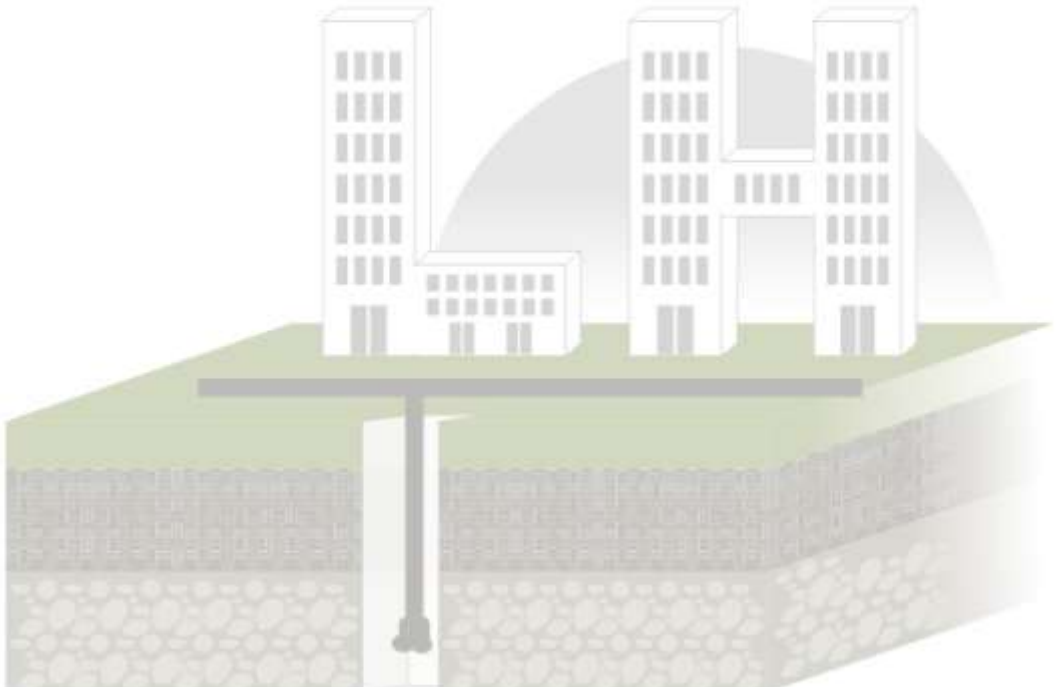
Recipiente Nº	Anillo	
Peso Recipiente	59.00	g
Peso Recipiente + suelo húmedc	122.53	g
Peso muestra	63.53	g
Constante anillo	101.96	kg

Lectura Tiempo	Lectura t0.5	Lectura celda carga	Carga Normal	Presión Expansión
min	min0.5	KN	Kg	Kg/cm^2
0	0.00	0.000	0.000	0.00
1	1.00	0.011	1.122	0.06
2	1.41	0.015	1.529	0.08
5	2.24	0.033	3.365	0.17
15	3.87	0.073	7.443	0.38
30	5.48	0.120	12.235	0.62
60	7.75	0.205	20.902	1.06
120	10.95	0.282	28.753	1.46
180	13.42	0.330	33.647	1.71
300	17.32	0.360	36.706	1.87
420	20.49	0.385	39.255	2.00
1320	36.33	0.410	41.804	2.13
1440	37.95	0.423	43.129	2.20



Presión de expansión= 2.20 Kg/cm2
Peso Unitario Húmedo= 1.62 (T/m3)

8.6 MEMORIAS DE CÁLCULO



MEMORIAS DE CÁLCULO -CALCULO CAPACIDAD DE SOPORTE ECUACIÓN GENERAL

Obra ESE SANTIAGO DE TUNJA
Localización TUNJA
Fecha 1 de febrero de 2022

La capacidad de unitaria última o de seguridad se calcula como:

$$\sigma_u = cN_c F_{cs} F_{cd} F_{ci} + qN_q F_{qs} F_{qd} F_{qi} + \frac{1}{2}\gamma B N_\gamma F_{\gamma s} F_{\gamma d} F_{\gamma i}$$

$$\sigma_{seguridad} = \frac{\sigma_u}{FS}$$

Factores de la capacidad de carga

$$Nq = Tan^2(45 + \frac{\emptyset'}{2}) e^{\pi tan\emptyset'}$$

$$Nc = (Nq^* - 1)Cot\emptyset$$

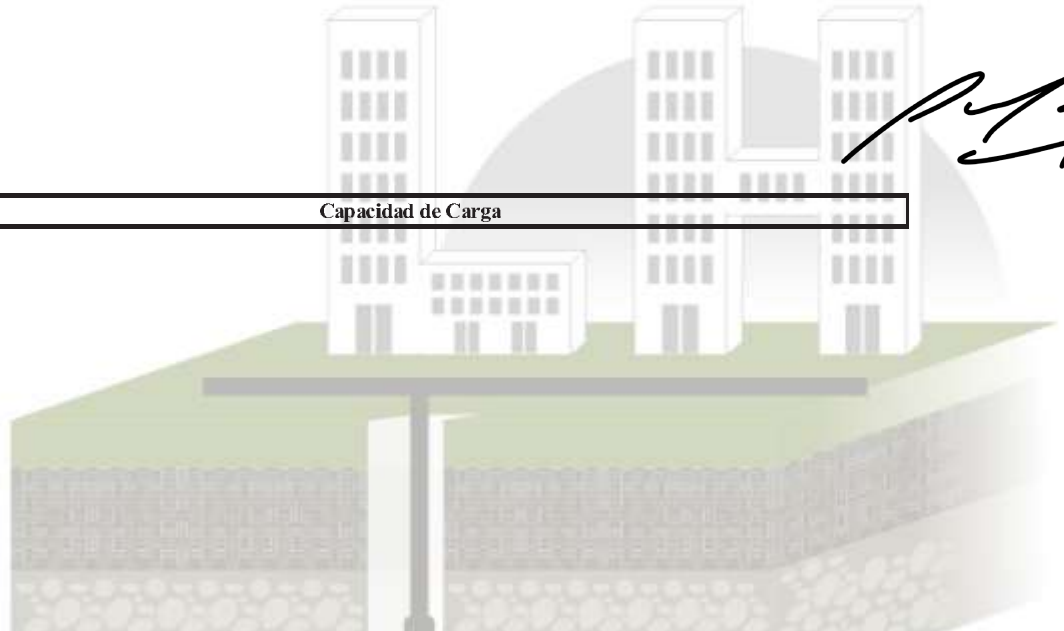
$$N\gamma = 2(Nq^* + 1)Tan\emptyset$$

Donde:

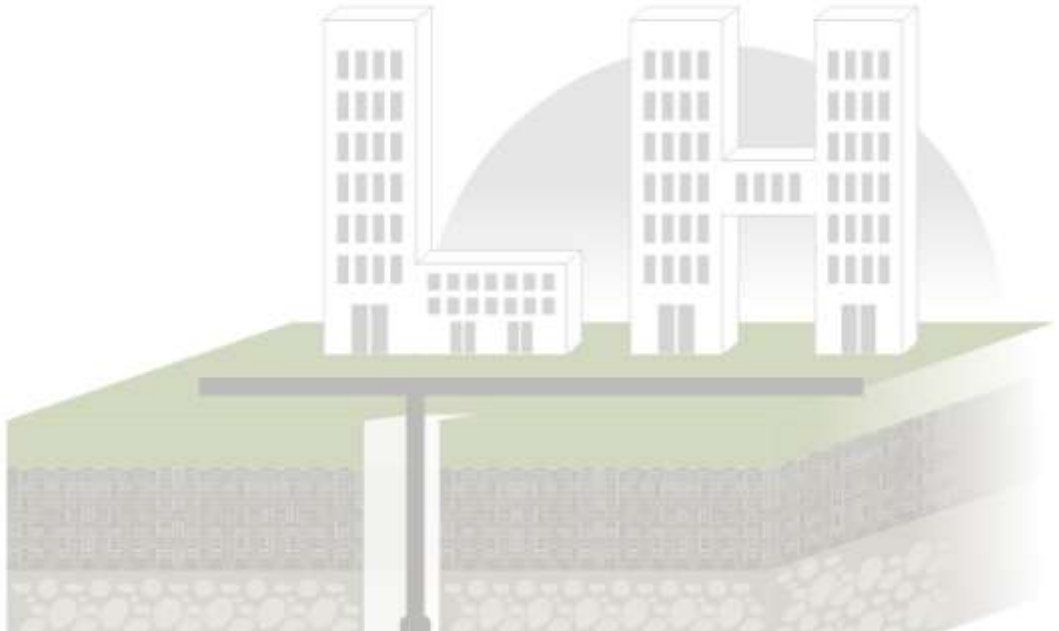
PARÁMETROS DE ENTRADA	
φ =	0 °
β =	0 °
c	8.00
γ =	2.00
FS =	3

CIMIENTO SUPERFICIAL

Capacidad de Carga



Df (m)	B (m)	Longitud de la cimentación (m)	σ ultimo (Ton/m2)	σ adm (Ton/m2)	$\sigma_{seguridad}$ (KPa) (FS =3,0)	$\sigma_{seguridad}$ (Ton/m^2) (FS=2,5)	$\sigma_{seguridad}$ (Kpa) (FS=2,5)	$\sigma_{seguridad}$ (Ton/m^2) (FS=1,5)	$\sigma_{seguridad}$ (KPa) (FS =1,5)
1.00	1.00	1.00	67	22	222	27	266	44	444
	1.10	1.10	66	22	219	26	263	44	438
	1.20	1.20	65	22	216	26	259	43	432
	1.30	1.30	64	21	213	26	256	43	427
	1.40	1.40	63	21	211	25	253	42	422
	1.50	1.50	63	21	209	25	251	42	418
	1.60	1.60	62	21	207	25	248	41	414
	1.60	1.60	62	21	207	25	248	41	414
	1.80	1.80	61	20	204	24	244	41	407
	2.00	2.00	60	20	201	24	241	40	402
	2.50	2.50	59	20	195	23	234	39	391
	3.00	3.00	57	19	192	23	230	38	383



MEMORIAS DE CÁLCULO -CALCULO CAPACIDAD DE SOPORTE ECUACIÓN GENERAL

Obra	ESE SANTIAGO DE TUNJA
Localización	TUNJA
Fecha	22 de febrero de 2022

La capacidad de unitaria última o de seguridad se calcula como:

$$\sigma_u = cN_c F_{cs} F_{cd} F_{ci} + qN_q F_{qs} F_{qd} F_{qi} + \frac{1}{2}\gamma B N_\gamma F_{\gamma s} F_{\gamma d} F_{\gamma i}$$

$$\sigma_{seguridad} = \frac{\sigma_u}{FS}$$

Factores de la capacidad de carga

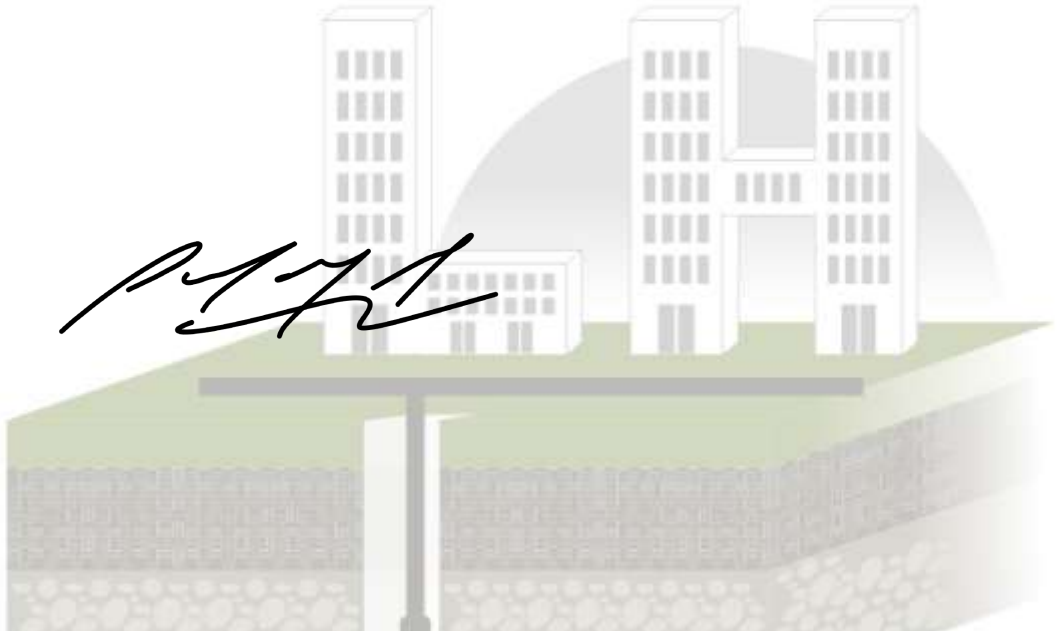
$$Nq = Tan^2(45 + \frac{\emptyset'}{2}) e^{\pi tan\emptyset'}$$

$$Nc = (Nq^* - 1)Cot\emptyset$$

$$N\gamma = 2(Nq^* + 1)Tan\emptyset$$

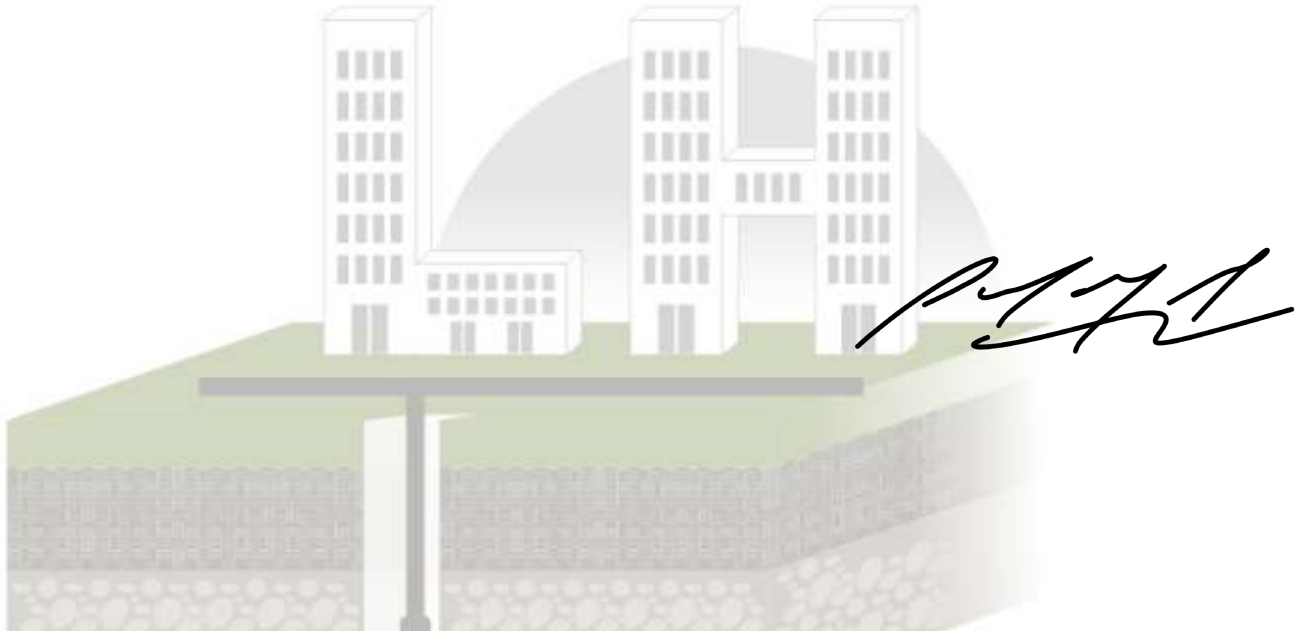
Donde:

PARÁMETROS DE ENTRADA	
φ =	0 °
β =	0 °
c	6.00
γ =	1.50
FS =	3



CIMIENTO SUPERFICIAL

			Capacidad de Carga						
Df (m)	**B (m)**	**Longitud de la cimentación (m)**	**σ ultimo (Ton/m2)**	**σ adm (Ton/m2)**	**$\sigma_{seguridad}$ (KPa) (FS =3,0)**	**$\sigma_{seguridad}$ (Ton/m^2) (FS=2,5)**	**$\sigma_{seguridad}$ (Kpa) (FS=2,5)**	**$\sigma_{seguridad}$ (Ton/m^2) (FS=1,5)**	**$\sigma_{seguridad}$ (KPa) (FS =1,5)**
1.00	0.40	10.00	47	16	158	19	190	32	316
	0.50	10.00	46	15	155	19	186	31	310
	0.60	10.00	46	15	152	18	182	30	304
	0.70	10.00	45	15	149	18	179	30	299
	0.80	10.00	44	15	147	18	176	29	294
	1.20	10.00	42	14	139	17	167	28	279
	1.50	10.00	41	14	136	16	163	27	271
	1.60	10.00	40	13	135	16	162	27	269
	1.80	10.00	40	13	133	16	160	27	266
	2.00	10.00	39	13	132	16	158	26	263
	2.5	10.00	39	13	129	16	155	26	258
	3	10.00	38	13	128	15	153	26	256



MEMORIA DE CÁLCULO - CIMIENTOS CUADRADOS Df= 1.00 m

ASENTAMIENTOS

ELASTICOS INMEDIATOS

Los asentamientos por elasticidad dependerán principalmente de la magnitud del cimiento, Los asentamientos se calculan para la capacidad de seguridad a la falla (FS =3 y FS =2).

$$S_e = 2qB\,\frac{1-\upsilon^2}{E_u}\,I_p$$

Siendo

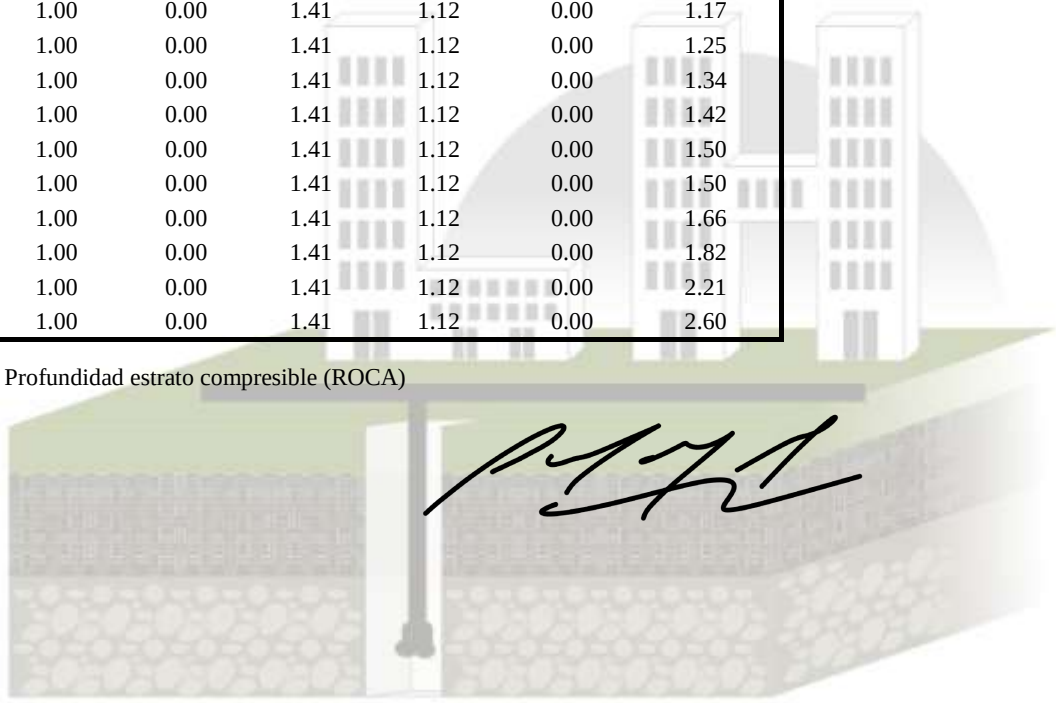
q=	Esfuerzo aplicado		ν=	Relación de poisson =	0.5	
B=	ancho del cimiento		Eu=	Modulo de deformación no drenado=	3000	Ton/m^2
Cu=	Cohesión no drenada =	6.0 Ton/m2	Ip	Factor de influencia		

CIMIENTO CUADRADO (FS=3)

H 0.00

B (m)	$\sigma_{seguridad}$ *(ton/m^2)*	*m (L/B)*	*n (z/B)*		*Ip3*	*Ip4*	*S(cm) (H=0)*
1.00	17	1.00	0.00	1.41	1.12	0.00	1.00
1.10	17	1.00	0.00	1.41	1.12	0.00	1.09
1.20	16	1.00	0.00	1.41	1.12	0.00	1.17
1.30	16	1.00	0.00	1.41	1.12	0.00	1.25
1.40	16	1.00	0.00	1.41	1.12	0.00	1.34
1.50	16	1.00	0.00	1.41	1.12	0.00	1.42
1.60	16	1.00	0.00	1.41	1.12	0.00	1.50
1.60	16	1.00	0.00	1.41	1.12	0.00	1.50
1.80	15	1.00	0.00	1.41	1.12	0.00	1.66
2.00	15	1.00	0.00	1.41	1.12	0.00	1.82
2.50	15	1.00	0.00	1.41	1.12	0.00	2.21
3.00	15	1.00	0.00	1.41	1.12	0.00	2.60

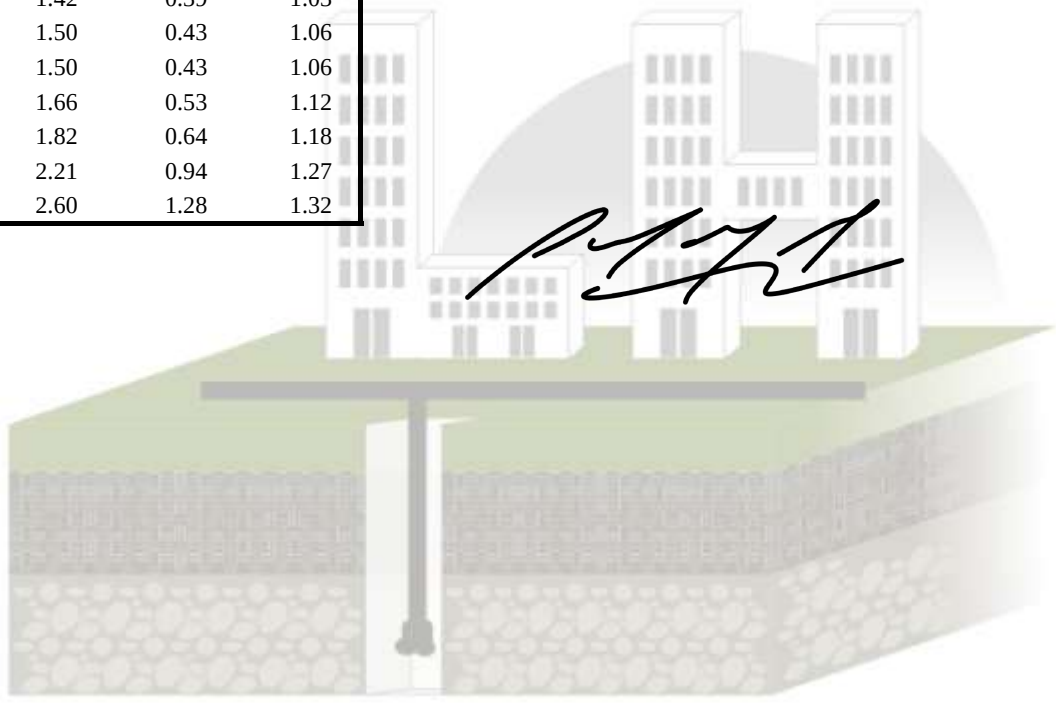
H 6.00 Profundidad estrato compresible (ROCA)



MEMORIA DE CÁLCULO - CIMIENTOS CUADRADOS **Df= 1.00 m**

B (m)	$\sigma_{seguridad}$ *(ton/m²)*	*m (L/B)*	*n (z/B)*		*Ip3*	*Ip4*	*S(cm) (z=H)*
1.00	17	1.00	6.00	6.16	0.21	0.05	0.19
1.10	17	1.00	5.45	5.63	0.23	0.06	0.22
1.20	16	1.00	5.00	5.20	0.25	0.06	0.26
1.30	16	1.00	4.62	4.83	0.27	0.07	0.30
1.40	16	1.00	4.29	4.51	0.29	0.07	0.34
1.50	16	1.00	4.00	4.24	0.31	0.07	0.39
1.60	16	1.00	3.75	4.01	0.32	0.08	0.43
1.60	16	1.00	3.75	4.01	0.32	0.08	0.43
1.80	15	1.00	3.33	3.62	0.36	0.09	0.53
2.00	15	1.00	3.00	3.32	0.40	0.10	0.64
2.50	15	1.00	2.40	2.79	0.48	0.11	0.94
3.00	15	1.00	2.00	2.45	0.55	0.13	1.28

B (m)	$\sigma_{seguridad}$ *(ton/m²)*	*S(cm) (H=0)*	*S(cm) (z=H)*	*S(cm) (z=H)*
1.00	17	1.00	0.19	0.82
1.10	17	1.09	0.22	0.87
1.20	16	1.17	0.26	0.91
1.30	16	1.25	0.30	0.96
1.40	16	1.34	0.34	0.99
1.50	16	1.42	0.39	1.03
1.60	16	1.50	0.43	1.06
1.60	16	1.50	0.43	1.06
1.80	15	1.66	0.53	1.12
2.00	15	1.82	0.64	1.18
2.50	15	2.21	0.94	1.27
3.00	15	2.60	1.28	1.32



MEMORIA DE CÁLCULO - CIMIENTOS CORRIDOS Df= 1.00 m

ASENTAMIENTOS

ELASTICOS INMEDIATOS

Los asentamientos por elasticidad dependerán principalmente de la magnitud del cimiento, Los asentamientos se calculan para la capacidad de seguridad a la falla (FS =3 y FS =2).

$$S_e = 2qB\,\frac{1-\upsilon^2}{E_u}\,I_p$$

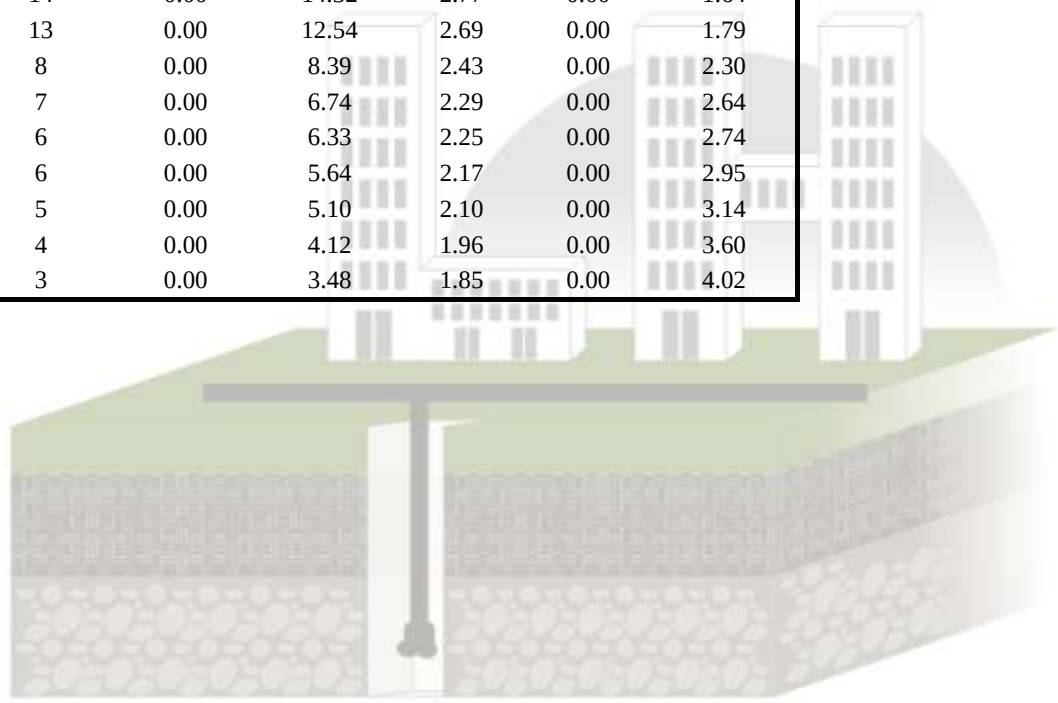
Siendo

q=	Esfuerzo aplicado		ν=	Relación de poisson =	0.4
B=	ancho del cimiento		Eu=	Modulo de deformación no drenado=75	3000 Ton/m^2
Cu=	Cohesión no drenada =	6.0 Ton/m2	Ip	Factor de influencia	

CIMIENTO CUADRADO (FS=3)

H 0.00

B (m)	$\sigma_{seguridad}$ *(ton/m^2)*	*m (L/B)*	*n (z/B)*		*Ip3*	*Ip4*	*S(cm) (H=0)*
0.40	16	25	0.00	25.02	3.13	0.00	1.12
0.50	16	20	0.00	20.02	2.99	0.00	1.31
0.60	15	17	0.00	16.70	2.87	0.00	1.48
0.70	15	14	0.00	14.32	2.77	0.00	1.64
0.80	15	13	0.00	12.54	2.69	0.00	1.79
1.20	14	8	0.00	8.39	2.43	0.00	2.30
1.50	14	7	0.00	6.74	2.29	0.00	2.64
1.60	14	6	0.00	6.33	2.25	0.00	2.74
1.80	13	6	0.00	5.64	2.17	0.00	2.95
2.00	13	5	0.00	5.10	2.10	0.00	3.14
2.50	13	4	0.00	4.12	1.96	0.00	3.60
3.00	13	3	0.00	3.48	1.85	0.00	4.02



MEMORIA DE CÁLCULO - CIMIENTOS CORRIDOS Df= 1.00 m

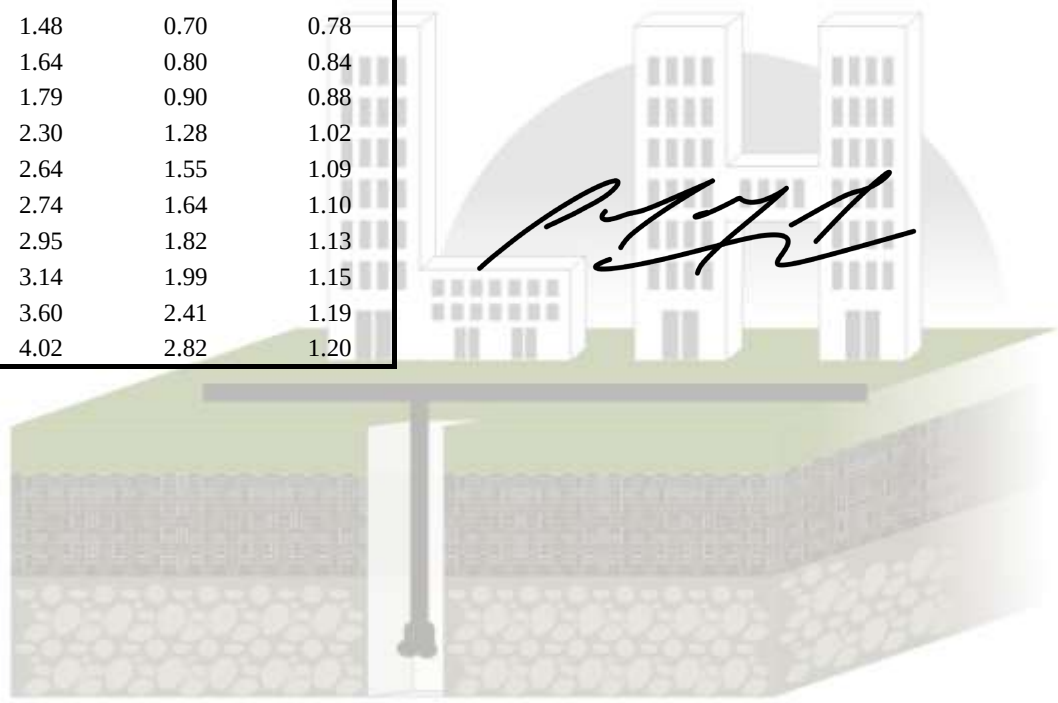
ASENTAMIENTOS

ELASTICOS INMEDIATOS

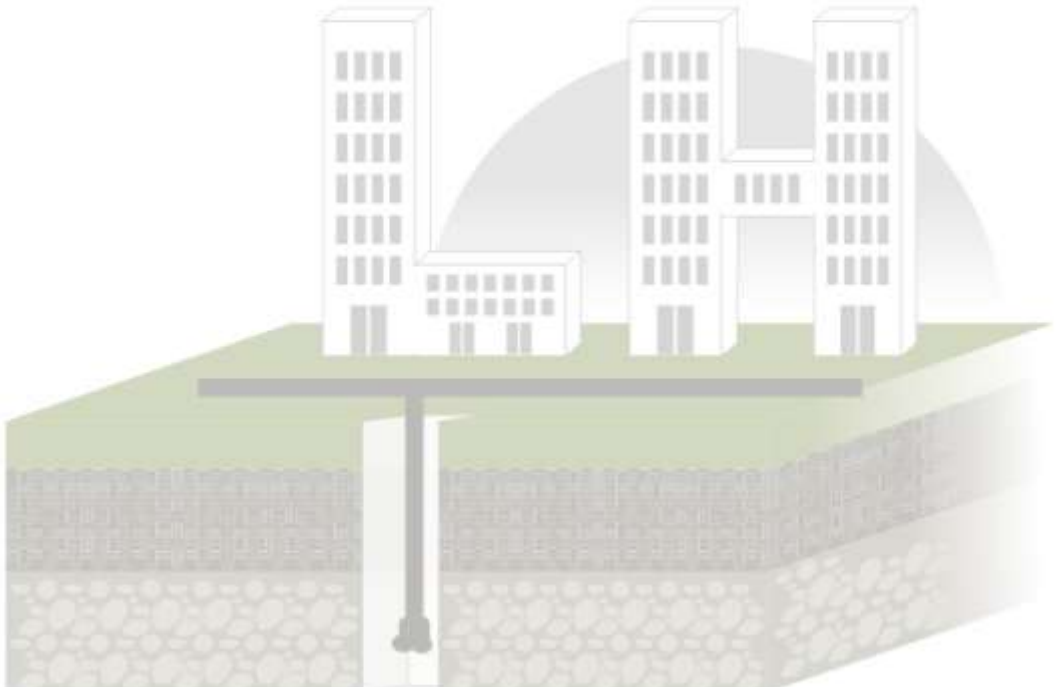
H 6.00 Profundidad estrato compresible (ROCA)

B (m)	$\sigma_{seguridad}$ *(ton/m^2)*	*m (L/B)*	*n (z/B)*		*Ip3*	*Ip4*	*S(cm) (z=H)*
0.40	16.0	25	15.00	29.17	1.36	0.27	0.49
0.50	15.6	20	12.00	23.35	1.36	0.27	0.60
0.60	15.4	17	10.00	19.46	1.36	0.27	0.70
0.70	15.1	14	8.57	16.69	1.36	0.27	0.80
0.80	14.9	13	7.50	14.61	1.36	0.27	0.90
1.20	14.1	8	5.00	9.77	1.35	0.27	1.28
1.50	13.7	7	4.00	7.84	1.35	0.27	1.55
1.60	13.6	6	3.75	7.36	1.34	0.27	1.64
1.80	13.5	6	3.33	6.56	1.34	0.26	1.82
2.00	13.3	5	3.00	5.92	1.33	0.26	1.99
2.50	13.1	4	2.40	4.77	1.32	0.26	2.41
3.00	13.0	3	2.00	4.01	1.30	0.25	2.82

B (m)	$\sigma_{seguridad}$ *(ton/m^2)*	*S(cm) (H=0)*	*S(cm) (z=H)*	*S(cm) (z=H)*
0.40	16	1.12	0.49	0.63
0.50	16	1.31	0.60	0.71
0.60	15	1.48	0.70	0.78
0.70	15	1.64	0.80	0.84
0.80	15	1.79	0.90	0.88
1.20	14	2.30	1.28	1.02
1.50	14	2.64	1.55	1.09
1.60	14	2.74	1.64	1.10
1.80	13	2.95	1.82	1.13
2.00	13	3.14	1.99	1.15
2.50	13	3.60	2.41	1.19
3.00	13	4.02	2.82	1.20



8.7 REGISTRO FOTOGRÁFICO



B-1






LÓPEZ HERMANOS
INVESTIGAMOS EL SUELO CIMENTANDO FUTURO
ES-FR-31 | Versión No. 2 | 24/07/2021
No. de Estudio: ES 22003
Proyecto: Edificio Hospitalario
Barreno/Apique: B1
No. Muestra: 1
Profundidad (m): 0.70/1.00
Fecha de exploración: 25-01-22
B1 (0.70/1.00)
No. de Estudio: E.S. 22003
Proyecto: Edificio Hospitalario
Barreno/Apique: B1
No. Muestra: 2
Profundidad (m): 1.70/2.00
Fecha de exploración: 25-01-22
B1 (1.70/2.00)
No. de Estudio: E.S. 22003
Proyecto: Edificio Hospitalario
Barreno/Apique: B1
No. Muestra: 6
Profundidad (m): 5.70/6.00
Fecha de exploración: 25-01-22
No. de Estudio: E.S 22003
Proyecto: Edificio Hospitalario
Barreno/Apique: B1
No. Muestra: 12
Profundidad (m): 14.70/15.00
Fecha de exploración: 29-01-22
B1 (14.70/15.00)

B-2 (DPSH)





B-3



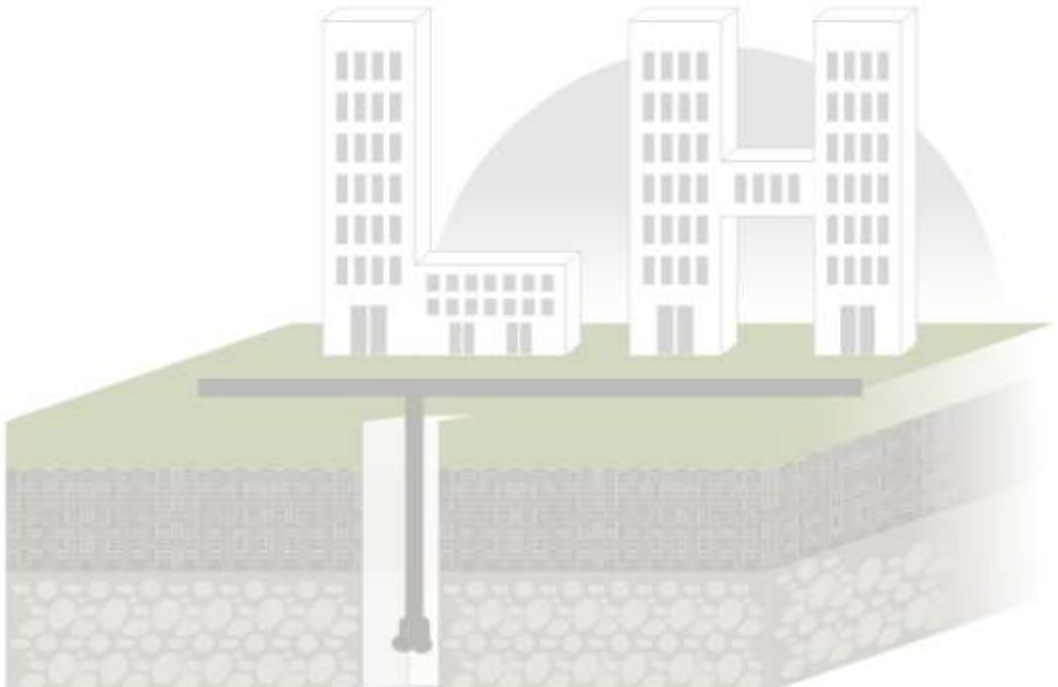



LÓPEZ HERMANOS
INVESTIGAMOS EL SUELO CIMENTANDO FUTURO
ES-FR-31 | Versión No. 2 | 24/07/2021
No. de Estudio: ES 22003
Proyecto: Edificio Hospitalario
Barreno/Apique: B3
No. Muestra: 1
Profundidad (m): 080/110
Fecha de exploración: 24-01-22
B3 (0.80/1.10)
No. Muestra: 2
Profundidad (m): 180/210
B3 (1.80/2.10)
No. Muestra: 5
Profundidad (m): 470/500
B3 (4.70/5.00)
No. Muestra: 6
Profundidad (m): 570/600
B3 (5.70/6.00)

B2-4 (DPSH)



8.8 DOCUMENTOS ESPECIALISTA



ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA JULIO GARAVITO

CONSEJO DIRECTIVO

Acta de Grado No. 2711

El Consejo Directivo de la ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA JULIO GARAVITO, en su sesión del día 3 de septiembre de 2013, mediante el Acta General de Posgrado No. 93,

Considerando

Que la ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA JULIO GARAVITO, con Personería Jurídica del Ministerio de Justicia, Resolución No. 086 del 19 de enero de 1973 y certificada por el Ministerio de Educación Nacional, está facultada por el Gobierno Nacional para expedir el título de **Magíster en Ingeniería Civil.**

Que el *Ingeniero Civil Libardo Adolfo López Ramírez* con C.C. No. *7.174.175 de TUNJA;* ha presentado su solicitud de grado del programa de **Maestría en Ingeniería Civil** acompañada de todos los documentos exigidos para tal efecto, que el solicitante ha cursado y aprobado todas las asignaturas que componen el plan de estudios correspondiente, y que ha cumplido los demás requisitos legales y reglamentarios según certifican el Rector y el Secretario General de la ESCUELA,

Resuelve

Primero: Otorgar el título de Magíster en Ingeniería Civil, al Ingeniero Civil

Libardo Adolfo López Ramírez

Segundo: Certificar que el programa académico fue desarrollado como Maestría de *Profundización* con énfasis en *Geotecnia*.

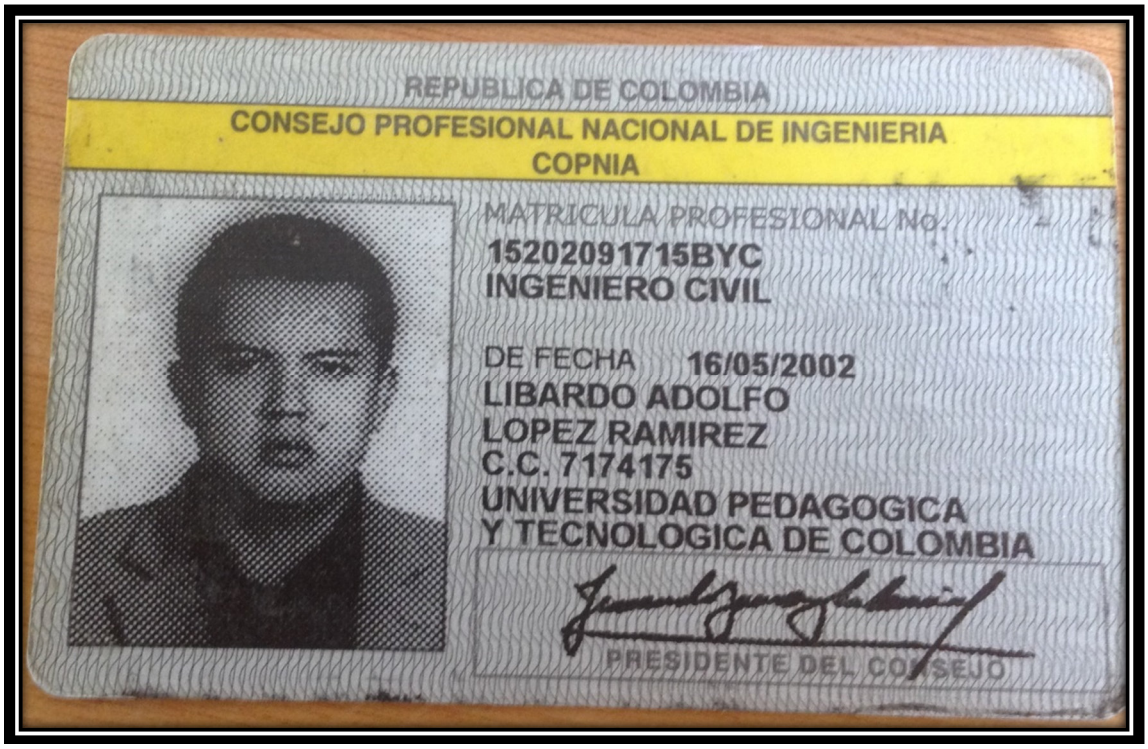
Tercero: Disponer que en testimonio del presente grado se haga entrega del diploma correspondiente, previo el juramento de rigor, en ceremonia especial.

Para constancia, expide y certifica el Secretario General de la ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA JULIO GARAVITO, en Bogotá D.C., 3 de septiembre de 2013.

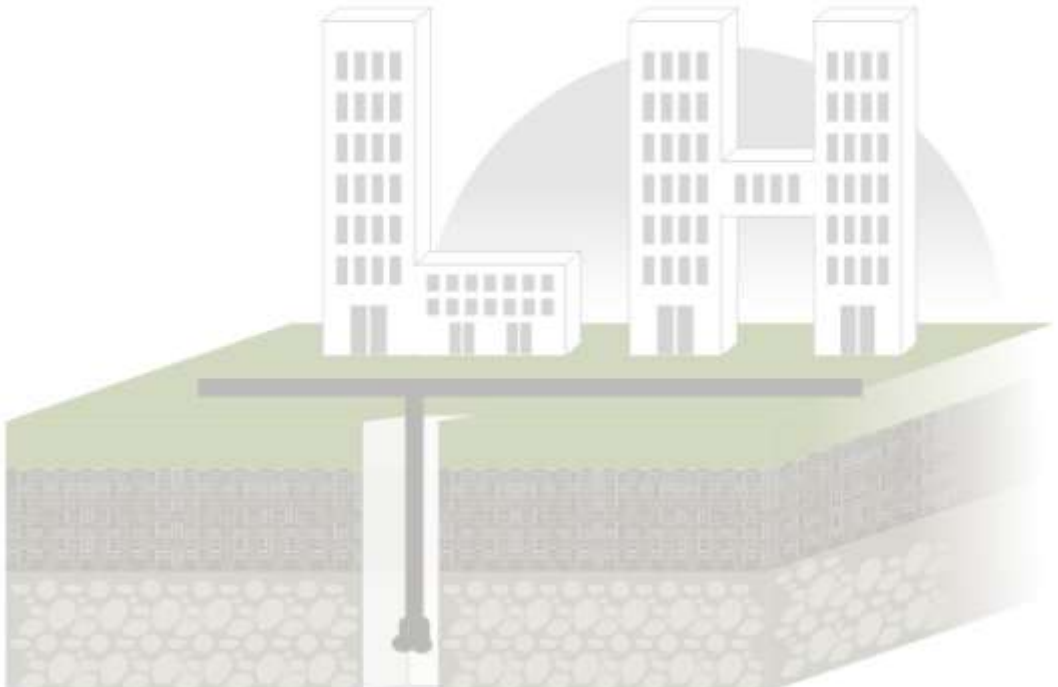
Ing. RICARDO A. LÓPEZ CUALLA
Secretario General

No. de Registro **9923** Libro de diplomas No. **1** Folio **4962**

Ak 45 Nº 205-59 (autopista Norte, kilometro 13)
PBX: (571) 668 3600 • Fax: 676 2340 • A.A. 14520 • Bogotá , D.C. (1029), Colombia
www.escuelaing.edu.co


REPUBLICA DE COLOMBIA
CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERIA
COPNIA
MATRICULA PROFESIONAL No.
15202091715BYC
INGENIERO CIVIL
DE FECHA 16/05/2002
LIBARDO ADOLFO
LOPEZ RAMIREZ
C.C. 7174175
UNIVERSIDAD PEDAGOGICA
Y TECNOLOGICA DE COLOMBIA
PRESIDENTE DEL CONSEJO

8.9 MEMORIAL DE RESPONSABILIDAD



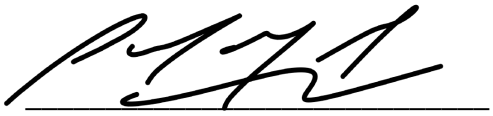
MEMORIAL DE RESPONSABILIDAD

Yo, *Libardo Adolfo López Ramírez*, identificado (a) con C.C. 7 174 175 de Tunja, en mi calidad de **Ingeniero Civil** con Matrícula Profesional No. 15202091715 BYC, **CERTIFICO** que realicé el **ESTUDIO DE SUELOS (ES 22003)**, para la "Construcción de torre hospitalaria y de apoyo en la ESE Santiago de Tunja - Boyacá" , ubicado en la Calle 8ª No.2A 47 - Barrio San Antonio en la ciudad de Tunja (Boyacá)

Por lo anterior, manifiesto que es viable la construcción de la edificación en el citado predio, siempre y cuando se construya de acuerdo con las recomendaciones hechas en el estudio.

Atentamente,

Libardo Adolfo López Ramírez



Firma

Profesión: Ingeniero civil

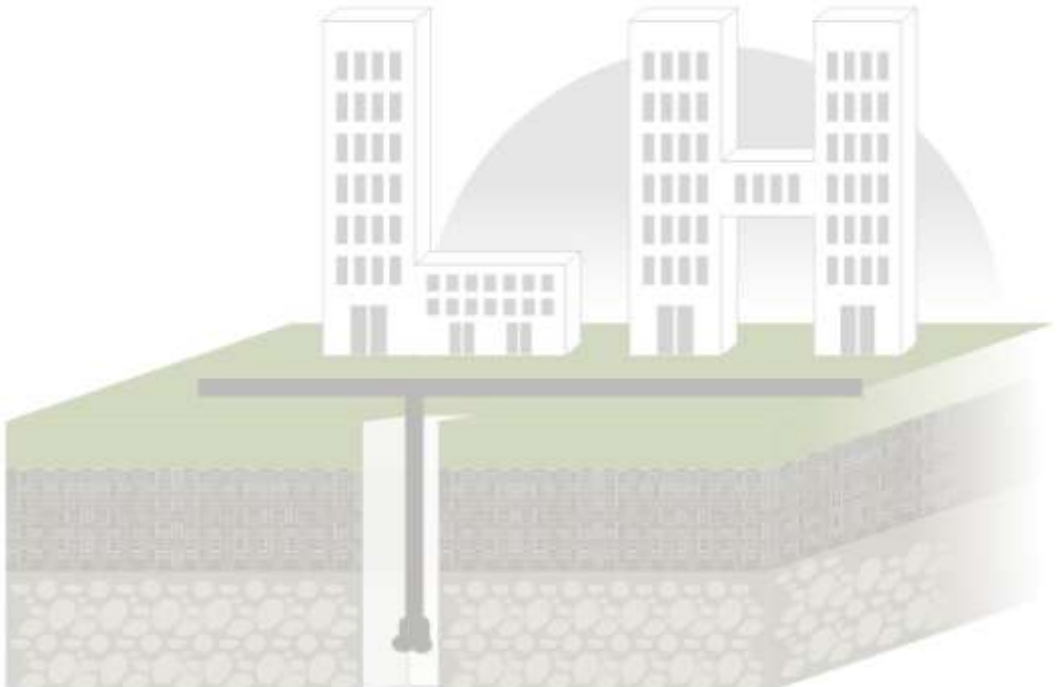
Título de Formación avanzada: Magister en geotecnia

C.C. 7 174 175

Matrícula Profesional No. 15202091715 BYC

Dirección de Correspondencia. Calle 42 A N° 8 -24

8.10 ENSAYOS DE LABORATORIO



	Formato del Sistema de Gestión de Calidad	Este documento es propiedad intelectual de López Hermanos Geotécnia y Aguas Subterráneas S.A.S	
LÓPEZ HERMANOS S.A.S GEOTECNIA Y AGUAS SUBTERRÁNEAS INVESTIGAMOS EL SUELO CIMENTANDO FUTURO	EJECUCIÓN DE ENSAYOS DE LABORATORIO		
	INFORME DE ENSAYOS: HUMEDAD NATURAL, LÍMITES DE CONSISTENCIA, LAVADO SOBRE TAMIZ No. 200,RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN INCONFINADA, VELETA Y PENETRÓMETRO DE BOLSILLO, SPT Y VELETA DE CAMPO	Versión No. 0	28/02/2019
		EL-INF-33	INVE - 122 - 13, INVE - 125 - 13, INVE - 126 - 13, INVE - 214 - 13, INVE - 152 - 13

Número de ensayo: ***81573 (33)***

Solicitado por: ESE SANTIAGO DE TUNJA

Dirección: ***Muestra No.:*** **81573 (33)**

NIT./C.C.:

Tel.: ***No de Orden*** ***33750***

Obra: Edificación Hospitalario ***Fecha de ensayo:*** 12/2/2022

Finalidad: Determinar propiedades mecánicas e índice del material ***Fecha de Informe:*** 14/02/2022

Muestra tomada por: López Hermanos Geotecnia y Aguas subterráneas SAS ***Fecha de muestreo:*** 25/01/2022

Procedencia: Tunja ***Referencia Interna Cliente:*** NA

Barreno: **1** ***Tipo de muestreador:*** Shelby

Profundidad: **0.70m a 1.00m**

Descripción de la muestra: Limo color rojo y gris

HUMEDAD NATURAL	Masa del especimen húmedo (g)	26.4
	Masa de recipiente (g)	16.88
	Masa de recipiente + suelo humedo (g)	43.28
	Masa de recipiente + suelo seco (g)	35.47
	HUMEDAD NATURAL (%)	**42**

LAVADO SOBRE TAMIZ No. 200	Peso suelo seco antes de lavar, (g)	#N/D
	Peso suelo seco después de lavar, (g)	#N/D
	PASANTE MALLA No. 4	**#N/D**
	PASANTE MALLA No. 200	**#N/D**

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN INCONFINADA	Estado de la muestra	Inalterada
	Altura inicial del espécimen, mm	
	Diámetro del espécimen, mm	
	Masa del especímen húmedo (g)	
	Relacion Altura / diámetro	
	Área inicial transversal de la muestra, mm²	
	Velocidad de deformación (mm/min)	
	Densidad Húmeda, g/cm^3	
	Densidad seca (g/cm^3)	
	Carga máxima (kN)	
	Deformación al momento de falla (mm)	
	Resistencia a la compresión inconfinada, kPa	
	Resistencia al corte no drenada (Su), kPa	
	Deformación en el instante de la falla, %	
	Tipo de Falla	**NO SE FALLO**

LÍMITE LÍQUIDO - 0	Recipiente No.	**0**	**0**
	Número de golpes		
	Masa del recipiente, g		
	Masa del recipiente más muestra húmeda, g		
	Masa del recipiente más muestra seca,g		
	Contenido de agua, %		
	LÍMITE LÍQUIDO	**#N/D**	

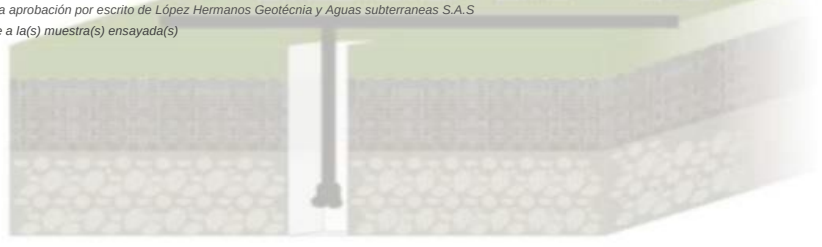
LÍMITE PLÁSTICO	Recipiente No.		
	Masa del recipiente (g)		
	Masa del recipiente + suelo húmedo (g)		
	Masa del recipiente + suelo seco (g)		
	Contenido de agua, %		
	LÍMITE PLÁSTICO (LP)		
	ÍNDICE DE PLASTICIDAD (IP)		

V Y P	**VELETA DE MANO (kg/cm^2)**	-
	PENETRÓMETRO DE BOLSILLO (kg/cm^2)	-

Observaciones: ***NINGUNA***

Ejecutó	Revisó	Aprobó
YEIMY EDILSON RIOS CIFUENTES	ING. JOHANA CARO CARO	ING. JOHANA CARO CARO
LABORATORISTA	MP. 15202-320655 BYC	MP. 15202-320655 BYC

Nota: Este folio no se deberá reproducir de forma parcial o total sin la aprobación por escrito de López Hermanos Geotécnia y Aguas subterraneas S.A.S
Los resultados mostrados en este informe corresponden unicamente a la(s) muestra(s) ensayada(s)



	Formato del Sistema de Gestión de Calidad	Este documento es propiedad intelectual de López Hermanos Geotécnia y Aguas Subterráneas S.A.S	
LÓPEZ HERMANOS S.A.S GEOTECNIA Y AGUAS SUBTERRÁNEAS INVESTIGAMOS EL SUELO CIMENTANDO FUTURO	EJECUCIÓN DE ENSAYOS DE LABORATORIO		
	INFORME DE ENSAYOS: HUMEDAD NATURAL, LÍMITES DE CONSISTENCIA, LAVADO SOBRE TAMIZ No. 200,RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN INCONFINADA, VELETA Y PENETRÓMETRO DE BOLSILLO, SPT Y VELETA DE CAMPO	Versión No. 0	28/02/2019
		EL-INF-33	INVE - 122 - 13, INVE - 125 - 13, INVE - 126 - 13, INVE - 214 - 13, INVE - 152 - 13

Número de ensayo: ***81574 (33)***

Solicitado por: ESE SANTIAGO DE TUNJA

Dirección: ***Muestra No.:*** **81574 (33)**

NIT./C.C.:

Tel.: ***No de Orden*** ***33750***

Obra: Edificación Hospitalario ***Fecha de ensayo:*** 11/2/2022

Finalidad: Determinar propiedades mecánicas e índice del material ***Fecha de Informe:*** 14/02/2022

Muestra tomada por: López Hermanos Geotecnia y Aguas subterráneas SAS ***Fecha de muestreo:*** 25/01/2022

Procedencia: Tunja ***Referencia Interna Cliente:*** NA

Barreno: **1** ***Tipo de muestreador:*** Shelby

Profundidad: **1.70m a 2.00m**

Descripción de la muestra: Limo color rojo y gris

HUMEDAD NATURAL

Masa del especimen húmedo (g)	36.45
Masa de recipiente (g)	18.74
Masa de recipiente + suelo humedo (g)	55.19
Masa de recipiente + suelo seco (g)	44.31
HUMEDAD NATURAL (%)	**42.5**

LAVADO SOBRE TAMIZ No. 200

Peso suelo seco antes de lavar, (g)	#N/D
Peso suelo seco después de lavar, (g)	#N/D
PASANTE MALLA No. 4	**#N/D**
PASANTE MALLA No. 200	**#N/D**

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN INCONFINADA

Estado de la muestra	Inalterada
Altura inicial del espécimen, mm	119.47
Diámetro del espécimen, mm	58.75
Masa del especímen húmedo (g)	522.8
Relacion Altura / diámetro	2.03
Área inicial transversal de la muestra, mm²	2711
Velocidad de deformación (mm/min)	1.5
Densidad Húmeda, g/cm^3	1.61
Densidad seca (g/cm^3)	1.13
Carga máxima (kN)	1.221
Deformación al momento de falla (mm)	3.371
Resistencia a la compresión inconfinada, kPa	437.8
Resistencia al corte no drenada (Su), kPa	218.9
Deformación en el instante de la falla, %	2.8
Tipo de Falla	**CORTE**

LÍMITE LÍQUIDO - Método B

Recipiente No.	**A9**	**A20**
Número de golpes	20	26
Masa del recipiente, g	17.3	17.89
Masa del recipiente más muestra húmeda, g	25.65	25.76
Masa del recipiente más muestra seca,g	21.4	21.77
Contenido de agua, %	103.7	102.8
LÍMITE LÍQUIDO	**103**	

LÍMITE PLÁSTICO

Recipiente No.	D51	D61
Masa del recipiente (g)	7.43	7.75
Masa del recipiente + suelo húmedo (g)	13.45	13.82
Masa del recipiente + suelo seco (g)	11.58	11.94
Contenido de agua, %	45.1	44.9
LÍMITE PLÁSTICO (LP)	**45**	
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (IP)	**58**	

V Y P

VELETA DE MANO (kg/cm^2)	**1.75**
PENETRÓMETRO DE BOLSILLO (kg/cm^2)	**4.5**



Observaciones: ***NINGUNA***

Ejecutó	Revisó	Aprobó
YEIMY EDILSON RIOS CIFUENTES	ING. JOHANA CARO CARO	ING. JOHANA CARO CARO
LABORATORISTA	MP. 15202-320655 BYC	MP. 15202-320655 BYC

Nota: Este folio no se deberá reproducir de forma parcial o total sin la aprobación por escrito de López Hermanos Geotécnia y Aguas subterraneas S.A.S
Los resultados mostrados en este informe corresponden unicamente a la(s) muestra(s) ensayada(s)

	Formato del Sistema de Gestión de Calidad	Este documento es propiedad intelectual de López Hermanos Geotécnia y Aguas Subterráneas S.A.S	
LÓPEZ HERMANOS S.A.S GEOTECNIA Y AGUAS SUBTERRÁNEAS INVESTIGAMOS EL SUELO CIMENTANDO FUTURO	EJECUCIÓN DE ENSAYOS DE LABORATORIO		
	INFORME DE ENSAYOS: HUMEDAD NATURAL, LÍMITES DE CONSISTENCIA, LAVADO SOBRE TAMIZ No. 200,RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN INCONFINADA, VELETA Y PENETRÓMETRO DE BOLSILLO, SPT Y VELETA DE CAMPO	Versión No. 0	28/02/2019
		EL-INF-33	INVE - 122 - 13, INVE - 125 - 13, INVE - 126 - 13, INVE - 214 - 13, INVE - 152 - 13

Número de ensayo: ***81575 (33)***

Solicitado por: ESE SANTIAGO DE TUNJA

Dirección: ***Muestra No.:*** **81575 (33)**

NIT./C.C.:

Tel.: ***No de Orden*** ***33750***

Obra: Edificación Hospitalario ***Fecha de ensayo:*** 11/2/2022

Finalidad: Determinar propiedades mecánicas e índice del material ***Fecha de Informe:*** 14/02/2022

Muestra tomada por: López Hermanos Geotecnia y Aguas subterráneas SAS ***Fecha de muestreo:*** 25/01/2022

Procedencia: Tunja ***Referencia Interna Cliente:*** NA

Barreno: **1** ***Tipo de muestreador:*** Shelby

Profundidad: **2.70m a 3.00m**

Descripción de la muestra: Limo color rojo y gris

HUMEDAD NATURAL	
Masa del especimen húmedo (g)	0
Masa de recipiente (g)	0
Masa de recipiente + suelo humedo (g)	0
Masa de recipiente + suelo seco (g)	0
HUMEDAD NATURAL (%)	

LAVADO SOBRE TAMIZ No. 200	
Peso suelo seco antes de lavar, (g)	#N/D
Peso suelo seco después de lavar, (g)	#N/D
PASANTE MALLA No. 4	**#N/D**
PASANTE MALLA No. 200	**#N/D**

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN INCONFINADA	
Estado de la muestra	Inalterada
Altura inicial del espécimen, mm	
Diámetro del espécimen, mm	
Masa del especímen húmedo (g)	
Relacion Altura / diámetro	
Área inicial transversal de la muestra, mm²	
Velocidad de deformación (mm/min)	
Densidad Húmeda, g/cm^3	
Densidad seca (g/cm^3)	
Carga máxima (kN)	
Deformación al momento de falla (mm)	
Resistencia a la compresión inconfinada, kPa	
Resistencia al corte no drenada (Su), kPa	
Deformación en el instante de la falla, %	
Tipo de Falla	**NO SE FALLO**

LÍMITE LÍQUIDO - Método B			
Recipiente No.	**A53**	**A31**
Número de golpes	23	27
Masa del recipiente, g	17.3	16.96
Masa del recipiente más muestra húmeda, g	26.47	25.8
Masa del recipiente más muestra seca,g	21.73	21.27
Contenido de agua, %	107	105.1
LÍMITE LÍQUIDO	**106**	

LÍMITE PLÁSTICO		
Recipiente No.	D46	D24
Masa del recipiente (g)	6.43	6.29
Masa del recipiente + suelo húmedo (g)	13.58	13.49
Masa del recipiente + suelo seco (g)	11.35	11.24
Contenido de agua, %	45.3	45.5
LÍMITE PLÁSTICO (LP)	**45**	
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (IP)	**61**	

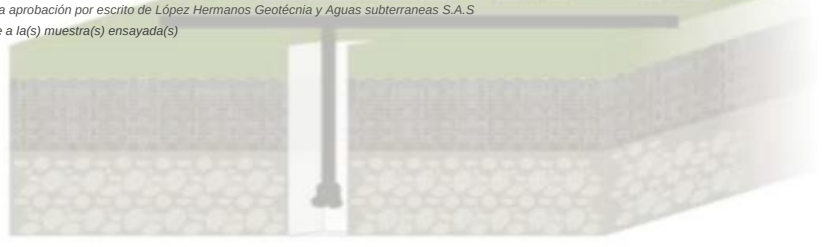
V Y P	
VELETA DE MANO (kg/cm^2)	-
PENETRÓMETRO DE BOLSILLO (kg/cm^2)	-

Observaciones: ***NINGUNA***

Ejecutó	Revisó	Aprobó
YEIMY EDILSON RIOS CIFUENTES	ING. JOHANA CARO CARO	ING. JOHANA CARO CARO
LABORATORISTA	MP. 15202-320655 BYC	MP. 15202-320655 BYC

Nota: Este folio no se deberá reproducir de forma parcial o total sin la aprobación por escrito de López Hermanos Geotécnia y Aguas subterraneas S.A.S

Los resultados mostrados en este informe corresponden unicamente a la(s) muestra(s) ensayada(s)



	Formato del Sistema de Gestión de Calidad	Este documento es propiedad intelectual de López Hermanos Geotécnia y Aguas Subterráneas S.A.S	
LÓPEZ HERMANOS S.A.S GEOTECNIA Y AGUAS SUBTERRÁNEAS INVESTIGAMOS EL SUELO CIMENTANDO FUTURO	EJECUCIÓN DE ENSAYOS DE LABORATORIO		
	INFORME DE ENSAYOS: HUMEDAD NATURAL, LÍMITES DE CONSISTENCIA, LAVADO SOBRE TAMIZ No. 200,RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN INCONFINADA, VELETA Y PENETRÓMETRO DE BOLSILLO, SPT Y VELETA DE CAMPO	Versión No. 0	28/02/2019
		EL-INF-33	INVE - 122 - 13, INVE - 125 - 13, INVE - 126 - 13, INVE - 214 - 13, INVE - 152 - 13

Número de ensayo: ***81576 (33)***

Solicitado por: ESE SANTIAGO DE TUNJA

Dirección: ***Muestra No.:*** **81576 (33)**

NIT./C.C.:

Tel.: ***No de Orden*** ***33750***

Obra: Edificación Hospitalario ***Fecha de ensayo:*** 11/2/2022

Finalidad: Determinar propiedades mecánicas e índice del material ***Fecha de Informe:*** 14/02/2022

Muestra tomada por: López Hermanos Geotecnia y Aguas subterráneas SAS ***Fecha de muestreo:*** 25/01/2022

Procedencia: Tunja ***Referencia Interna Cliente:*** NA

Barreno: **1** ***Tipo de muestreador:*** Shelby

Profundidad: **3.70m a 4.00m**

Descripción de la muestra: Limo color habano y rojo

HUMEDAD NATURAL	
Masa del especimen húmedo (g)	0
Masa de recipiente (g)	0
Masa de recipiente + suelo humedo (g)	0
Masa de recipiente + suelo seco (g)	0
HUMEDAD NATURAL (%)	

LAVADO SOBRE TAMIZ No. 200	
Peso suelo seco antes de lavar, (g)	#N/D
Peso suelo seco después de lavar, (g)	#N/D
PASANTE MALLA No. 4	**#N/D**
PASANTE MALLA No. 200	**#N/D**

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN INCONFINADA	
Estado de la muestra	Inalterada
Altura inicial del espécimen, mm	
Diámetro del espécimen, mm	
Masa del especímen húmedo (g)	
Relacion Altura / diámetro	
Área inicial transversal de la muestra, mm²	
Velocidad de deformación (mm/min)	
Densidad Húmeda, g/cm^3	
Densidad seca (g/cm^3)	
Carga máxima (kN)	
Deformación al momento de falla (mm)	
Resistencia a la compresión inconfinada, kPa	
Resistencia al corte no drenada (Su), kPa	
Deformación en el instante de la falla, %	
Tipo de Falla	**NO SE FALLO**

LÍMITE LÍQUIDO - Método B			
Recipiente No.	**A1**	**A55**
Número de golpes	24	27
Masa del recipiente, g	17.75	18.12
Masa del recipiente más muestra húmeda, g	26.75	26.81
Masa del recipiente más muestra seca,g	22.09	22.33
Contenido de agua, %	107.4	106.4
LÍMITE LÍQUIDO	**107**	

LÍMITE PLÁSTICO		
Recipiente No.	D52	D11
Masa del recipiente (g)	6.98	6.32
Masa del recipiente + suelo húmedo (g)	13.11	12.71
Masa del recipiente + suelo seco (g)	11.04	10.54
Contenido de agua, %	51.0	51.4
LÍMITE PLÁSTICO (LP)	**51**	
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (IP)	**56**	

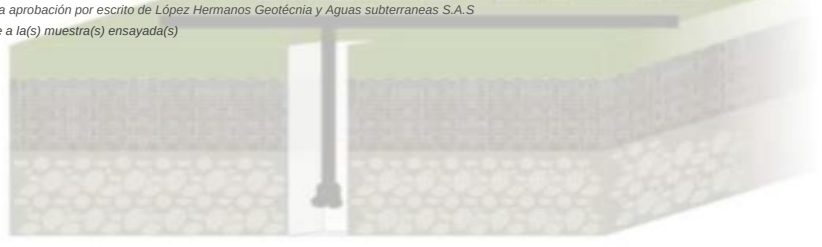
V Y P	
VELETA DE MANO (kg/cm^2)	-
PENETRÓMETRO DE BOLSILLO (kg/cm^2)	-

Observaciones: ***NINGUNA***

Ejecutó	Revisó	Aprobó
YEIMY EDILSON RIOS CIFUENTES	ING. JOHANA CARO CARO	ING. JOHANA CARO CARO
LABORATORISTA	MP. 15202-320655 BYC	MP. 15202-320655 BYC

Nota: Este folio no se deberá reproducir de forma parcial o total sin la aprobación por escrito de López Hermanos Geotécnia y Aguas subterraneas S.A.S

Los resultados mostrados en este informe corresponden unicamente a la(s) muestra(s) ensayada(s)



	Formato del Sistema de Gestión de Calidad	Este documento es propiedad intelectual de López Hermanos Geotécnia y Aguas Subterráneas S.A.S	
LÓPEZ HERMANOS S.A.S GEOTECNIA Y AGUAS SUBTERRÁNEAS INVESTIGAMOS EL SUELO CIMENTANDO FUTURO	EJECUCIÓN DE ENSAYOS DE LABORATORIO		
	INFORME DE ENSAYOS: HUMEDAD NATURAL, LÍMITES DE CONSISTENCIA, LAVADO SOBRE TAMIZ No. 200,RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN INCONFINADA, VELETA Y PENETRÓMETRO DE BOLSILLO, SPT Y VELETA DE CAMPO	Versión No. 0	28/02/2019
		EL-INF-33	INVE - 122 - 13, INVE - 125 - 13, INVE - 126 - 13, INVE - 214 - 13, INVE - 152 - 13

Número de ensayo: ***81577 (33)***

Solicitado por: ESE SANTIAGO DE TUNJA

Dirección: ***Muestra No.:*** **81577 (33)**

NIT./C.C.:

Tel.: ***No de Orden*** ***33750***

Obra: Edificación Hospitalario ***Fecha de ensayo:*** 11/2/2022

Finalidad: Determinar propiedades mecánicas e índice del material ***Fecha de Informe:*** 15/02/2022

Muestra tomada por: López Hermanos Geotecnia y Aguas subterráneas SAS ***Fecha de muestreo:*** 25/01/2022

Procedencia: Tunja ***Referencia Interna Cliente:*** NA

Barreno: **1** ***Tipo de muestreador:*** Shelby

Profundidad: **4.70m a 5.00m**

Descripción de la muestra: Limo color rojizo y habano

HUMEDAD NATURAL	
Masa del especimen húmedo (g)	37.55
Masa de recipiente (g)	20.98
Masa de recipiente + suelo humedo (g)	58.53
Masa de recipiente + suelo seco (g)	43.54
HUMEDAD NATURAL (%)	**66.4**

LAVADO SOBRE TAMIZ No. 200	
Peso suelo seco antes de lavar, (g)	#N/D
Peso suelo seco después de lavar, (g)	#N/D
PASANTE MALLA No. 4	**#N/D**
PASANTE MALLA No. 200	**#N/D**

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN INCONFINADA	
Estado de la muestra	Inalterada
Altura inicial del espécimen, mm	119.14
Diámetro del espécimen, mm	58.37
Masa del especímen húmedo (g)	487
Relacion Altura / diámetro	2.0
Área inicial transversal de la muestra, mm²	2676
Velocidad de deformación (mm/min)	1.5
Densidad Húmeda, g/cm^3	1.53
Densidad seca (g/cm^3)	0.92
Carga máxima (kN)	0.301
Deformación al momento de falla (mm)	5.971
Resistencia a la compresión inconfinada, kPa	106.9
Resistencia al corte no drenada (Su), kPa	53.43
Deformación en el instante de la falla, %	5
Tipo de Falla	**CORTE**

LÍMITE LÍQUIDO - 0		
Recipiente No.	**0**	**0**
Número de golpes		
Masa del recipiente, g		
Masa del recipiente más muestra húmeda, g		
Masa del recipiente más muestra seca,g		
Contenido de agua, %		
LÍMITE LÍQUIDO		

LÍMITE PLÁSTICO		
Recipiente No.		
Masa del recipiente (g)		
Masa del recipiente + suelo húmedo (g)		
Masa del recipiente + suelo seco (g)		
Contenido de agua, %		
LÍMITE PLÁSTICO (LP)		
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (IP)		

V Y P	
VELETA DE MANO (kg/cm^2)	**1**
PENETRÓMETRO DE BOLSILLO (kg/cm^2)	**1.5**



Observaciones: ***NINGUNA***

Ejecutó	Revisó	Aprobó
YEIMY EDILSON RIOS CIFUENTES	ING. JOHANA CARO CARO	ING. JOHANA CARO CARO
LABORATORISTA	MP. 15202-320655 BYC	MP. 15202-320655 BYC

Nota: Este folio no se deberá reproducir de forma parcial o total sin la aprobación por escrito de López Hermanos Geotécnia y Aguas subterraneas S.A.S
Los resultados mostrados en este informe corresponden unicamente a la(s) muestra(s) ensayada(s)

	Formato del Sistema de Gestión de Calidad	Este documento es propiedad intelectual de López Hermanos Geotécnia y Aguas Subterráneas S.A.S	
LÓPEZ HERMANOS S.A.S GEOTECNIA Y AGUAS SUBTERRÁNEAS INVESTIGAMOS EL SUELO CIMENTANDO FUTURO	EJECUCIÓN DE ENSAYOS DE LABORATORIO		
	INFORME DE ENSAYOS: HUMEDAD NATURAL, LÍMITES DE CONSISTENCIA, LAVADO SOBRE TAMIZ No. 200,RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN INCONFINADA, VELETA Y PENETRÓMETRO DE BOLSILLO, SPT Y VELETA DE CAMPO	Versión No. 0	28/02/2019
		EL-INF-33	INVE - 122 - 13, INVE - 125 - 13, INVE - 126 - 13, INVE - 214 - 13, INVE - 152 - 13

Número de ensayo: ***81578 (33)***

Solicitado por: ESE SANTIAGO DE TUNJA

Dirección: ***Muestra No.:*** **81578 (33)**

NIT./C.C.:

Tel.: ***No de Orden*** ***33750***

Obra: Edificación Hospitalario ***Fecha de ensayo:*** 12/2/2022

Finalidad: Determinar propiedades mecánicas e índice del material ***Fecha de Informe:*** 14/02/2022

Muestra tomada por: López Hermanos Geotecnia y Aguas subterráneas SAS ***Fecha de muestreo:*** 25/01/2022

Procedencia: Tunja ***Referencia Interna Cliente:*** NA

Barreno: **1** ***Tipo de muestreador:*** Shelby

Profundidad: **5.70m a 6.00m**

Descripción de la muestra: Limo color marrón y gris

HUMEDAD NATURAL		
	Masa del especimen húmedo (g)	34.05
	Masa de recipiente (g)	18.1
	Masa de recipiente + suelo humedo (g)	52.15
	Masa de recipiente + suelo seco (g)	39.58
	HUMEDAD NATURAL (%)	**58.5**

LAVADO SOBRE TAMIZ No. 200		
	Peso suelo seco antes de lavar, (g)	#N/D
	Peso suelo seco después de lavar, (g)	#N/D
	PASANTE MALLA No. 4	**#N/D**
	PASANTE MALLA No. 200	**#N/D**

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN INCONFINADA		
	Estado de la muestra	Inalterada
	Altura inicial del espécimen, mm	
	Diámetro del espécimen, mm	
	Masa del especímen húmedo (g)	
	Relacion Altura / diámetro	
	Área inicial transversal de la muestra, mm²	
	Velocidad de deformación (mm/min)	
	Densidad Húmeda, g/cm^3	
	Densidad seca (g/cm^3)	
	Carga máxima (kN)	
	Deformación al momento de falla (mm)	
	Resistencia a la compresión inconfinada, kPa	
	Resistencia al corte no drenada (Su), kPa	
	Deformación en el instante de la falla, %	
	Tipo de Falla	**NO SE FALLO**

LÍMITE LÍQUIDO - 0			
	Recipiente No.	**0**	**0**
	Número de golpes		
	Masa del recipiente, g		
	Masa del recipiente más muestra húmeda, g		
	Masa del recipiente más muestra seca,g		
	Contenido de agua, %		
	LÍMITE LÍQUIDO		

LÍMITE PLÁSTICO			
	Recipiente No.		
	Masa del recipiente (g)		
	Masa del recipiente + suelo húmedo (g)		
	Masa del recipiente + suelo seco (g)		
	Contenido de agua, %		
	LÍMITE PLÁSTICO (LP)		
	ÍNDICE DE PLASTICIDAD (IP)		

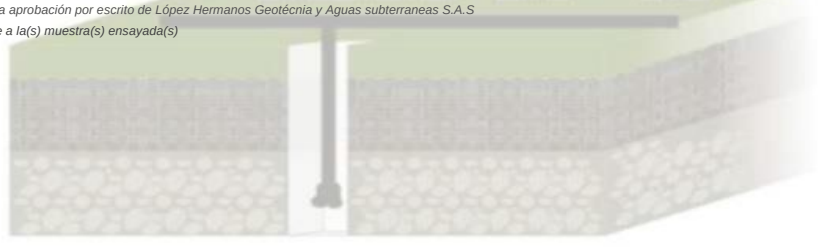
V Y P		
	VELETA DE MANO (kg/cm^2)	**0.75**
	PENETRÓMETRO DE BOLSILLO (kg/cm^2)	**1.25**

Observaciones: ***NINGUNA***

Ejecutó	Revisó	Aprobó
YEIMY EDILSON RIOS CIFUENTES	ING. JOHANA CARO CARO	ING. JOHANA CARO CARO
LABORATORISTA	MP. 15202-320655 BYC	MP. 15202-320655 BYC

Nota: Este folio no se deberá reproducir de forma parcial o total sin la aprobación por escrito de López Hermanos Geotécnia y Aguas subterraneas S.A.S

Los resultados mostrados en este informe corresponden unicamente a la(s) muestra(s) ensayada(s)



	Formato del Sistema de Gestión de Calidad	Este documento es propiedad intelectual de López Hermanos Geotécnia y Aguas Subterráneas S.A.S	
LÓPEZ HERMANOS S.A.S GEOTECNIA Y AGUAS SUBTERRÁNEAS INVESTIGAMOS EL SUELO CIMENTANDO FUTURO	EJECUCIÓN DE ENSAYOS DE LABORATORIO		
	INFORME DE ENSAYOS: HUMEDAD NATURAL, LÍMITES DE CONSISTENCIA, LAVADO SOBRE TAMIZ No. 200,RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN INCONFINADA, VELETA Y PENETRÓMETRO DE BOLSILLO, SPT Y VELETA DE CAMPO	Versión No. 0	28/02/2019
		EL-INF-33	INVE - 122 - 13, INVE - 125 - 13, INVE - 126 - 13, INVE - 214 - 13, INVE - 152 - 13

Número de ensayo: ***81579 (33)***

Solicitado por: ESE SANTIAGO DE TUNJA

Dirección: ***Muestra No.:*** **81579 (33)**

NIT./C.C.:

Tel.: ***No de Orden*** ***33750***

Obra: Edificación Hospitalario ***Fecha de ensayo:*** 11/2/2022

Finalidad: Determinar propiedades mecánicas e índice del material ***Fecha de Informe:*** 14/02/2022

Muestra tomada por: López Hermanos Geotecnia y Aguas subterráneas SAS ***Fecha de muestreo:*** 27/01/2022

Procedencia: Tunja ***Referencia Interna Cliente:*** NA

Barreno: **1** ***Tipo de muestreador:*** Shelby

Profundidad: **7.50m a 7.80m**

Descripción de la muestra: Arcilla color habano y rojizo

HUMEDAD NATURAL		
	Masa del especimen húmedo (g)	0
	Masa de recipiente (g)	0
	Masa de recipiente + suelo humedo (g)	0
	Masa de recipiente + suelo seco (g)	0
	HUMEDAD NATURAL (%)	

LAVADO SOBRE TAMIZ No. 200		
	Peso suelo seco antes de lavar, (g)	#N/D
	Peso suelo seco después de lavar, (g)	#N/D
	PASANTE MALLA No. 4	**#N/D**
	PASANTE MALLA No. 200	**#N/D**

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN INCONFINADA		
	Estado de la muestra	Inalterada
	Altura inicial del espécimen, mm	
	Diámetro del espécimen, mm	
	Masa del especímen húmedo (g)	
	Relacion Altura / diámetro	
	Área inicial transversal de la muestra, mm²	
	Velocidad de deformación (mm/min)	
	Densidad Húmeda, g/cm^3	
	Densidad seca (g/cm^3)	
	Carga máxima (kN)	
	Deformación al momento de falla (mm)	
	Resistencia a la compresión inconfinada, kPa	
	Resistencia al corte no drenada (Su), kPa	
	Deformación en el instante de la falla, %	
	Tipo de Falla	**NO SE FALLO**

LÍMITE LÍQUIDO - Método B			
	Recipiente No.	**A90**	**A91**
	Número de golpes	22	28
	Masa del recipiente, g	19.08	19.14
	Masa del recipiente más muestra húmeda, g	27.03	27.23
	Masa del recipiente más muestra seca,g	22.58	22.74
	Contenido de agua, %	127.1	124.7
	LÍMITE LÍQUIDO	**126**	

LÍMITE PLÁSTICO			
	Recipiente No.	D35	D28
	Masa del recipiente (g)	6.18	5.71
	Masa del recipiente + suelo húmedo (g)	13.15	13
	Masa del recipiente + suelo seco (g)	10.6	10.33
	Contenido de agua, %	57.7	57.8
	LÍMITE PLÁSTICO (LP)	**58**	
	ÍNDICE DE PLASTICIDAD (IP)	**68**	

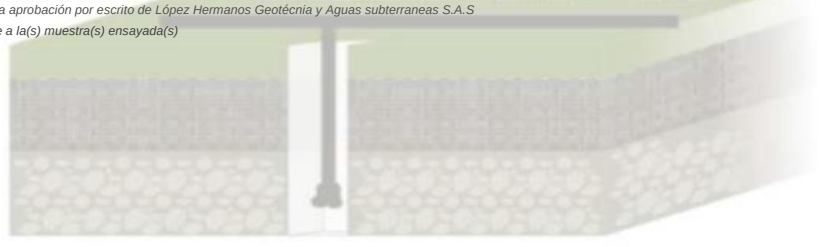
V Y P		
	VELETA DE MANO (kg/cm^2)	-
	PENETRÓMETRO DE BOLSILLO (kg/cm^2)	-

Observaciones: ***NINGUNA***

Ejecutó	Revisó	Aprobó
YEIMY EDILSON RIOS CIFUENTES	ING. JOHANA CARO CARO	ING. JOHANA CARO CARO
LABORATORISTA	MP. 15202-320655 BYC	MP. 15202-320655 BYC

Nota: Este folio no se deberá reproducir de forma parcial o total sin la aprobación por escrito de López Hermanos Geotécnia y Aguas subterraneas S.A.S

Los resultados mostrados en este informe corresponden unicamente a la(s) muestra(s) ensayada(s)



	Formato del Sistema de Gestión de Calidad	Este documento es propiedad intelectual de López Hermanos Geotécnia y Aguas Subterráneas S.A.S	
LÓPEZ HERMANOS S.A.S GEOTECNIA Y AGUAS SUBTERRÁNEAS INVESTIGAMOS EL SUELO CIMENTANDO FUTURO	EJECUCIÓN DE ENSAYOS DE LABORATORIO		
	INFORME DE ENSAYOS: HUMEDAD NATURAL, LÍMITES DE CONSISTENCIA, LAVADO SOBRE TAMIZ No. 200,RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN INCONFINADA, VELETA Y PENETRÓMETRO DE BOLSILLO, SPT Y VELETA DE CAMPO	Versión No. 0	28/02/2019
		EL-INF-33	INVE - 122 - 13, INVE - 125 - 13, INVE - 126 - 13, INVE - 214 - 13, INVE - 152 - 13

Número de ensayo: ***81580 (33)***

Solicitado por: ESE SANTIAGO DE TUNJA

Dirección: ***Muestra No.:*** **81580 (33)**

NIT./C.C.:

Tel.: ***No de Orden*** ***33750***

Obra: Edificación Hospitalario ***Fecha de ensayo:*** 11/2/2022

Finalidad: Determinar propiedades mecánicas e índice del material ***Fecha de Informe:*** 14/02/2022

Muestra tomada por: López Hermanos Geotecnia y Aguas subterráneas SAS ***Fecha de muestreo:*** 27/01/2022

Procedencia: Tunja ***Referencia Interna Cliente:*** NA

Barreno: **1** ***Tipo de muestreador:*** Shelby

Profundidad: **9.00m a 9.30m**

Descripción de la muestra: Limo color habano

HUMEDAD NATURAL		
	Masa del especimen húmedo (g)	31.37
	Masa de recipiente (g)	17.22
	Masa de recipiente + suelo humedo (g)	48.59
	Masa de recipiente + suelo seco (g)	33.68
	HUMEDAD NATURAL (%)	**90.6**

LAVADO SOBRE TAMIZ No. 200		
	Peso suelo seco antes de lavar, (g)	#N/D
	Peso suelo seco después de lavar, (g)	#N/D
	PASANTE MALLA No. 4	**#N/D**
	PASANTE MALLA No. 200	**#N/D**

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN INCONFINADA		
	Estado de la muestra	Inalterada
	Altura inicial del espécimen, mm	119.38
	Diámetro del espécimen, mm	57.95
	Masa del especímen húmedo (g)	449.9
	Relacion Altura / diámetro	2.060
	Área inicial transversal de la muestra, mm²	2638
	Velocidad de deformación (mm/min)	1.5
	Densidad Húmeda, g/cm^3	1.43
	Densidad seca (g/cm^3)	0.75
	Carga máxima (kN)	0.279
	Deformación al momento de falla (mm)	4.733
	Resistencia a la compresión inconfinada, kPa	101.53
	Resistencia al corte no drenada (Su), kPa	50.77
	Deformación en el instante de la falla, %	4
	Tipo de Falla	**CORTE**

LÍMITE LÍQUIDO - 0			
	Recipiente No.	**0**	**0**
	Número de golpes		
	Masa del recipiente, g		
	Masa del recipiente más muestra húmeda, g		
	Masa del recipiente más muestra seca,g		
	Contenido de agua, %		
	LÍMITE LÍQUIDO		

LÍMITE PLÁSTICO			
	Recipiente No.		
	Masa del recipiente (g)		
	Masa del recipiente + suelo húmedo (g)		
	Masa del recipiente + suelo seco (g)		
	Contenido de agua, %		
	LÍMITE PLÁSTICO (LP)		
	ÍNDICE DE PLASTICIDAD (IP)		

V Y P		
	VELETA DE MANO (kg/cm^2)	**0.5**
	PENETRÓMETRO DE BOLSILLO (kg/cm^2)	**1.25**



Observaciones: ***NINGUNA***

Ejecutó	Revisó	Aprobó
YEIMY EDILSON RIOS CIFUENTES	ING. JOHANA CARO CARO	ING. JOHANA CARO CARO
LABORATORISTA	MP. 15202-320655 BYC	MP. 15202-320655 BYC

Nota: Este folio no se deberá reproducir de forma parcial o total sin la aprobación por escrito de López Hermanos Geotécnia y Aguas subterraneas S.A.S
Los resultados mostrados en este informe corresponden unicamente a la(s) muestra(s) ensayada(s)

	Formato del Sistema de Gestión de Calidad	Este documento es propiedad intelectual de López Hermanos Geotécnia y Aguas Subterráneas S.A.S	
LÓPEZ HERMANOS S.A.S GEOTECNIA Y AGUAS SUBTERRÁNEAS INVESTIGAMOS EL SUELO CIMENTANDO FUTURO	EJECUCIÓN DE ENSAYOS DE LABORATORIO		
	INFORME DE ENSAYOS: HUMEDAD NATURAL, LÍMITES DE CONSISTENCIA, LAVADO SOBRE TAMIZ No. 200,RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN INCONFINADA, VELETA Y PENETRÓMETRO DE BOLSILLO, SPT Y VELETA DE CAMPO	Versión No. 0	28/02/2019
		EL-INF-33	INVE - 122 - 13, INVE - 125 - 13, INVE - 126 - 13, INVE - 214 - 13, INVE - 152 - 13

Número de ensayo: ***81581 (33)***

Solicitado por: ESE SANTIAGO DE TUNJA

Dirección: ***Muestra No.:*** **81581 (33)**

NIT./C.C.:

Tel.: ***No de Orden*** ***33750***

Obra: Edificación Hospitalario ***Fecha de ensayo:*** 11/2/2022

Finalidad: Determinar propiedades mecánicas e índice del material ***Fecha de Informe:*** 15/02/2022

Muestra tomada por: López Hermanos Geotecnia y Aguas subterráneas SAS ***Fecha de muestreo:*** 27/01/2022

Procedencia: Tunja ***Referencia Interna Cliente:*** NA

Barreno: **1** ***Tipo de muestreador:*** Shelby

Profundidad: **10.50m a 10.80m**

Descripción de la muestra: Limo color habano

HUMEDAD NATURAL	
Masa del especimen húmedo (g)	0
Masa de recipiente (g)	0
Masa de recipiente + suelo humedo (g)	0
Masa de recipiente + suelo seco (g)	0
HUMEDAD NATURAL (%)	

LAVADO SOBRE TAMIZ No. 200	
Peso suelo seco antes de lavar, (g)	#N/D
Peso suelo seco después de lavar, (g)	#N/D
PASANTE MALLA No. 4	**#N/D**
PASANTE MALLA No. 200	**#N/D**

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN INCONFINADA	
Estado de la muestra	Inalterada
Altura inicial del espécimen, mm	
Diámetro del espécimen, mm	
Masa del especímen húmedo (g)	
Relacion Altura / diámetro	
Área inicial transversal de la muestra, mm²	
Velocidad de deformación (mm/min)	
Densidad Húmeda, g/cm^3	
Densidad seca (g/cm^3)	
Carga máxima (kN)	
Deformación al momento de falla (mm)	
Resistencia a la compresión inconfinada, kPa	
Resistencia al corte no drenada (Su), kPa	
Deformación en el instante de la falla, %	
Tipo de Falla	**NO SE FALLO**

LÍMITE LÍQUIDO - Método B			
Recipiente No.	**A17**	**A36**
Número de golpes	22	27
Masa del recipiente, g	18.54	18.54
Masa del recipiente más muestra húmeda, g	26.64	26.28
Masa del recipiente más muestra seca,g	22.48	22.35
Contenido de agua, %	105.6	103.1
LÍMITE LÍQUIDO	**104**	

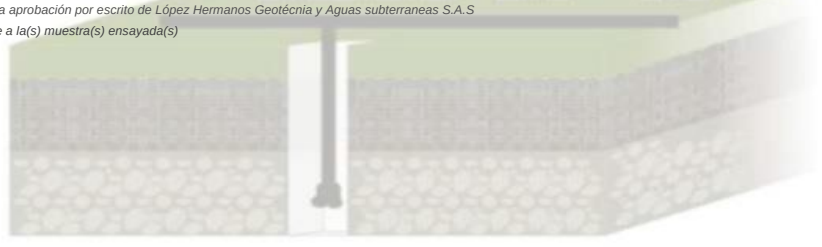
LÍMITE PLÁSTICO		
Recipiente No.	D3	D15
Masa del recipiente (g)	6.4	6.18
Masa del recipiente + suelo húmedo (g)	11.61	11.68
Masa del recipiente + suelo seco (g)	9.81	9.78
Contenido de agua, %	52.8	52.8
LÍMITE PLÁSTICO (LP)	**53**	
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (IP)	**51**	

V Y P	
VELETA DE MANO (kg/cm^2)	-
PENETRÓMETRO DE BOLSILLO (kg/cm^2)	-

Observaciones: ***NINGUNA***

Ejecutó	Revisó	Aprobó
YEIMY EDILSON RIOS CIFUENTES	ING. JOHANA CARO CARO	ING. JOHANA CARO CARO
LABORATORISTA	MP. 15202-320655 BYC	MP. 15202-320655 BYC

Nota: Este folio no se deberá reproducir de forma parcial o total sin la aprobación por escrito de López Hermanos Geotécnia y Aguas subterraneas S.A.S
Los resultados mostrados en este informe corresponden unicamente a la(s) muestra(s) ensayada(s)



	Formato del Sistema de Gestión de Calidad	Este documento es propiedad intelectual de López Hermanos Geotécnia y Aguas Subterráneas S.A.S	
LÓPEZ HERMANOS S.A.S GEOTECNIA Y AGUAS SUBTERRÁNEAS INVESTIGAMOS EL SUELO CIMENTANDO FUTURO	EJECUCIÓN DE ENSAYOS DE LABORATORIO		
	INFORME DE ENSAYOS: HUMEDAD NATURAL, LÍMITES DE CONSISTENCIA, LAVADO SOBRE TAMIZ No. 200,RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN INCONFINADA, VELETA Y PENETRÓMETRO DE BOLSILLO, SPT Y VELETA DE CAMPO	Versión No. 0	28/02/2019
		EL-INF-33	INVE - 122 - 13, INVE - 125 - 13, INVE - 126 - 13, INVE - 214 - 13, INVE - 152 - 13

Número de ensayo: ***81582 (33)***

Solicitado por: ESE SANTIAGO DE TUNJA

Dirección: ***Muestra No.:*** **81582 (33)**

NIT./C.C.:

Tel.: ***No de Orden*** ***33750***

Obra: Edificación Hospitalario ***Fecha de ensayo:*** 28/1/2022

Finalidad: Determinar propiedades mecánicas e índice del material ***Fecha de Informe:*** 14/02/2022

Muestra tomada por: López Hermanos Geotecnia y Aguas subterráneas SAS ***Fecha de muestreo:*** 27/01/2022

Procedencia: Tunja ***Referencia Interna Cliente:*** NA

Barreno: **1** ***Tipo de muestreador:*** Shelby

Profundidad: **12.00m a 12.30m**

Descripción de la muestra: Limo color habano

HUMEDAD NATURAL		
	Masa del especimen húmedo (g)	41.93
	Masa de recipiente (g)	18.09
	Masa de recipiente + suelo humedo (g)	60.02
	Masa de recipiente + suelo seco (g)	39.92
	HUMEDAD NATURAL (%)	**92.1**

LAVADO SOBRE TAMIZ No. 200		
	Peso suelo seco antes de lavar, (g)	#N/D
	Peso suelo seco después de lavar, (g)	#N/D
	PASANTE MALLA No. 4	**#N/D**
	PASANTE MALLA No. 200	**#N/D**

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN INCONFINADA		
	Estado de la muestra	Inalterada
	Altura inicial del espécimen, mm	119.5
	Diámetro del espécimen, mm	58.64
	Masa del especímen húmedo (g)	475.3
	Relacion Altura / diámetro	2.04
	Área inicial transversal de la muestra, mm²	2701
	Velocidad de deformación (mm/min)	1.5
	Densidad Húmeda, g/cm^3	1.47
	Densidad seca (g/cm^3)	0.77
	Carga máxima (kN)	0.301
	Deformación al momento de falla (mm)	3.417
	Resistencia a la compresión inconfinada, kPa	108.21
	Resistencia al corte no drenada (Su), kPa	54.10
	Deformación en el instante de la falla, %	2.9
	Tipo de Falla	**CORTE**

LÍMITE LÍQUIDO - 0			
	Recipiente No.		
	Número de golpes		
	Masa del recipiente, g		
	Masa del recipiente más muestra húmeda, g		
	Masa del recipiente más muestra seca,g		
	Contenido de agua, %		
	LÍMITE LÍQUIDO		

LÍMITE PLÁSTICO			
	Recipiente No.		
	Masa del recipiente (g)		
	Masa del recipiente + suelo húmedo (g)		
	Masa del recipiente + suelo seco (g)		
	Contenido de agua, %		
	LÍMITE PLÁSTICO (LP)		
	ÍNDICE DE PLASTICIDAD (IP)		

V Y P		
	VELETA DE MANO (kg/cm^2)	**0.875**
	PENETRÓMETRO DE BOLSILLO (kg/cm^2)	**1.5**



Observaciones: ***NINGUNA***

Ejecutó	Revisó	Aprobó
YEIMY EDILSON RIOS CIFUENTES	ING. JOHANA CARO CARO	ING. JOHANA CARO CARO
LABORATORISTA	MP. 15202-320655 BYC	MP. 15202-320655 BYC

Nota: Este folio no se deberá reproducir de forma parcial o total sin la aprobación por escrito de López Hermanos Geotécnia y Aguas subterraneas S.A.S
Los resultados mostrados en este informe corresponden unicamente a la(s) muestra(s) ensayada(s)

	Formato del Sistema de Gestión de Calidad	Este documento es propiedad intelectual de López Hermanos Geotécnia y Aguas Subterráneas S.A.S	
LÓPEZ HERMANOS S.A.S GEOTECNIA Y AGUAS SUBTERRÁNEAS INVESTIGAMOS EL SUELO CIMENTANDO FUTURO	EJECUCIÓN DE ENSAYOS DE LABORATORIO		
	INFORME DE ENSAYOS: HUMEDAD NATURAL, LÍMITES DE CONSISTENCIA, LAVADO SOBRE TAMIZ No. 200,RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN INCONFINADA, VELETA Y PENETRÓMETRO DE BOLSILLO, SPT Y VELETA DE CAMPO	Versión No. 0	28/02/2019
		EL-INF-33	INVE - 122 - 13, INVE - 125 - 13, INVE - 126 - 13, INVE - 214 - 13, INVE - 152 - 13

Número de ensayo: ***81583 (33)***

Solicitado por: ESE SANTIAGO DE TUNJA

Dirección: ***Muestra No.:*** **81583 (33)**

NIT./C.C.:

Tel.: ***No de Orden*** ***33750***

Obra: Edificación Hospitalario ***Fecha de ensayo:*** 11/2/2022

Finalidad: Determinar propiedades mecánicas e índice del material ***Fecha de Informe:*** 14/02/2022

Muestra tomada por: López Hermanos Geotecnia y Aguas subterráneas SAS ***Fecha de muestreo:*** 27/01/2022

Procedencia: Tunja ***Referencia Interna Cliente:*** NA

Barreno: **1** ***Tipo de muestreador:*** Shelby

Profundidad: **13.50m a 13.80m**

Descripción de la muestra: Limo color habano

HUMEDAD NATURAL		
	Masa del especimen húmedo (g)	44.53
	Masa de recipiente (g)	18.03
	Masa de recipiente + suelo humedo (g)	62.56
	Masa de recipiente + suelo seco (g)	41.12
	HUMEDAD NATURAL (%)	**92.9**

LAVADO SOBRE TAMIZ No. 200		
	Peso suelo seco antes de lavar, (g)	#N/D
	Peso suelo seco después de lavar, (g)	#N/D
	PASANTE MALLA No. 4	**#N/D**
	PASANTE MALLA No. 200	**#N/D**

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN INCONFINADA		
	Estado de la muestra	Inalterada
	Altura inicial del espécimen, mm	119.5
	Diámetro del espécimen, mm	58.75
	Masa del especímen húmedo (g)	478.8
	Relacion Altura / diámetro	2.03
	Área inicial transversal de la muestra, mm²	2711
	Velocidad de deformación (mm/min)	1.5
	Densidad Húmeda, g/cm^3	1.48
	Densidad seca (g/cm^3)	0.77
	Carga máxima (kN)	0.325
	Deformación al momento de falla (mm)	4.12
	Resistencia a la compresión inconfinada, kPa	115.81
	Resistencia al corte no drenada (Su), kPa	57.90
	Deformación en el instante de la falla, %	3.4
	Tipo de Falla	**CORTE**

LÍMITE LÍQUIDO - Método B			
	Recipiente No.	**0**	**0**
	Número de golpes		
	Masa del recipiente, g		
	Masa del recipiente más muestra húmeda, g		
	Masa del recipiente más muestra seca,g		
	Contenido de agua, %		
	LÍMITE LÍQUIDO		

LÍMITE PLÁSTICO			
	Recipiente No.		
	Masa del recipiente (g)		
	Masa del recipiente + suelo húmedo (g)		
	Masa del recipiente + suelo seco (g)		
	Contenido de agua, %		
	LÍMITE PLÁSTICO (LP)		
	ÍNDICE DE PLASTICIDAD (IP)		

V Y P		
	VELETA DE MANO (kg/cm^2)	**0.875**
	PENETRÓMETRO DE BOLSILLO (kg/cm^2)	**1.5**



Observaciones: ***NINGUNA***

Ejecutó	Revisó	Aprobó
YEIMY EDILSON RIOS CIFUENTES	ING. JOHANA CARO CARO	ING. JOHANA CARO CARO
LABORATORISTA	MP. 15202-320655 BYC	MP. 15202-320655 BYC

Nota: Este folio no se deberá reproducir de forma parcial o total sin la aprobación por escrito de López Hermanos Geotécnia y Aguas subterraneas S.A.S
Los resultados mostrados en este informe corresponden unicamente a la(s) muestra(s) ensayada(s)

MÉTODO ESTANDAR PARA DETERMINAR LAS CARACTERISTICAS DE DISPERSIÓN DE LOS SUELOS ARCILLOSOS MEDIANTE CRUMB TEST (ASTM D6572)

Número de ensayo: **81573**

Solicitado por: ESE SANTIAGO DE TUNJA ***NIT/CC:***

Dirección: CR 4 35 73 IN 35 ***Tel.:***

Obra: Edificación Hospitalario ***Fecha de informe:*** 17/02/2022

Finalidad: Determinar propiedades mecánicas e índice del material ***Orden:*** 33750

Fecha de muestreo: 24/01/2022

Muestra tomada por: López Hermanos S.A.S.

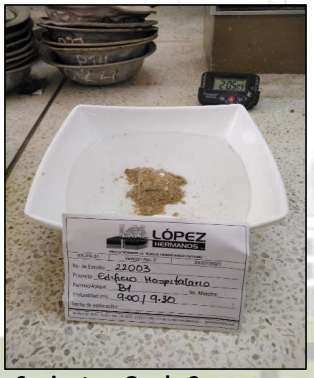
Procedencia: Tunja, Boyacá

Fecha de ensayo: 16/02/2022

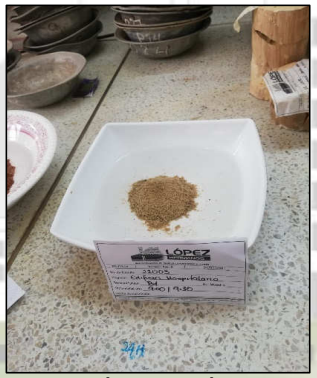
Procedencia:		B1 (0.70-1.00)
Método:	A. Inalterado	
Tipo de agua:	**x**	Destilada
		Tipo IV
Lectura Inicial	**0**	**Grado**
2 min	2'	3
6 hora	6h	3
24 horas	24h	3
Dispersividad:	Ligeramente disperso	



0 min



6 minutos: Grado 3



24 horas: grado 3

ING. JOHANA CARO
JEFE DE LABORATORIO

	Formato del Sistema de Gestión de Calidad	Este documento es propiedad intelectual de López Hermanos Geotécnia y Aguas Subterráneas S.A.S	
LÓPEZ HERMANOS S.A.S GEOTECNIA Y AGUAS SUBTERRÁNEAS INVESTIGAMOS EL SUELO CIMENTANDO FUTURO	EJECUCIÓN DE ENSAYOS DE LABORATORIO		
	INFORME DE ENSAYOS: HUMEDAD NATURAL, LÍMITES DE CONSISTENCIA, LAVADO SOBRE TAMIZ No. 200,RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN INCONFINADA, VELETA Y PENETRÓMETRO DE BOLSILLO, SPT Y VELETA DE CAMPO	Versión No. 0	28/02/2019
		EL-INF-33	INVE - 122 - 13, INVE - 125 - 13, INVE - 126 - 13, INVE - 214 - 13, INVE - 152 - 13

Número de ensayo: ***81584 (33)***

Solicitado por: ESE SANTIAGO DE TUNJA

Dirección: ***Muestra No.:*** **81584 (33)**

NIT./C.C.:

Tel.: ***No de Orden*** ***33750***

Obra: Edificación Hospitalario ***Fecha de ensayo:*** 11/2/2022

Finalidad: Determinar propiedades mecánicas e índice del material ***Fecha de Informe:*** 14/02/2022

Muestra tomada por: López Hermanos Geotecnia y Aguas subterráneas SAS ***Fecha de muestreo:*** 24/01/2022

Procedencia: Tunja ***Referencia Interna Cliente:*** NA

Barreno: **3** ***Tipo de muestreador:*** Shelby

Profundidad: **0.80m a 1.10m**

Descripción de la muestra: Limo color marrón

HUMEDAD NATURAL		
	Masa del especimen húmedo (g)	307.46
	Masa de recipiente (g)	38.52
	Masa de recipiente + suelo humedo (g)	345.98
	Masa de recipiente + suelo seco (g)	271.5
	HUMEDAD NATURAL (%)	**32**

LAVADO SOBRE TAMIZ No. 200		
	Peso suelo seco antes de lavar, (g)	232.98
	Peso suelo seco después de lavar, (g)	4.88
	PASANTE MALLA No. 4	**100**
	PASANTE MALLA No. 200	**98**

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN INCONFINADA		
	Estado de la muestra	Inalterada
	Altura inicial del espécimen, mm	
	Diámetro del espécimen, mm	
	Masa del especímen húmedo (g)	
	Relacion Altura / diámetro	
	Área inicial transversal de la muestra, mm²	
	Velocidad de deformación (mm/min)	
	Densidad Húmeda, g/cm^3	
	Densidad seca (g/cm^3)	
	Carga máxima (kN)	
	Deformación al momento de falla (mm)	
	Resistencia a la compresión inconfinada, kPa	
	Resistencia al corte no drenada (Su), kPa	
	Deformación en el instante de la falla, %	
	Tipo de Falla	**NO SE FALLO**

LÍMITE LÍQUIDO - Método B			
	Recipiente No.	**A118**	**A109**
	Número de golpes	23	27
	Masa del recipiente, g	18.11	16.88
	Masa del recipiente más muestra húmeda, g	27.18	27.04
	Masa del recipiente más muestra seca,g	23.24	22.66
	Contenido de agua, %	76.8	75.8
	LÍMITE LÍQUIDO	**76**	

LÍMITE PLÁSTICO			
	Recipiente No.	D32	D30
	Masa del recipiente (g)	6.33	6.42
	Masa del recipiente + suelo húmedo (g)	12.24	13.36
	Masa del recipiente + suelo seco (g)	10.48	11.28
	Contenido de agua, %	42.4	42.8
	LÍMITE PLÁSTICO (LP)	**43**	
	ÍNDICE DE PLASTICIDAD (IP)	**33**	

V Y P		
	VELETA DE MANO (kg/cm^2)	-
	PENETRÓMETRO DE BOLSILLO (kg/cm^2)	-

Observaciones: ***NINGUNA***

Ejecutó	Revisó	Aprobó
YEIMY EDILSON RIOS CIFUENTES	ING. JOHANA CARO CARO	ING. JOHANA CARO CARO
LABORATORISTA	MP. 15202-320655 BYC	MP. 15202-320655 BYC

Nota: Este folio no se deberá reproducir de forma parcial o total sin la aprobación por escrito de López Hermanos Geotécnia y Aguas subterraneas S.A.S
Los resultados mostrados en este informe corresponden unicamente a la(s) muestra(s) ensayada(s)

	Formato del Sistema de Gestión de Calidad	Este documento es propiedad intelectual de López Hermanos Geotécnia y Aguas Subterráneas S.A.S	
LÓPEZ HERMANOS S.A.S GEOTECNIA Y AGUAS SUBTERRÁNEAS INVESTIGAMOS EL SUELO CIMENTANDO FUTURO	EJECUCIÓN DE ENSAYOS DE LABORATORIO		
	INFORME DE ENSAYOS: HUMEDAD NATURAL, LÍMITES DE CONSISTENCIA, LAVADO SOBRE TAMIZ No. 200,RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN INCONFINADA, VELETA Y PENETRÓMETRO DE BOLSILLO, SPT Y VELETA DE CAMPO	Versión No. 0	28/02/2019
		EL-INF-33	INVE - 122 - 13, INVE - 125 - 13, INVE - 126 - 13, INVE - 214 - 13, INVE - 152 - 13

Número de ensayo: ***81585 (33)***

Solicitado por: ESE SANTIAGO DE TUNJA

Dirección: ***Muestra No.:*** **81585 (33)**

NIT./C.C.:

Tel.: ***No de Orden*** ***33750***

Obra: Edificación Hospitalario ***Fecha de ensayo:*** 11/2/2022

Finalidad: Determinar propiedades mecánicas e índice del material ***Fecha de Informe:*** 14/02/2022

Muestra tomada por: López Hermanos Geotecnia y Aguas subterráneas SAS ***Fecha de muestreo:*** 24/01/2022

Procedencia: Tunja ***Referencia Interna Cliente:*** NA

Barreno: **3** ***Tipo de muestreador:*** Shelby

Profundidad: **1.80m a 2.10m**

Descripción de la muestra: Arcilla color rojizo, marrón y amarillo

HUMEDAD NATURAL		
	Masa del especimen húmedo (g)	59.96
	Masa de recipiente (g)	18.04
	Masa de recipiente + suelo humedo (g)	78
	Masa de recipiente + suelo seco (g)	56.28
	HUMEDAD NATURAL (%)	**56.8**

LAVADO SOBRE TAMIZ No. 200		
	Peso suelo seco antes de lavar, (g)	#N/D
	Peso suelo seco después de lavar, (g)	#N/D
	PASANTE MALLA No. 4	**#N/D**
	PASANTE MALLA No. 200	**#N/D**

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN INCONFINADA		
	Estado de la muestra	Inalterada
	Altura inicial del espécimen, mm	105.08
	Diámetro del espécimen, mm	53.92
	Masa del especímen húmedo (g)	390.1
	Relacion Altura / diámetro	1.95
	Área inicial transversal de la muestra, mm²	2283
	Velocidad de deformación (mm/min)	1.5
	Densidad Húmeda, g/cm^3	1.63
	Densidad seca (g/cm^3)	1.04
	Carga máxima (kN)	0.255
	Deformación al momento de falla (mm)	4.076
	Resistencia a la compresión inconfinada, kPa	107.3
	Resistencia al corte no drenada (Su), kPa	53.7
	Deformación en el instante de la falla, %	3.9
	Tipo de Falla	**CORTE**

LÍMITE LÍQUIDO - 0			
	Recipiente No.	**0**	**0**
	Número de golpes		
	Masa del recipiente, g		
	Masa del recipiente más muestra húmeda, g		
	Masa del recipiente más muestra seca,g		
	Contenido de agua, %		
	LÍMITE LÍQUIDO		

LÍMITE PLÁSTICO			
	Recipiente No.		
	Masa del recipiente (g)		
	Masa del recipiente + suelo húmedo (g)		
	Masa del recipiente + suelo seco (g)		
	Contenido de agua, %		
	LÍMITE PLÁSTICO (LP)		
	ÍNDICE DE PLASTICIDAD (IP)		

V Y P		
	VELETA DE MANO (kg/cm^2)	**1.25**
	PENETRÓMETRO DE BOLSILLO (kg/cm^2)	**2.5**



Observaciones: ***NINGUNA***

Ejecutó	Revisó	Aprobó
YEIMY EDILSON RIOS CIFUENTES	ING. JOHANA CARO CARO	ING. JOHANA CARO CARO
LABORATORISTA	MP. 15202-320655 BYC	MP. 15202-320655 BYC

Nota: Este folio no se deberá reproducir de forma parcial o total sin la aprobación por escrito de López Hermanos Geotécnia y Aguas subterraneas S.A.S
Los resultados mostrados en este informe corresponden unicamente a la(s) muestra(s) ensayada(s)

	Formato del Sistema de Gestión de Calidad	Este documento es propiedad intelectual de López Hermanos Geotécnia y Aguas Subterráneas S.A.S	
LÓPEZ HERMANOS S.A.S GEOTECNIA Y AGUAS SUBTERRÁNEAS INVESTIGAMOS EL SUELO CIMENTANDO FUTURO	EJECUCIÓN DE ENSAYOS DE LABORATORIO		
	INFORME DE ENSAYOS: HUMEDAD NATURAL, LÍMITES DE CONSISTENCIA, LAVADO SOBRE TAMIZ No. 200,RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN INCONFINADA, VELETA Y PENETRÓMETRO DE BOLSILLO, SPT Y VELETA DE CAMPO	Versión No. 0	28/02/2019
		EL-INF-33	INVE - 122 - 13, INVE - 125 - 13, INVE - 126 - 13, INVE - 214 - 13, INVE - 152 - 13

Número de ensayo: ***81586 (33)***

Solicitado por: ESE SANTIAGO DE TUNJA

Dirección: ***Muestra No.:*** **81586 (33)**

NIT./C.C.:

Tel.: ***No de Orden*** ***33750***

Obra: Edificación Hospitalario ***Fecha de ensayo:*** 11/2/2022

Finalidad: Determinar propiedades mecánicas e índice del material ***Fecha de Informe:*** 14/02/2022

Muestra tomada por: López Hermanos Geotecnia y Aguas subterráneas SAS ***Fecha de muestreo:*** 24/01/2022

Procedencia: Tunja ***Referencia Interna Cliente:*** NA

Barreno: **3** ***Tipo de muestreador:*** Shelby

Profundidad: **2.80m a 3.10m**

Descripción de la muestra: Limo color habano y rojizo

HUMEDAD NATURAL	
Masa del especimen húmedo (g)	489.44
Masa de recipiente (g)	38.36
Masa de recipiente + suelo humedo (g)	527.8
Masa de recipiente + suelo seco (g)	340.24
HUMEDAD NATURAL (%)	**62.1**

LAVADO SOBRE TAMIZ No. 200	
Peso suelo seco antes de lavar, (g)	301.88
Peso suelo seco después de lavar, (g)	3.65
PASANTE MALLA No. 4	**100**
PASANTE MALLA No. 200	**99**

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN INCONFINADA	
Estado de la muestra	Inalterada
Altura inicial del espécimen, mm	
Diámetro del espécimen, mm	
Masa del especímen húmedo (g)	
Relacion Altura / diámetro	
Área inicial transversal de la muestra, mm²	
Velocidad de deformación (mm/min)	
Densidad Húmeda, g/cm^3	
Densidad seca (g/cm^3)	
Carga máxima (kN)	
Deformación al momento de falla (mm)	
Resistencia a la compresión inconfinada, kPa	
Resistencia al corte no drenada (Su), kPa	
Deformación en el instante de la falla, %	
Tipo de Falla	**NO SE FALLO**

LÍMITE LÍQUIDO - Método B			
Recipiente No.	**A6**	**A107**
Número de golpes	20	26
Masa del recipiente, g	17.31	16.23
Masa del recipiente más muestra húmeda, g	27.56	26.61
Masa del recipiente más muestra seca,g	22.79	21.84
Contenido de agua, %	87	85
LÍMITE LÍQUIDO	**85**	

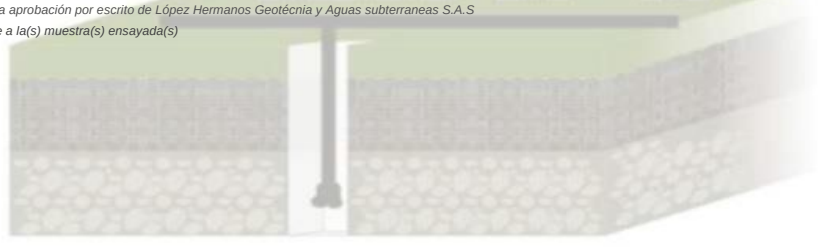
LÍMITE PLÁSTICO		
Recipiente No.	D34	D16
Masa del recipiente (g)	6.17	6.32
Masa del recipiente + suelo húmedo (g)	12.17	11.74
Masa del recipiente + suelo seco (g)	10.26	10.03
Contenido de agua, %	46.7	46.1
LÍMITE PLÁSTICO (LP)	**46**	
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (IP)	**39**	

V Y P		
VELETA DE MANO (kg/cm^2)		-
PENETRÓMETRO DE BOLSILLO (kg/cm^2)		-

Observaciones: ***NINGUNA***

Ejecutó	Revisó	Aprobó
YEIMY EDILSON RIOS CIFUENTES	ING. JOHANA CARO CARO	ING. JOHANA CARO CARO
LABORATORISTA	MP. 15202-320655 BYC	MP. 15202-320655 BYC

Nota: Este folio no se deberá reproducir de forma parcial o total sin la aprobación por escrito de López Hermanos Geotécnia y Aguas subterraneas S.A.S
Los resultados mostrados en este informe corresponden unicamente a la(s) muestra(s) ensayada(s)



	Formato del Sistema de Gestión de Calidad	Este documento es propiedad intelectual de López Hermanos Geotécnia y Aguas Subterráneas S.A.S	
LÓPEZ HERMANOS S.A.S GEOTECNIA Y AGUAS SUBTERRÁNEAS INVESTIGAMOS EL SUELO CIMENTANDO FUTURO	EJECUCIÓN DE ENSAYOS DE LABORATORIO		
	INFORME DE ENSAYOS: HUMEDAD NATURAL, LÍMITES DE CONSISTENCIA, LAVADO SOBRE TAMIZ No. 200,RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN INCONFINADA, VELETA Y PENETRÓMETRO DE BOLSILLO, SPT Y VELETA DE CAMPO	Versión No. 0	28/02/2019
		EL-INF-33	INVE - 122 - 13, INVE - 125 - 13, INVE - 126 - 13, INVE - 214 - 13, INVE - 152 - 13

Número de ensayo: ***81587 (33)***

Solicitado por: ESE SANTIAGO DE TUNJA

Dirección: ***Muestra No.:*** **81587 (33)**

NIT./C.C.:

Tel.: ***No de Orden*** ***33750***

Obra: Edificación Hospitalario ***Fecha de ensayo:*** 11/2/2022

Finalidad: Determinar propiedades mecánicas e índice del material ***Fecha de Informe:*** 14/02/2022

Muestra tomada por: López Hermanos Geotecnia y Aguas subterráneas SAS ***Fecha de muestreo:*** 24/01/2022

Procedencia: Tunja ***Referencia Interna Cliente:*** NA

Barreno: **3** ***Tipo de muestreador:*** Shelby

Profundidad: **3.80m a 4.10m**

Descripción de la muestra: Limo color amarillo y gris

HUMEDAD NATURAL	
Masa del especimen húmedo (g)	342.54
Masa de recipiente (g)	31.45
Masa de recipiente + suelo humedo (g)	373.99
Masa de recipiente + suelo seco (g)	229.27
HUMEDAD NATURAL (%)	**73.2**

LAVADO SOBRE TAMIZ No. 200	
Peso suelo seco antes de lavar, (g)	197.82
Peso suelo seco después de lavar, (g)	5.64
PASANTE MALLA No. 4	**100**
PASANTE MALLA No. 200	**97**

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN INCONFINADA	
Estado de la muestra	Inalterada
Altura inicial del espécimen, mm	105.19
Diámetro del espécimen, mm	52.55
Masa del especímen húmedo (g)	343.5
Relacion Altura / diámetro	2.0
Área inicial transversal de la muestra, mm²	2169
Velocidad de deformación (mm/min)	1.5
Densidad Húmeda, g/cm^3	1.51
Densidad seca (g/cm^3)	0.87
Carga máxima (kN)	0.178
Deformación al momento de falla (mm)	3.243
Resistencia a la compresión inconfinada, kPa	79.52
Resistencia al corte no drenada (Su), kPa	39.76
Deformación en el instante de la falla, %	3.1
Tipo de Falla	**CORTE**

LÍMITE LÍQUIDO - Método B			
Recipiente No.	**A38**	**A102**
Número de golpes	24	28
Masa del recipiente, g	17.46	18.5
Masa del recipiente más muestra húmeda, g	26.79	27.46
Masa del recipiente más muestra seca,g	22.16	23.06
Contenido de agua, %	98.5	96.5
LÍMITE LÍQUIDO	**98**	

LÍMITE PLÁSTICO		
Recipiente No.	D1	D7
Masa del recipiente (g)	6.46	6.26
Masa del recipiente + suelo húmedo (g)	13.1	12.86
Masa del recipiente + suelo seco (g)	11.04	10.82
Contenido de agua, %	45.0	44.7
LÍMITE PLÁSTICO (LP)	**45**	
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (IP)	**53**	

V Y P	
VELETA DE MANO (kg/cm^2)	**0.75**
PENETRÓMETRO DE BOLSILLO (kg/cm^2)	**1.5**



Observaciones: ***NINGUNA***

Ejecutó	Revisó	Aprobó
YEIMY EDILSON RIOS CIFUENTES	ING. JOHANA CARO CARO	ING. JOHANA CARO CARO
LABORATORISTA	MP. 15202-320655 BYC	MP. 15202-320655 BYC

Nota: Este folio no se deberá reproducir de forma parcial o total sin la aprobación por escrito de López Hermanos Geotécnia y Aguas subterraneas S.A.S
Los resultados mostrados en este informe corresponden unicamente a la(s) muestra(s) ensayada(s)

	Formato del Sistema de Gestión de Calidad	Este documento es propiedad intelectual de López Hermanos Geotécnia y Aguas Subterráneas S.A.S	
LÓPEZ HERMANOS S.A.S GEOTECNIA Y AGUAS SUBTERRÁNEAS INVESTIGAMOS EL SUELO CIMENTANDO FUTURO	EJECUCIÓN DE ENSAYOS DE LABORATORIO		
	INFORME DE ENSAYOS: HUMEDAD NATURAL, LÍMITES DE CONSISTENCIA, LAVADO SOBRE TAMIZ No. 200,RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN INCONFINADA, VELETA Y PENETRÓMETRO DE BOLSILLO, SPT Y VELETA DE CAMPO	Versión No. 0	28/02/2019
		EL-INF-33	INVE - 122 - 13, INVE - 125 - 13, INVE - 126 - 13, INVE - 214 - 13, INVE - 152 - 13

Número de ensayo: ***81588 (33)***

Solicitado por: ESE SANTIAGO DE TUNJA

Dirección: ***Muestra No.:*** **81588 (33)**

NIT./C.C.:

Tel.: ***No de Orden*** ***33750***

Obra: Edificación Hospitalario ***Fecha de ensayo:*** 11/2/2022

Finalidad: Determinar propiedades mecánicas e índice del material ***Fecha de Informe:*** 14/02/2022

Muestra tomada por: López Hermanos Geotecnia y Aguas subterráneas SAS ***Fecha de muestreo:*** 24/01/2022

Procedencia: Tunja ***Referencia Interna Cliente:*** NA

Barreno: **3** ***Tipo de muestreador:*** Shelby

Profundidad: **4.70m a 5.00m**

Descripción de la muestra: Limo color habano vetas oxidadaas

HUMEDAD NATURAL		
	Masa del especimen húmedo (g)	51.97
	Masa de recipiente (g)	16.89
	Masa de recipiente + suelo humedo (g)	68.86
	Masa de recipiente + suelo seco (g)	49.75
	HUMEDAD NATURAL (%)	**58.2**

LAVADO SOBRE TAMIZ No. 200		
	Peso suelo seco antes de lavar, (g)	#N/D
	Peso suelo seco después de lavar, (g)	#N/D
	PASANTE MALLA No. 4	**#N/D**
	PASANTE MALLA No. 200	**#N/D**

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN INCONFINADA		
	Estado de la muestra	Inalterada
	Altura inicial del espécimen, mm	
	Diámetro del espécimen, mm	
	Masa del especímen húmedo (g)	
	Relacion Altura / diámetro	
	Área inicial transversal de la muestra, mm²	
	Velocidad de deformación (mm/min)	
	Densidad Húmeda, g/cm^3	
	Densidad seca (g/cm^3)	
	Carga máxima (kN)	
	Deformación al momento de falla (mm)	
	Resistencia a la compresión inconfinada, kPa	
	Resistencia al corte no drenada (Su), kPa	
	Deformación en el instante de la falla, %	
	Tipo de Falla	**NO SE FALLO**

LÍMITE LÍQUIDO - 0			
	Recipiente No.	**0**	**0**
	Número de golpes		
	Masa del recipiente, g		
	Masa del recipiente más muestra húmeda, g		
	Masa del recipiente más muestra seca,g		
	Contenido de agua, %		
	LÍMITE LÍQUIDO		

LÍMITE PLÁSTICO			
	Recipiente No.		
	Masa del recipiente (g)		
	Masa del recipiente + suelo húmedo (g)		
	Masa del recipiente + suelo seco (g)		
	Contenido de agua, %		
	LÍMITE PLÁSTICO (LP)		
	ÍNDICE DE PLASTICIDAD (IP)		

V Y P		
	VELETA DE MANO (kg/cm^2)	-
	PENETRÓMETRO DE BOLSILLO (kg/cm^2)	-

Observaciones: ***NINGUNA***

Ejecutó	Revisó	Aprobó
YEIMY EDILSON RIOS CIFUENTES	ING. JOHANA CARO CARO	ING. JOHANA CARO CARO
LABORATORISTA	MP. 15202-320655 BYC	MP. 15202-320655 BYC

Nota: Este folio no se deberá reproducir de forma parcial o total sin la aprobación por escrito de López Hermanos Geotécnia y Aguas subterraneas S.A.S
Los resultados mostrados en este informe corresponden unicamente a la(s) muestra(s) ensayada(s)



	Formato del Sistema de Gestión de Calidad	Este documento es propiedad intelectual de López Hermanos Geotécnia y Aguas Subterráneas S.A.S	
LÓPEZ HERMANOS S.A.S GEOTECNIA Y AGUAS SUBTERRÁNEAS INVESTIGAMOS EL SUELO CIMENTANDO FUTURO	EJECUCIÓN DE ENSAYOS DE LABORATORIO		
	INFORME DE ENSAYOS: HUMEDAD NATURAL, LÍMITES DE CONSISTENCIA, LAVADO SOBRE TAMIZ No. 200,RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN INCONFINADA, VELETA Y PENETRÓMETRO DE BOLSILLO, SPT Y VELETA DE CAMPO	Versión No. 0	28/02/2019
		EL-INF-33	INVE - 122 - 13, INVE - 125 - 13, INVE - 126 - 13, INVE - 214 - 13, INVE - 152 - 13

Número de ensayo: ***81589 (33)***

Solicitado por: ESE SANTIAGO DE TUNJA

Dirección: ***Muestra No.:*** **81589 (33)**

NIT./C.C.:

Tel.: ***No de Orden*** ***33750***

Obra: Edificación Hospitalario ***Fecha de ensayo:*** 11/2/2022

Finalidad: Determinar propiedades mecánicas e índice del material ***Fecha de Informe:*** 14/02/2022

Muestra tomada por: López Hermanos Geotecnia y Aguas subterráneas SAS ***Fecha de muestreo:*** 24/01/2022

Procedencia: Tunja ***Referencia Interna Cliente:*** NA

Barreno: **3** ***Tipo de muestreador:*** Shelby

Profundidad: **5.70m a 6.00m**

Descripción de la muestra: Limo color habano vetas oxidadas

HUMEDAD NATURAL		
	Masa del especimen húmedo (g)	534.52
	Masa de recipiente (g)	39.68
	Masa de recipiente + suelo humedo (g)	574.2
	Masa de recipiente + suelo seco (g)	364.11
	HUMEDAD NATURAL (%)	**64.8**

LAVADO SOBRE TAMIZ No. 200		
	Peso suelo seco antes de lavar, (g)	324.43
	Peso suelo seco después de lavar, (g)	10.8
	PASANTE MALLA No. 4	**100**
	PASANTE MALLA No. 200	**97**

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN INCONFINADA		
	Estado de la muestra	Inalterada
	Altura inicial del espécimen, mm	118.84
	Diámetro del espécimen, mm	58.88
	Masa del especímen húmedo (g)	509.8
	Relacion Altura / diámetro	2.02
	Área inicial transversal de la muestra, mm²	2723
	Velocidad de deformación (mm/min)	1.5
	Densidad Húmeda, g/cm^3	1.58
	Densidad seca (g/cm^3)	0.96
	Carga máxima (kN)	0.376
	Deformación al momento de falla (mm)	3.959
	Resistencia a la compresión inconfinada, kPa	133.53
	Resistencia al corte no drenada (Su), kPa	66.76
	Deformación en el instante de la falla, %	3.3
	Tipo de Falla	**CORTE**

LÍMITE LÍQUIDO - Método B			
	Recipiente No.	**A50**	**A11**
	Número de golpes	20	25
	Masa del recipiente, g	17.14	17.8
	Masa del recipiente más muestra húmeda, g	25.18	25.34
	Masa del recipiente más muestra seca,g	20.94	21.39
	Contenido de agua, %	111.6	110
	LÍMITE LÍQUIDO	**109**	

LÍMITE PLÁSTICO			
	Recipiente No.	D6	D19
	Masa del recipiente (g)	7	6.25
	Masa del recipiente + suelo húmedo (g)	14.48	12.21
	Masa del recipiente + suelo seco (g)	11.88	10.15
	Contenido de agua, %	53.3	52.8
	LÍMITE PLÁSTICO (LP)	**53**	
	ÍNDICE DE PLASTICIDAD (IP)	**56**	

V Y P		
	VELETA DE MANO (kg/cm^2)	**1.25**
	PENETRÓMETRO DE BOLSILLO (kg/cm^2)	**2.5**



Observaciones: ***NINGUNA***

Ejecutó	Revisó	Aprobó
YEIMY EDILSON RIOS CIFUENTES	ING. JOHANA CARO CARO	ING. JOHANA CARO CARO
LABORATORISTA	MP. 15202-320655 BYC	MP. 15202-320655 BYC

Nota: Este folio no se deberá reproducir de forma parcial o total sin la aprobación por escrito de López Hermanos Geotécnia y Aguas subterraneas S.A.S
Los resultados mostrados en este informe corresponden unicamente a la(s) muestra(s) ensayada(s)

	Formato del Sistema de Gestión de Calidad	Este documento es propiedad intelectual de López Hermanos Geotécnia y Aguas Subterráneas S.A.S	
LÓPEZ HERMANOS S.A.S GEOTECNIA Y AGUAS SUBTERRÁNEAS INVESTIGAMOS EL SUELO CIMENTANDO FUTURO	EJECUCIÓN DE ENSAYOS DE LABORATORIO		
	INFORME DE ENSAYOS: HUMEDAD NATURAL, LÍMITES DE CONSISTENCIA, LAVADO SOBRE TAMIZ No. 200,RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN INCONFINADA, VELETA Y PENETRÓMETRO DE BOLSILLO, SPT Y VELETA DE CAMPO	Versión No. 0	28/02/2019
		EL-INF-33	INVE - 122 - 13, INVE - 125 - 13, INVE - 126 - 13, INVE - 214 - 13, INVE - 152 - 13

Número de ensayo: ***81590 (33)***

Solicitado por: ESE SANTIAGO DE TUNJA

Dirección: ***Muestra No.:*** **81590 (33)**

NIT./C.C.:

Tel.: ***No de Orden*** ***33750***

Obra: Edificación Hospitalario ***Fecha de ensayo:*** 11/2/2022

Finalidad: Determinar propiedades mecánicas e índice del material ***Fecha de Informe:*** 14/02/2022

Muestra tomada por: López Hermanos Geotecnia y Aguas subterráneas SAS ***Fecha de muestreo:*** 27/01/2022

Procedencia: Tunja ***Referencia Interna Cliente:*** NA

Barreno: **1** ***Tipo de muestreador:*** Shelby

Profundidad: **14.70m a 15.00m**

Descripción de la muestra: Limo color habano

HUMEDAD NATURAL		
	Masa del especimen húmedo (g)	283.84
	Masa de recipiente (g)	38.06
	Masa de recipiente + suelo humedo (g)	321.9
	Masa de recipiente + suelo seco (g)	163.43
	HUMEDAD NATURAL (%)	**126.4**

LAVADO SOBRE TAMIZ No. 200		
	Peso suelo seco antes de lavar, (g)	125.37
	Peso suelo seco después de lavar, (g)	0.55
	PASANTE MALLA No. 4	**100**
	PASANTE MALLA No. 200	**100**

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN INCONFINADA		
	Estado de la muestra	Inalterada
	Altura inicial del espécimen, mm	119.32
	Diámetro del espécimen, mm	58.84
	Masa del especímen húmedo (g)	414.6
	Relacion Altura / diámetro	2.028
	Área inicial transversal de la muestra, mm²	2719
	Velocidad de deformación (mm/min)	
	Densidad Húmeda, g/cm^3	1.28
	Densidad seca (g/cm^3)	0.57
	Carga máxima (kN)	0.391
	Deformación al momento de falla (mm)	3.047
	Resistencia a la compresión inconfinada, kPa	140.06
	Resistencia al corte no drenada (Su), kPa	70.03
	Deformación en el instante de la falla, %	2.6
	Tipo de Falla	**CORTE**

LÍMITE LÍQUIDO - Método B			
	Recipiente No.	**A40**	**A121**
	Número de golpes	21	25
	Masa del recipiente, g	18.3	17.08
	Masa del recipiente más muestra húmeda, g	25.27	25.31
	Masa del recipiente más muestra seca,g	21.39	20.79
	Contenido de agua, %	125.6	121.8
	LÍMITE LÍQUIDO	**122**	

LÍMITE PLÁSTICO			
	Recipiente No.	D22	D70
	Masa del recipiente (g)	6.41	7.09
	Masa del recipiente + suelo húmedo (g)	11.88	13.26
	Masa del recipiente + suelo seco (g)	9.84	10.95
	Contenido de agua, %	59.5	59.8
	LÍMITE PLÁSTICO (LP)	**60**	
	ÍNDICE DE PLASTICIDAD (IP)	**62**	

V Y P		
	VELETA DE MANO (kg/cm^2)	**0.875**
	PENETRÓMETRO DE BOLSILLO (kg/cm^2)	**1.75**



Observaciones: ***NINGUNA***

Ejecutó	Revisó	Aprobó
YEIMY EDILSON RIOS CIFUENTES	ING. JOHANA CARO CARO	ING. JOHANA CARO CARO
LABORATORISTA	MP. 15202-320655 BYC	MP. 15202-320655 BYC

Nota: Este folio no se deberá reproducir de forma parcial o total sin la aprobación por escrito de López Hermanos Geotécnia y Aguas subterraneas S.A.S
Los resultados mostrados en este informe corresponden unicamente a la(s) muestra(s) ensayada(s)

MÉTODO ESTANDAR PARA DETERMINAR LAS CARACTERISTICAS DE DISPERSIÓN DE LOS SUELOS ARCILLOSOS MEDIANTE CRUMB TEST (ASTM D6572)

Número de ensayo: **81588**

Solicitado por: ESE SANTIAGO DE TUNJA ***NIT/CC:***

Dirección: CR 4 35 73 IN 35 ***Tel.:***

Obra: Edificación Hospitalario ***Fecha de informe:*** 17/02/2022

Finalidad: Determinar propiedades mecánicas e índice del material ***Orden:*** 33750

Fecha de muestreo: 24/01/2022

Muestra tomada por: López Hermanos S.A.S.

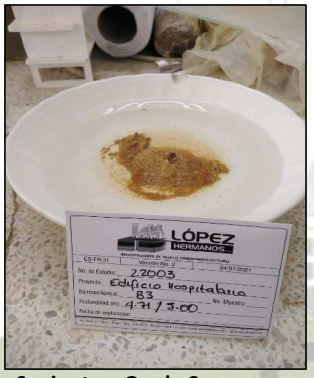
Procedencia: Tunja, Boyacá

Fecha de ensayo: 16/02/2022

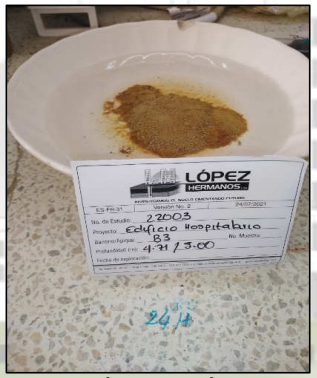
Procedencia:		B3 (4.70-5.00)
Método:	A. Inalterado	
Tipo de agua:	**x**	Destilada
		Tipo IV
Lectura Inicial	**0**	**Grado**
2 min	2'	3
6 hora	6h	3
24 horas	24h	3
Dispersividad:	Ligeramente disperso	



0 min



6 minutos: Grado 3



24 horas: grado 3

ING. JOHANA CARO
JEFE DE LABORATORIO