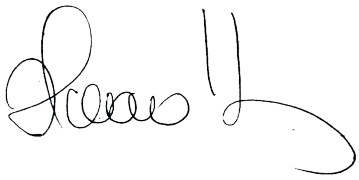
ESTUDIO DE SUELOS COMPLEMENTARIO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA SEDE DE INSPECCIÓN DE TRÁNSITO Y TRANSPORTE DEL DISTRITO DE BARRANCABERMEJA.
CRA 1ª No. 50-18 SECTOR COMERCIAL

ELABORADO POR:



Ing. HERNÁN DAVID FLÓREZ OLIVARES, Msc.
MAT. No. 25202-31164 de Cundinamarca

BARRANCABERMEJA – SANTANDER
FEBRERO 2023

TABLA DE CONTENIDO

1. GENERALIDADES 5

1.1. Introducción 5
1.2. Localización 5
1.3. Objetivos 6
1.4. Alcance 7
1.5. Metodología 7
1.6. Geología 8
1.7. Descripción del proyecto 9

2. EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO Y TRABAJO DE CAMPO 10

2.1. Perforación y ensayos de campo 10
2.2. Muestreo y pruebas de campo 12

3. ENSAYOS DE LABORATORIO 15

3.1. Propiedades índice del terreno 15
3.2. Perfil estratigráfico 17
3.3. Nivel freático 18

4. SISMICIDAD Y CONDICIONES ESPECIALES DEL SUBSUELO 19

4.1. Sismicidad 19
4.2. Análisis por licuación 19
4.3. Potencial de expansión de suelos. 25

5. ANÁLISIS GEOTÉCNICO DE CIMENTACIÓN DE LA ESTRUCTURA 26

5.1. Perfil de diseño y parámetros geomecánicos de los suelos 26
5.2. Tipo y nivel de cimentación de estructura 29

6. RESULTADOS, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 38

6.1. Exploración del subsuelo y ensayos de laboratorio 38
6.2. Tipo y nivel de la cimentación del proyecto 38
6.3. Capacidad de carga de pilotes preexcavados 39
6.4. Recomendaciones estructurales y sísmicas. 39
6.5. Recomendaciones para el tratamiento de suelos superficiales 40
6.6. Recomendaciones generales y limitaciones 40

7. BIBLIOGRAFÍA 41

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Profundidad de sondeos y sus coordenadas 10

Tabla 2. Cuadro resumen sondeos 1 y 2. 13

Tabla 3. Propiedades índice de los sondeos 16

Tabla 4. Sismos de magnitud mayor a 6.0 en la escala de Richter sucedidos en un radio de 200 km con centro en Barrancabermeja,desde Junio de 1993. Fuente SGC 22

Tabla 5. Magnitudes últimas fallas superficiales y profundas. Estudio de amenaza sísmica para el código colombiano de puentes. 23

Tabla 6. Análisis por licuación según Youd et al (2001) 24

Tabla 7. Análisis de licuación de suelos 24

Tabla 8. Propiedades índices y volumétricas del perfil de diseño adoptado. 29

.Tabla 9. Parámetros geomecánicos de resistencia y deformación para los estratos del perfil de diseño adoptado. 29

Tabla 10. Valores de factores de capacidad de carga para pilotes hincados de gran o pequeño desplazamiento, según la NAVFAC DM-7.2. 32

Tabla 11. Valores típicos de fricción entre el suelo y pilote (δ) 32

Tabla 12. Expresión para estimar Ks. 33

Tabla 13. Capacidades de carga y asentamiento. Pilotes L= 8.0 m 38

LISTA DE IMAGENES

Imagen 1. Localización del proyecto. *Fuente: Google earth.* 6

Imagen 2. Localización sondeos en planta. 11

Imagen 3. Trabajo de campo, sondeo 1. 11

Imagen 4. Trabajo de campo, sondeo 2. 12

|LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Geología local del proyecto. *Fuente. Servicio Geológico Colombiano.* 8

Figura 2. Fachada del predio. *Fuente. Google Earth*. 9

Figura 3. Registro de perforación sondeo 1. *Fuente: autor* 18

Figura 4. Variación del factor de seguridad de licuación con la profundidad, según Yound et al. 25

Figura 5. Esquema del Perfil de diseño adoptado. 27

Figura 6. Parámetros geomecánicos para el perfil de diseño. 28

Figura 7. Variación de carga vertical con respecto al asentamiento, pilote de 12 pulgadas. 35

Figura 8. Variación de carga vertical con respecto al asentamiento, pilote 16 pulgadas... 36

Figura 9. Capacidad de carga admisible vs longitud de pilote. Pilote 12 pulgadas..... 37

Figura 10. Capacidad de carga admisible vs longitud de pilote. Pilote 16 pulgadas..... 37

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1. LOCALIZACION DE SONDEOS.

ANEXO 2. ENSAYOS DE LABORATORIO.

ANEXO 3. REGISTRO DE PERFORACION.

ANEXO 4. PARAMETROS GEOMECANICOS.

ANEXO 5. MEMORIA DE CALCULO.

1. GENERALIDADES

1.1. Introducción

INGECONSULTA S.A.S. se encargó de realizar para **La Inspección de tránsito y transporte de Barrancabermeja** un estudio de suelos complementario a estudios anteriormente realizados para la adecuación de la estructura existente en la carrera 1A con calle 50, que actualmente se encuentra en estado de abandono y donde está proyectada la ampliación de la sede de inspección de tránsito y transporte del distrito de Barrancabermeja, Santander.

El propósito principal del estudio es establecer las características geomecánicas del suelo, y con ellas recomendar el tipo de cimentación de la estructura que se proyecta intervenir.

Este informe, inicialmente presenta generalidades del área de intervención, posteriormente trabajos ejecutados en campo y ensayos de laboratorio. Con base en estos trabajos, se examinan las diferentes condiciones de los estratos que conforman el subsuelo del sitio de interés y se procede a efectuar los análisis geotécnicos para determinar la estructura de soporte más conveniente para el proyecto.

1.2. Localización

El predio específico para el que se realizó el estudio de suelos se encuentra ubicado sobre la carrera 1A con calle 50 del sector comercial, en el distrito de Barrancabermeja - Santander.

En la Imagen 1 se aprecia una vista satelital del proyecto.



Imagen 1. Localización del proyecto. *Fuente: Google earth.*

1.3. Objetivos

Los objetivos de este estudio son los siguientes:

- Conocer, caracterizar y determinar el perfil estratigráfico del subsuelo y las propiedades geomecánicas.
- Localizar niveles freáticos o filtraciones de agua que puedan generar problemas durante el proceso de excavación y la disminución de las propiedades geomecánicas del suelo.
- Determinar el perfil estratigráfico del sitio del proyecto y las características físicas y mecánicas de los suelos que conforman los diferentes estratos.
- Definir la estructura de apoyo y capacidad portante para la cual que se quiere proyectar el estudio.

1.4. Alcance

Este proyecto se centra en los estudios de suelo preliminares a la adecuación de la estructura existente en la carrera 1A con calle 50, donde se proyecta ubicar la adición de la inspección de tránsito y transporte, en el distrito de Barrancabermeja - Santander, estos se dirigen a suministrar recomendaciones geotécnicas para estructuras previstas en los suelos y soporte para estructuras basadas en parámetros geomecánicas obtenidos de ensayos de campo y análisis ingenieriles.

1.5. Metodología

Con el propósito de cumplir con los objetivos propuestos hasta el nivel de detalle requerido, se desarrolló la siguiente serie consecutiva de actividades:

1. Recopilación y evaluación de información cartográfica y geológica existente y disponible de las características del área de proyecto.
2. Trabajos de campo correspondientes al estudio de suelo y los respectivos ensayos de laboratorio. Con el objeto de conocer las propiedades geomecánicas del suelo y el perfil estratigráfico, se realizaron sondeos de los cuales se les realizó ensayos de laboratorio, para caracterizar el suelo.
3. Análisis e interpretación de la información recolectada. Con base a los resultados arrojados, se procede a desarrollar los cálculos correspondientes y el análisis para determinar las recomendaciones geotécnicas del área de estudio.
4. Informe final. Se dará a conocer las conclusiones y recomendaciones geotécnicas detalladas para el sitio de estudio.

1.6. Geología

En Barrancabermeja afloran en forma dominante rocas sedimentarias detríticas o siliciclásticas del Neógeno, representadas por estratos de la Formación Mesa (TQpm), así como depósitos del periodo Cuaternario integrados por sedimentos aluviales recientes (Qar).

Según Flórez y Reyes, La Formación Mesa está representada y subdividida a nivel local por dos miembros importantes: uno inferior N2Q1-smc (Formación Mesa Conglomerados) conformado por conglomerados, guijarros y areniscas en matriz areno granulosa de color gris a rojiza; y otro miembro superior N2Q1-sml (Formación Mesa, Lodolitas y areniscas), conformado por lodolitas meteorizadas y abigarradas, con capas delgadas de arenisca de grano muy grueso a fino, de color anaranjado.

Localizado en el Mapa Geológico Detallado del área Urbana de Barrancabermeja (Reyes y Flórez, 2016), el sitio en estudio se encuentra entre el miembro inferior N2Q1-sml Formación Mesa Conglomerados véase la Figura 1.

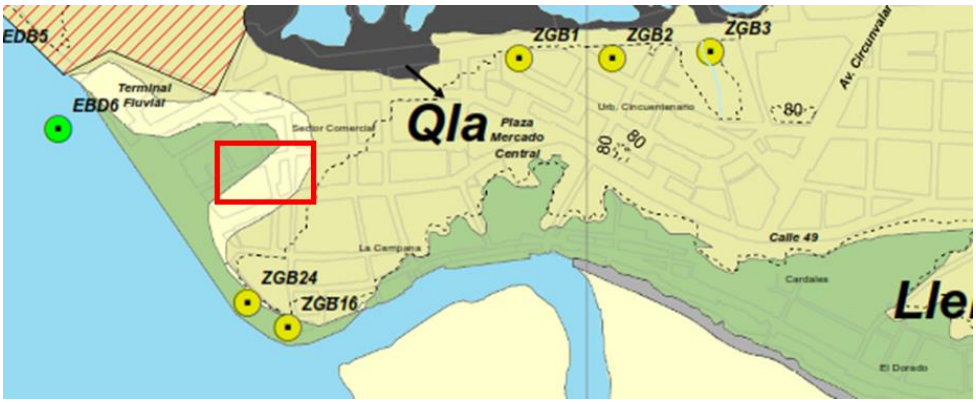


Figura 1. Geología local del proyecto, según el libro de Geología urbana de Barrancabermeja. Autores: Germán Alfonso Reyes Mendoza y Hernán David Florez Olivares.

1.7. Descripción del proyecto

El proyecto consiste en el estudio de suelos previo adecuación de la estructura en estado de abandono en la que se proyecta ubicar la ampliación de la sede de inspección de tránsito y transporte del distrito de Barrancabermeja que se encuentra ubicada sobre la carrera 1A con calle 50. La construcción colinda con edificaciones a ambos costados. En la figura 2 se presenta la fachada actual de la estructura existente. El proyecto tiene como finalidad recomendar la estructura de cimentación adecuada.



Figura 2. Fachada del predio. *Fuente. Google Earth*.

2. EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO Y TRABAJO DE CAMPO

En este capítulo se describen los procedimientos exploratorios en campo para proceder a ejecutar los ensayos de laboratorio y con ellos establecer el perfil estratigráfico del suelo junto con sus propiedades geomecánicas.

Para la selección del número de sondeos se siguieron los lineamientos descritos en el título H de la Norma Sismo Resistente 2010.

2.1. Perforación y ensayos de campo

Para este proyecto se perforaron dos (2) sondeos. (como elemento de perforación se empleó usualmente el tubo partido o media caña, el cual se utilizó para efectuar el ensayo de penetración estándar y para la recolección de muestras).

Las perforaciones se ubicaron de tal forma que se pudiese conocer de la mejor manera posible el perfil estratigráfico del subsuelo. Para la profundidad final de los sondeos se consideró el artículo H.3.2.5 de la NSR 10, que dice que al menos el 50% de los sondeos deben alcanzar la profundidad mínima exigida.

En la Tabla 1, se presenta un resumen con la profundidad de los sondeos y las coordenadas de su ubicación.

Tabla 1. Profundidad de sondeos y sus coordenadas

Sondeo	Prof. Del sondeo	Coordenadas
1	12.00	N 7°03'6.08''W 73°52'4.56''
2	12.15	N: 7°03'6.10'' W: 73°52'4.60''

La Imagen 2 presenta una vista en planta con la localización de los sondeos.



Imagen 2. Localización sondeos en planta.

A continuación, en la Imagen 3 e Imagen 4,se evidencia el trabajo en campo ejecutado para realizar cada uno de los sondeos con una de sus respectivas muestras.



Imagen 3. Trabajo de campo, sondeo 1.



Imagen 4. Trabajo de campo, sondeo 2.

2.2. Muestreo y pruebas de campo

Con el objeto de caracterizar el perfil estratigráfico, se empleó para la extracción de muestras un tubo partido o media caña el cual permitía además la ejecución del ensayo de penetración estándar (SPT). Los ensayos de penetración estándar se practicaron según la norma ASTM D 1586. El muestreador de media caña, permite la recolección de muestras alteradas, principalmente para ensayos de granulometría, límites de Atterberg y humedad.

La Tabla 2, muestra un resumen de cada sondeo y las muestras que se recogieron, contiene el tipo de muestra, la profundidad a la que se extrajo y el número N de golpes.

Terzaghi y Peck (1967) recomiendan corregir el N de campo si el suelo es un material granular saturado y el valor registrado de N es mayor de 15, haciendo:

$$N' = 15 + (N - 15) / 2$$

Tabla 2. Cuadro resumen sondeos 1 y 2.

S1			
Ms	Tipo	Profundidad (m)	N
1	AP	0,00 - 1,00	0
2	SS	1,00 - 1,45	5
3	SS	1,45 - 1,90	6
4	SS	1,90 - 2,35	6
5	SS	2,35 - 2,80	6
6	SS	2,80 - 3,25	6
7	SS	3,25 - 3,70	5
8	SS	3,70 - 4,15	7
9	SS	4,15 - 4,60	8
10	SS	4,60 - 5,05	10
11	SS	5,05 - 5,50	10
12	SS	5,50 - 6,00	18
0	AV	6,00 - 7,00	0
13	SS	7,00 - 7,45	23
14	SS	7,45 - 7,90	24
0	AV	7,90 - 8,90	0
15	SS	8,90 - 9,35	25
16	SS	9,35 - 9,80	35
0	AV	9,80 - 10,80	0
17	SS	10,80 - 11,25	39
18	SS	11,25 - 12,00	49

S2			
Ms	Tipo	Profundidad (m)	N
1	AP	0,00 - 1,00	0
2	SS	1,00 - 1,45	6
3	SS	1,45 - 1,90	7
4	SS	1,90 - 2,35	10
5	SS	2,35 - 2,80	11
6	SS	2,80 - 3,25	11
7	SS	3,25 - 3,70	13
8	SS	3,70 - 4,15	16
9	SS	4,15 - 4,60	15
10	SS	4,60 - 5,05	18
11	SS	5,05 - 5,50	15
12	SS	5,50 - 6,00	32
0	AV	6,00 - 7,00	0
13	SS	7,00 - 7,45	24
14	SS	7,45 - 7,90	33
0	AV	7,90 - 8,90	0
15	SS	8,90 - 9,35	37
16	SS	9,35 - 9,80	43
0	AV	9,80 - 10,80	0
17	SS	10,80 - 11,25	38
18	SS	11,25 - 11,70	45
19	SS	11,70 - 12,15	51

Para efectos de diseño, el valor de N del ensayo de Penetración Estándar tomado en campo N - o el modificado por nivel freático N' según sea el caso - se debe corregir ya que otros factores contribuyen a su variación.

Entre estos factores se encuentra la eficiencia del martinete SPT, el diámetro de la perforación el método de muestreo y la longitud de la barra (Skempton 1986; Seed y colaboradores, 1985). La práctica estándar actual es expresar el valor N para una relación energética promedio del 60% (N60) (Das, 2012) como se muestra a continuación:

$$N60 = C \cdot N$$

En esta expresión C es un coeficiente que equivale a:

$$C = C_E C_R C_S C_B$$

Donde:

C_E = Corrección por energía (eficiencia del martillo) de referencia.
C_R = Corrección por la longitud de la barra.
C_S = Corrección del muestreador.
C_B = Corrección por diámetro de la perforación.

En suelos granulares, el ensayo de Penetración Estándar SPT se afecta por la presión de sobrecarga efectiva σ'o. Por esa razón, el valor de N60 obtenido en campo ante presiones de carga efectiva diferentes se debe cambiar para que corresponda a un valor estándar de σ'o (Das, 2012). Es decir:

$$(N_1)_{60} = C_N \cdot N_{60}$$

Donde:
$(N_1)_{60}$: Valor corregido por un valor estándar de σ'_o

C_N: Factor de corrección por presión de sobrecapa, según Lyao & Whitman (1986), equivale a $(p_a/\sigma'_o)^{1/2}$. Idriss y Boulonger (2003 y 2008), recomiendan que C_N sea menor que 1.70.
p_a: Presión atmosférica. Aproximadamente igual a 100 kPa

σ'_o: Presión efectiva de sobrecapa

En el Anexo 3 se presentan los registros de perforación y en el Anexo 4 la corrección de los valores de N de campo de los perfiles estratigráficos de diseño a un valor de referencia N60 y (N1)60 según los criterios antes mencionados. Se consideró que el equipo utilizado transmite una energía del 50% de la teórica, lo cual es típico para los equipos con martillo Donuts usados en Colombia (Baban, Tharwat M, 2016).

3. ENSAYOS DE LABORATORIO

Las muestras ensayadas fueron obtenidas de la exploración de campo realizada en el predio y se utilizaron para la realización de ensayos de propiedades índice (granulometría, límite líquido, límite plástico y humedad), como también compresión inconfinada, gravedad específica y parámetros de resistencia.

3.1. Propiedades índice del terreno

Las muestras de los sondeos fueron llevadas al laboratorio en donde fueron ensayadas según las normas del Instituto Nacional de Vías INV E-123, INV E-125, INV E-126, e INV E – 148, para análisis granulométrico, límite líquido, límite plástico de los suelos respectivamente. Una vez identificadas las muestras típicas, se realizaron los ensayos de laboratorio y se obtuvieron las propiedades físicas del suelo.

Los formatos para la elaboración de los ensayos de laboratorio se muestran en el Anexo 2 de este informe. En la Tabla 3, se presenta a manera de resumen los resultados de los diferentes ensayos de laboratorio efectuados de las muestras extraídas de los sondeos realizados.

Tabla 3. Propiedades índice de los sondeos

SONDEO	PROFUNDIDAD (m)				LITOLOGIA		GRADACIÓN (%)			LIMITES DE CONSISTENCIA			
No	De		a	Prom.	Descripción	SUCS	Grava	Arena	Finos	w	L.L	L.P	I.P
SONDEO 1	0,00	-	1,00	0,50	Arena A	SC	37,15	37,97	24,89	14,56	27,46	15,82	11,65
	1,00	-	1,90	1,45	Arena A	SC	20,48	62,47	17,05	20,27	27,40	20,13	7,27
	1,90	-	2,80	2,35	Arena A	SC	0,00	51,73	48,27	20,35	33,01	17,77	15,24
	2,80	-	3,70	3,25	Arena A	SC	1,48	72,19	26,33	21,56	31,98	22,14	9,85
	3,70	-	4,60	4,15	Arena A	SC	0,41	86,28	13,30	22,11			
	4,60	-	5,50	5,05	Arcilla	CL	0,99	43,36	55,66	20,48	26,13	14,73	11,40
	5,50	-	6,00	5,75	Arcilla	CL	0,00	42,53	57,47	17,34	29,73	17,04	12,69
	6,00		7,00	6,50	Arena A	SC	2,47	49,32	48,21	17,34	29,73	17,04	12,69
	7,00	-	7,90	7,45	Arcilla	CL	0,00	49,31	50,69	19,00	34,51	22,55	11,95
	7,90		8,90	8,40	Arena A	SC	1,15	50,39	48,46	19,00	34,51	22,55	11,95
	8,90	-	9,80	9,35	Arena A	SC	0,00	64,32	35,68	18,65	36,97	18,23	18,74
	9,80		10,80	10,30	Arena A	SC	0,00	64,32	35,68	18,65	36,97	18,23	18,74
	10,80	-	12,00	11,40	Arena A	SC	0,83	52,27	46,90	20,48	38,13	17,39	20,74

SONDEO	PROFUNDIDAD (m)				LITOLOGIA		GRADACIÓN (%)			LIMITES DE CONSISTENCIA			
No	De		a	Prom.	Descripción	SUCS	Grava	Arena	Finos	w	L.L	L.P	I.P
SONDEO 2	0,00	-	1,00	0,50	Arena A	SC	22,72	49,13	28,15	20,28	30,62	19,20	11,42
	1,00	-	1,90	1,45	Arena A	SC	21,68	57,55	20,77	20,13	31,20	19,55	11,65
	1,90	-	2,80	2,35	Arena A	SC	14,85	58,09	27,06	15,72	31,52	20,52	11,00
	2,80	-	3,25	3,03	Arena A	SC	4,82	59,87	35,31	15,36	33,49	23,12	10,37
	3,25	-	4,15	3,70	Arena A	SC	26,25	38,14	35,61	14,90	39,53	16,25	23,28
	4,15	-	5,05	4,60	Arcilla	CL	4,87	28,35	66,77	25,40	46,33	22,79	23,53
	5,05	-	6,00	5,53	Arena A	SC	0,00	58,02	41,98	23,05	26,23	20,25	5,98
	6,00		7,00	6,50	Arena A	SC	12,13	47,46	40,41	23,05	32,31	21,14	11,17
	7,00	-	7,90	7,45	Arena A	SC	7,43	44,44	48,13	13,94	30,13	17,49	12,63
	7,90		8,90	8,40	Arena A	SC	7,43	44,44	48,13	13,94	30,13	17,49	12,63
	8,90	-	9,80	9,35	Arena A	SC	2,79	79,02	18,19	7,74			
	9,80		10,80	10,30	Arena A	SC	2,79	79,02	18,19	7,74			
	10,80	-	11,25	11,03	Arcilla	CL	1,48	43,76	54,76	14,71	40,48	15,59	24,89
	11,25	-	12,15	11,70	Arcilla	CL	0,07	18,84	81,09	29,57	46,72	17,49	29,22

Fuente. Autor

3.2. Perfil estratigráfico

En el Anexo 3, se muestra el registro de perforación de los sondeos representado con el perfil estratigráfico, el cual muestra la profundidad de cada estrato, su litología, su clasificación en el sistema SUCS, una descripción de lo que se encontró en campo, registro del nivel freático (si existe), el ensayo que se le realizó a a cada una de las muestras y el numero de golpes. A continuación, en la Figura 3, se muestra el resumen de perforación del sondeo 1 como el perfil más representativo del suelo en estudio. Los resúmenes de perforación muestran, la profundidad de cada estrato, la profundidad del nivel freático (si se presenta), la clasificación del suelo en sistema SUCS, una breve descripción de lo encontrado en campo, el número de golpes N, porcentaje de humedad y los porcentajes de gradación.

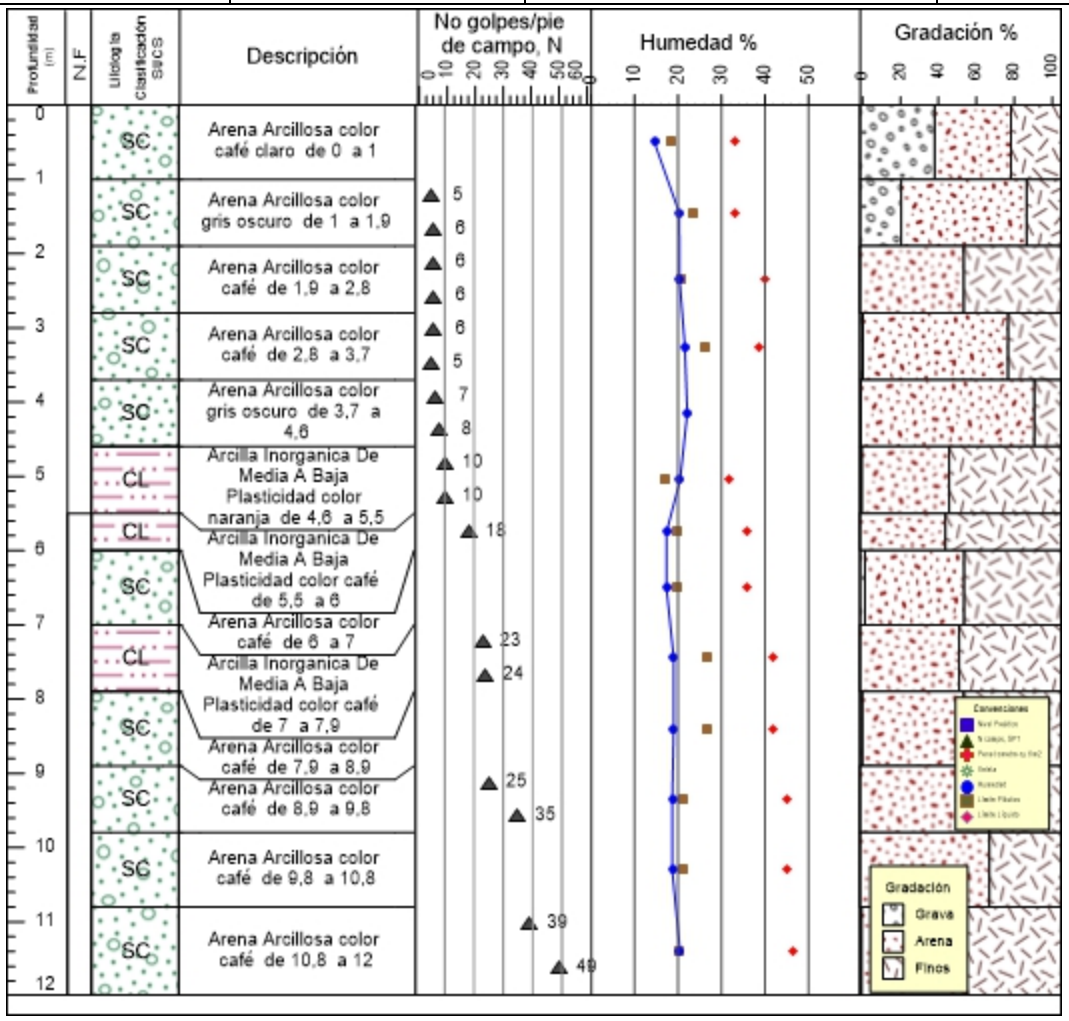


Figura 3. Registro de perforación sondeo 1. *Fuente: autor*

3.3. Nivel freático

Para el sondeo 1 se encontró nivel freático a 5.5 m y para el sondeo 2 a 2.30 m.

4. SISMICIDAD Y CONDICIONES ESPECIALES DEL SUBSUELO

4.1. Sismicidad

4.1.1. Zona de amenaza sísmica según el reglamento Colombiano de construcción sismo resistente, nsr-10. El distrito de Barrancabermeja se localiza dentro de la región 3 y corresponde a una zona de amenaza sísmica intermedia.

4.1.2. Espectro de diseño. La NSR 10, definió un espectro elástico de diseño para una probabilidad de excedencia del 10 % en un lapso de 50 años de vida útil, lo que corresponde a un periodo aproximado de retorno de 475 años y para un coeficiente de amortiguamiento crítico del 5%.

A continuación, se relacionan los diferentes coeficientes que se requieren para definir los espectros de diseño de aceleración, velocidad y desplazamiento:

- Coeficiente de aceleración horizontal pico efectiva esperado (Aa) = 0.15.
- Coeficiente de velocidad horizontal pico efectiva (Av) = 0.15.
- Coeficiente de aceleración pico efectiva reducida (Ae) = 0.06.
- Coeficiente de aceleración pico efectiva para el umbral de daño (Ad) = 0.04.
- Coeficiente de aceleración pico efectiva para el umbral de daño (Ad) = 0.08.

4.1.3. Tipo de perfil de suelo por efecto local. Para el sitio, con base en la geología local se recomienda adoptar un perfil de suelo por efecto local el Tipo D.

4.1.4. Factores de amplificación. Los factores de amplificación del espectro por efectos de sitio en la zona de periodo corto e intermedio debido a los efectos de sitio Fa y Fv se pueden tomar para el Perfil D como Fa=1.50 y Fv =2.20.

4.2. Análisis por licuación.

Existen diversos métodos para evaluar el Potencial de Licuación de Suelos. En este estudio se seleccionó un método basado en el comportamiento observado en terremotos

anteriores. En este tipo de métodos resaltan los que se basan en el ensayo de penetración estándar (N SPT), por su fácil aplicación práctica.

Los métodos simplificados se basan en la relación existente entre las solicitaciones de corte que producen licuación CRR *(Cyclic Resistance Ratio)* y las provocadas por el terremoto CSR *(Cyclic Stress Ratio)*; por lo tanto, requieren calcular los parámetros relativos tanto al evento sísmico como al depósito. Los últimos determinados privilegiando métodos basados en correlaciones de la resistencia a la licuación con parámetros obtenidos mediante ensayos in situ.

La relación de esfuerzos cíclicos resistentes CSR, se calcula en forma simplificada según Seed e Idriss (1971):

$$CSR = 0.65 * \frac{a_{máx}}{g} * \frac{\sigma_{vo}}{\sigma'_{vo}} * rd$$

$a_{máx}$. = Aceleración máxima en la superficie del terreno. $a_{máx}$ = Aa*Fa,

g = Aceleración de la gravedad

σ_{vo} = Esfuerzo vertical total

σ'_{vo} = Esfuerzo vertical efectivo

r_d = Factor de reducción que tiene en cuenta la deformabilidad del suelo.

Youd et al (2001), recomiendan para la rutina práctica y obtener valores promedios de r_d:

$r_d = 1.0 - 0.00765*z$; para $z < 9.15m$

$r_d = 1.174 – 0.0267*z$; para $9.15m < z < 23m$

La expresión CSR, es válida para eventos sísmicos de magnitud 7,5. Para otras magnitudes se debe dividir la razón de Tensiones Cíclicas entre el factor de corrección MSF *(Magnitudo Scaling Factor)*.

Idriss (2001), propuso:

$$MSF = \frac{10^{2.24}}{Mw^{2.56}}$$

Rauch (1998), propuso (Youd et al 2001), una correlación entre la resistencia a la licuación y las características del terreno expresadas fundamentalmente, a través de N (SPT).

$$CRR_{7.5} = \frac{1}{34 - (N_1)_{60}} + \frac{(N_1)_{60}}{135} + \frac{50}{[10 * (N_1)_{60} + 45]^2} - \frac{1}{200}$$

Donde :

$(N_1)_{60}$ = Número de golpes del ensayo de penetración estándar corregido para una energía de referencia del 60% y por sobrecapa.

$$(N_1)_{60} = C_N * N_{60}$$

Kayen et al (1982), propusieron (Youd et al 2001), la siguiente ecuación para estimar C_N:

$$C_N = \frac{2.2}{(1.2 + {}^{\sigma'_{vo}}/_{P_a})} \leq 1.7$$

Youd et al (2001), recomiendan corregir el valor de $(N_1)_{60}$, por contenido de finos antes de aplicarlo en la ecuación $CRR_{7.5}$, según las ecuaciones desarrolladas por Idriss con apoyo de Seed, de la siguiente manera:

$$(N_1)_{60cs} = \alpha + \beta * (N_1)_{60}$$

Donde α y β son coeficientes que dependen del contenido de finos (FC) determinados de la siguiente manera:

$\alpha = 0$, para $FC \leq 5\%$ $\beta = 1.0$, para $FC \leq 5\%$

$\alpha = EXP[\ 1.76 - (190/FC^2)]$ y $\beta = [\ 0.99 + (FC^{1.5} / 1000)\ ]$ en ambos $5\% < FC < 35\ \%$

$\alpha = 5.0$, para $FC \geq 35\%$ $\beta = 1.2$, para $FC \geq 35\%$

La resistencia del depósito a la licuefacción se estima por lo tanto en términos de factor de resistencia a la licuación

$$\mathbf{F.S = (CRR}_{7.5}\mathbf{/CSR)MSF*}\ K_\sigma * K_\alpha)$$

Donde **CRR** *(Cyclic Resistance Ratio)* es la resistencia del terreno a los esfuerzos de corte cíclico y **CSR** *(Cyclic Stress Ratio)* la solicitación de corte máxima provocada por el sismo. K_σ y K_α son Factores de corrección por altos esfuerzos de sobrecapa y de corte.

4.2.1. Margnitud ultima. Para el análisis de licuación según Youd, se requiere la Magnitud última de la fuente. En la Tabla 4, se muestra los sismos con M>6 en la escala de Richter en los últimos 25 años. Se observa todos provienen del Nido de Bucaramanga (zona de los Santos) y su profundidad es mayor a 150 Km.

Tabla 4. Sismos de magnitud mayor a 6.0 en la escala de Richter sucedidos en un radio de 200 km con centro en Barrancabermeja,desde Junio de 1993. Fuente SGC

FECHA	HORA_UTC	LATITUD (grados)	LONGITUD (grados)	PROFUNDIDAD (Km)	MAGNITUD MI	DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	GAP (grados)
1994-12-10	15:24:22	6.770	-73.258	150.0	6.1	SANTANDER	ZAPATOCA	270
1997-06-11	07:07:39	6.830	-72.970	160.0	6.1	SANTANDER	CEPITA	210
1997-06-11	19:11:03	6.848	-73.053	170.0	6.2	SANTANDER	LOS_SANTOS	299
1999-11-08	05:51:20	6.866	-73.185	164.2	6.2	SANTANDER	ZAPATOCA	184
2000-02-05	21:52:06	6.769	-73.206	160.0	6.0	SANTANDER	VILLANUEVA	159
2007-05-06	04:47:14	6.819	-73.053	151.4	6.0	SANTANDER	LOS_SANTOS	185
2015-03-10	20:55:44	6.825	-73.134	157.7	6.3	SANTANDER	LOS_SANTOS	56

Tabla 5. Magnitudes últimas fallas superficiales y profundas. Estudio de amenaza sísmica para el código colombiano de puentes.

Fuente	M0	λ0	β	CV(β)	Mu	σMu
Arco de Dabeiba	4.0	2.480	1.605	0.090	6.9	0.2
Bahía Solano	4.0	2.540	1.318	0.089	7.5	0.2
Benioff Intermedia I	4.0	7.720	1.714	0.051	8.0	0.2
Benioff Intermedia II	4.0	3.220	1.431	0.079	8.0	0.2
Benioff Intermedia III	4.0	1.900	2.079	0.103	8.0	0.2
Benioff Profunda	4.0	6.220	2.000	0.057	7.5	0.2
Boconó	4.0	5.200	2.020	0.062	7.4	0.2
Bucaramanga-Santa Marta Norte	4.0	0.140	1.373	0.408	6.5	0.2
Bucaramanga-Santa Marta Centro	4.0	0.700	2.134	0.172	6.5	0.2
Bucaramanga-Santa Marta Sur	4.0	1.920	3.466	0.103	6.9	0.2
Cauca	4.0	4.700	2.574	0.065	7.5	0.2
Cimitarra	4.0	0.640	2.783	0.180	6.5	0.2
Compresión Caribe SE	4.0	0.700	1.651	0.172	6.5	0.2
Compresión Caribe SW	4.0	0.580	2.528	0.189	6.1	0.2
Cuiza	4.0	0.820	1.847	0.158	6.6	0.2
Espíritu Santo	4.0	0.300	1.546	0.267	6.5	0.2
Fallas del Magdalena	4.0	0.300	1.081	0.267	7.0	0.2
Frontal Cordillera Oriental Norte	4.0	1.500	1.558	0.116	8.0	0.2
Frontal Cordillera Oriental Centro	4.0	2.640	1.468	0.087	8.0	0.2
Frontal Cordillera Oriental Sur	4.0	2.280	2.049	0.094	8.0	0.2
Garrapatas	4.0	0.320	2.162	0.258	6.5	0.2
Ibagué	4.0	0.320	1.553	0.258	6.9	0.2
Junín	4.0	0.140	2.188	0.408	7.0	0.2
Murindó	4.0	2.800	1.411	0.084	7.5	0.2
Nido Bucaramanga	4.0	30.500	1.804	0.025	6.5	0.2
Normal Panamá-Pacífico	4.0	2.080	1.737	0.098	7.1	0.2
Oca	4.0	1.560	2.060	0.114	6.5	0.2
Palestina	4.0	0.900	1.786	0.151	6.5	0.2
Perijá	4.0	0.540	2.935	0.196	6.5	0.2
Puerto Rondón	4.0	0.260	1.526	0.288	6.7	0.2
Romeral	4.0	1.520	1.872	0.115	7.6	0.2
Romeral Norte	4.0	0.460	1.679	0.213	6.5	0.2
Salinas	4.0	1.340	1.791	0.123	6.5	0.2
Suárez	4.0	0.340	2.329	0.250	6.5	0.2
Subducción Norte	4.0	4.320	1.260	0.068	8.6	0.2
Subducción Centro	4.0	2.740	1.118	0.085	8.6	0.2
Subducción Sur	4.0	17.100	1.923	0.034	8.9	0.2
Uribante-Caparro	4.0	0.820	1.487	0.158	7.0	0.2

Debido al fenómeno de Atenuación, afectan más a Barrancabermeja, los sismos de fuentes superficiales con Mu = 6.5, que los sismos lejanos de fuentes profundas y con Mu>7.0, por lo que se toma como Magnitud última por fuente superficial cercana para Barrancabermeja Mu = 6.5 de la Escala de Richter.

4.2.2. Resultados análisis de licuación. Tomando como base una aceleración en la roca de 0,15g, una Magnitud última Mu=6.5 y Perfil de sitio D, se definió un PGA máx de 0,225 y un Factor de Escalonamiento MFS=1,44 según la NCEER.

En las Tablas 6 y 7, se presentan los resultados de los cálculos por licuación según Youd et al (2001) y en la figura 12, la variación del Factor de Seguridad con la Profundiad. Se concluye que dicho factor es mucho mayor a 1.50, mínimo normalmente exigido, debido principalmente a la resistencia y la ubicación baja del nivel freático.

Tabla 6. Análisis por licuación según Youd et al (2001)

Perfil Estratigráfico	Prof. Prom. m	Esf. Total vertical KN/m²	Esfuerzo efectivo KN/m²	Diámetro efectivo D50 (mm)	Densidad Relativa %	Comport. Densidad	rd Youd et al 2001	$CRS_{7.5}$ τ_{prom}/σ'_v
Arena arcillosa color café	0,50	9,11	9,11		65,00	Media		
Arena arcillosa color café	2,80	52,66	34,66	0,16	28,33	Suelta		
Arcilla inorgánica color café	5,05	96,47	55,97					
Arena arcillosa color café	7,43	150,17	85,92	1,02	81,00	Densa		
Arena arcillosa color café	10,68	224,00	127,25	1,71	Muy denso	Muy densa	0,889	0,229

Tabla 7. Análisis de licuación de suelos

Perfil Estratigráfico	N(60) g/pie	CN	(N1) 60 golpes/pie	Contenido Finos CF %	α	β	$(N1)\,60_{cs}$ Cooregido golp./pie	$CRR_{7.5}$ τ_{prom}/σ'_v	CRR τ_{prom}/σ'_v Escalon.	Condicion Licuación	Factor de Seguridad FS
Arena arcillosa color café	12,00	1,70	20,00	24,89	4,28	1,11	26,56			No aplica	
Arena arcillosa color café	3,00	1,42	4,00	26,24	4,41	1,12	8,91			No licuable	
Arcilla inorgánica color café	16,00	1,00	16,00	55,66						No aplica	
Arena arcillosa color café	30,00	1,07	32,00	48,10	5,00	1,20	43,40			No licuable	
Arena arcillosa color café	45,00	0,89	40,00	41,29	5,00	1,20	53,00	0,335	0,483	No licuable	2,11

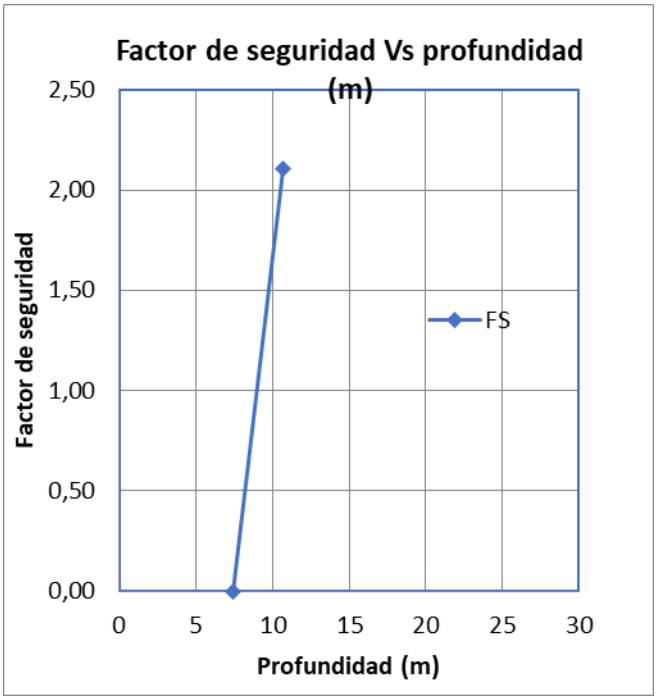


Figura 4. Variación del factor de seguridad de licuación con la profundidad, según Yound et al.

4.3. Potencial de expansión de suelos.

Los suelos expansivos son aquellos que muestran un marcado cambio de volumen con aumento o disminución del contenido de humedad. Tales propiedades de hinchamiento están restringidas a suelos que contienen minerales de arcilla que son susceptibles a la penetración de moléculas de agua en su estructura química. La expansividad de los suelos se debe al cambio de humedad de estos por efecto de los cambios en las condiciones climáticas o por razones de la actividad humana, como la eliminación de vegetación, drenaje, inundaciones y obras de construcción.

Debido a que los suelos estudiados fueron principalmente arenosos, se infiere que no hay posibilidad de expansión.

5. ANÁLISIS GEOTÉCNICO DE CIMENTACIÓN DE LA ESTRUCTURA

5.1. Perfil de diseño y parámetros geomecánicos de los suelos

Para el análisis de la capacidad última por corte y asentamientos, se consideró en base a los resultados de campo y laboratorio y las estructuras que se pretende adecuar en el predio, se estableció un perfil estratigráfico promedio tal como aparece en la Figura 5.

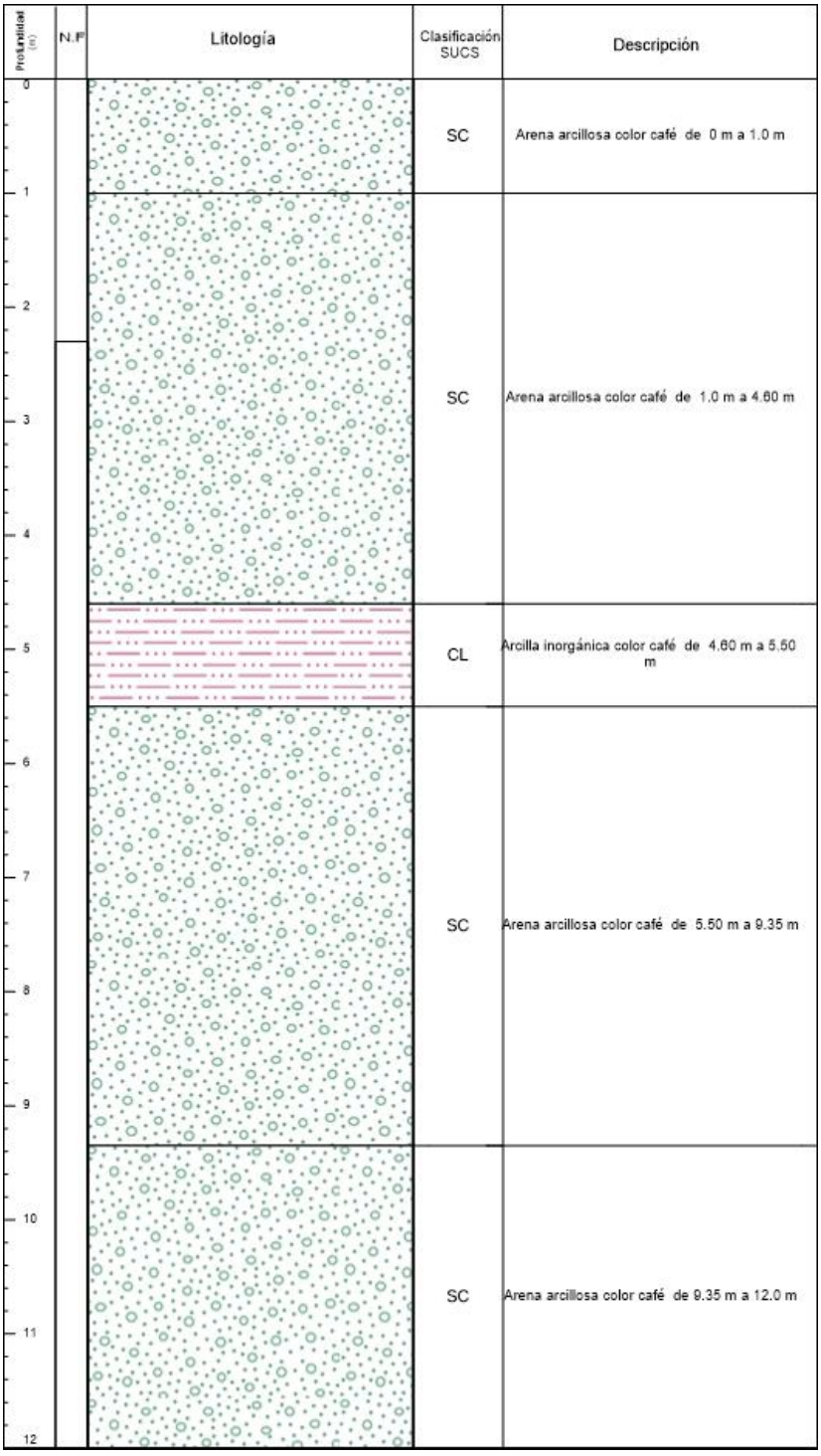


Figura 5. Esquema del Perfil de diseño adoptado.

Los parámetros geomecánicos del perfil de suelo como fricción, peso unitario húmedo y saturado fueron obtenidos mediante ensayos de laboratorio o correlaciones utilizando

expresiones típicas de la ingeniería geotécnica y otros establecidos mediante investigaciones por el autor del estudio. Además, se tuvo en cuenta el tipo de material, la experiencia y conocimiento del geotecnista en los suelos y geología de la región.

En la Figura 6 se muestra un esquema resumen de dichos parámetros para cada estrato.

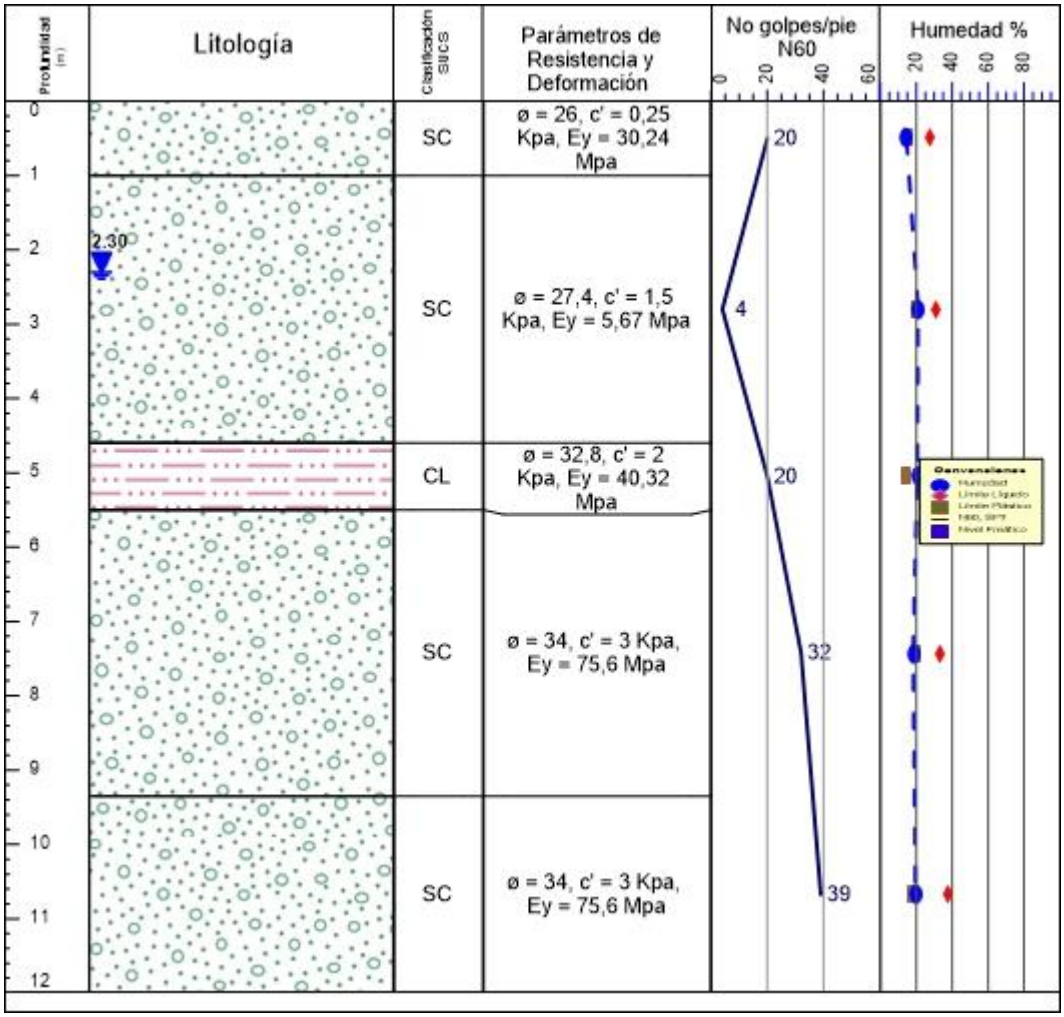


Figura 6. Parámetros geomecánicos para el perfil de diseño.

Los diferentes contenidos de humedad y el porcentaje de finos de los suelos fueron extraídos directamente de los resultados de los ensayos de laboratorio y se pueden ver en la Tabla 8 la gravedad específica se asumió según el tipo de material y los demás parámetros fueron calculados según expresiones tradicionales de la mecánica de suelos (véase el Anexo 4).

En los suelos granulares, los parámetros de resistencia y compresibilidad fueron obtenidos indirectamente mediante correlación con el ensayo de penetración estándar SPT corregido según el capítulo 2.

Tabla 8. Propiedades índices y volumétricas del perfil de diseño adoptado.

$N_{(60)}$	Humedad %	Límite líquido L.L	Límite Plástico L.P	Indice Plástico I.P	% FINOS	Peso Húmedo KN/m3	Peso Saturado KN/m3
20	14,56	27,46	15,82	11,65	24,89	18,22	20,57
4	21,07	30,80	20,01	10,79	26,24	15,33	19,13
20	20,48	26,13	14,73	11,40	55,66	18,88	20,85
32	18,27	33,09	19,48	13,60	48,10	22,22	23,02
39	19,57	37,55	17,81	19,74	41,29	21,47	22,27

En la Tabla 9 se relacionan los parámetros de resistencia y compresibilidad, considerados para cada una de las capas. Los parámetros de compresibilidad como el módulo de elasticidad fueron calculados mediante correlación con el ensayo de penetración estándar (Das, 2012). La relación de Poisson se adoptó según el tipo de suelo (Das 2012).

.**Tabla 9.** Parámetros geomecánicos de resistencia y deformación para los estratos del perfil de diseño adoptado.

Descpción	ϕ	c´ Kpa	Ey Mpa	Ed Mpa
Arena arcillosa color café	34,00	0,40	30,24	48,53
Arena arcillosa color café	27,20	1,20	5,67	9,10
Arcilla inorgánica color café	28,50	2,03	108,27	410,67
Arena arcillosa color café	33,10	6,10	75,60	121,33
Arena arcillosa color café	35,00	9,64	125,55	201,50

5.2. Tipo y nivel de cimentación de estructura

5.2.1. Tipo de cimentación. Para cumplir con los lineamientos actuales de la Norma Sismorresistente Colombiana NSR-10, se plantea una cimentación de tipo profunda. De esta manera, la fundación estará conformada por pilotes preexcavados que lleguen a un cabezal o a una placa estructural de cimentación. En el caso de los cabezales, de estos deberán salir vigas de amarre que sirvan para unirlos entre sí.

5.2.2. Nivel de cimentación. La profundidad de desplante que se propone para los pilotes está a los 8.0 m de profundidad o superior, es decir, la profundidad mínima de cimentación estará a 8.7 m (según el tipo de cimentación superficial utilizado) y los diámetros que se analizaran considerando el tipo de edificación a sostener son de 12" y 16". La cimentación quedará preferentemente apoyada sobre un suelo areno arcilloso de color café clasificado en el sistema sucs como SC.

5.2.3. Teoría y fórmulas empleadas.

La capacidad de carga vertical por compresión última de un pilote se puede determinar por la ecuación (Poulos and Davis, 1980)

$$Q_u = Q_{bu} + Q_{fu} - W; \quad \text{Donde,}$$

Q_u = Capacidad de carga vertical última por compresión del pilote (KN)

Q_{bu} = Capacidad de la base o punta del pilote (KN)

Q_{fu} = Capacidad por el fuste (lado) o por fricción del pilote (KN)

W = Peso del pilote (KN); a su vez,

$$Q_{bu} = A_b * q_{bu} \quad \text{y} \quad Q_{fu} = A_s * f_{su} \quad \text{Donde;}$$

A_b = Area de la base o la punta (m^2)

q_{bu}= Resistencia unitaria neta última en la punta (kN/m^2)

A_s = Area lateral del pilote sobre la cual se ejerce fricción positiva (m^2)

f_{su}= Resistencia unitaria última por fricción lateral (kN/m^2)

5.2.4. Resistencia unitaria en la punta. La resistencia unitaria en la punta se concibe como:

$$q_{bu} = c*N_c + \sigma' * N_q; \text{ Donde,}$$

c= Cohesión del suelo

σ' = Esfuerzo vertical efectivo en el terreno a nivel de la punta

N_c y N_q = Factores de capacidad de carga.

Se ha comprobado en campo que la capacidad unitaria por punta y por fricción aumentan con el esfuerzo vertical efectivo hasta cierta profundidad de empotramiento del pilote a partir de la cual se puede considerar constante (Delgado Vargas, 1996). La relación de penetración RP, se usa para definir este límite.

$$RP = z/D; \text{ Donde}$$

Z= Profundidad (m)

D= Ancho del pilote (m)

Para este estudio, se ha definido RP = 20 por punta y por fricción. De todas formas, se mantiene un valor límite de capacidad unitaria última, que para el caso de la punta es de 10,000 Kpa (Delgado Vargas, 1996).

El factor de capacidad de carga Nq, depende del ángulo de fricción efectivo ϕ' y se toma de acuerdo a los valores recomendados en el manual de la NAVFAC DM7.2 (véase la tabla 10). Para elegir el ángulo de fricción en la punta del pilote, se recomienda considerar las capas de influencia que están hasta 10 veces el diámetro del pilote por debajo de la punta. Para superficies poco profundas, se recomienda 4 veces el diámetro.

Tabla 10. Valores de factores de capacidad de carga para pilotes hincados de gran o pequeño desplazamiento, según la NAVFAC DM-7.2.

ϕ' (Internal friction)	N_q (Displacement pile)	N_q (Non-Displacement pile)
30	21.0	10.3
31	24.6	12.1
32	29.1	14.2
33	34.5	16.9
34	41.3	20.3
35	49.9	24.6
36	60.9	30.1
37	75.0	37.1
38	93.0	46.1
39	116.1	57.7

5.2.5. Resistencia unitaria por fricción. La resistencia unitaria por fricción se concibe como; ,

$$q_{fu} = c_a + q_s * \tan(\delta) \text{ ; Donde}$$

c_a = Adhesión unitaria (Kn/m^2)
q_s= Esfuerzo normal del suelos sobre el pilote (Kn/m^2)
tan(δ) = Es el coeficiente de fricción entre el suelo y el pilote

Tabla 11. Valores típicos de fricción entre el suelo y pilote (δ)

Tipo de Pilote	Angulo δ
Pilotes de acero liso o nuevos	20°
Pilotes de acero rugoso o de segunda	25°
Pilotes de concreto	3/4 ϕ

El esfuerzo normal del suelo sobre el pilote se considera convencionalmente relacionado con el esfuerzo efectivo σ' al mismo nivel por medio de un coeficiente de empuje lateral para fricción superficial (K_s), de tal manera que :

$$q_{fu} = \sigma' * \tan(\delta)$$

El coeficiente K_s, varía entre otros aspectos con las condiciones iniciales de esfuerzo del terreno y el procedimiento e instalación del pilote (Delgado Vargas, 1996). Das (2012), propone los siguientes valores promedios para Ks (Tabla 12):

Tabla 12. Expresión para estimar Ks.

Tipo de Pilote	K_s
Perforado	Ko =1- seno ϕ'
Hincado, Bajo desplazamiento	Ko =1-senoϕ' a 1.4Ko ; promedio 1.2Ko
Hincado, alto desplazamiento	Ko = 1-senoϕ' a 1.8 Ko ; promedio 1.4Ko

5.2.6. Asentamiento. Vesic (1977) propuso la siguiente expresión para determinar el asentamiento de la cabeza de un pilote:

S1 = S1+S2+S3; donde,

S1= Asentamiento producido por la deformación axial del pilote

S2 = Asentamiento en la punta del pilote, debido a la carga transmitida a la punta.

S3= Asentamiento de la punta del pilote debido a la carga transmitida a lo largo del fuste del pilote.

5.2.7. Factores de seguridad. Se plantea que las columnas o elementos verticales transmisores de carga provenientes de la edificación, se

descarguen en cabezales o una placa de cimentación estructural, los cuales a su vez transmitan la carga a pilotes preexcavados.

Para la estimación de la capacidad admisible de los pilotes, se adoptaron los factores de seguridad indirectos prescritos por la Norma sismo resistente NSR 10.
(sección H.4.7.1) F_{SICP} =3,00 por punta y F_{SICP} = 2,00, por fuste.

5.2.8. Cálculo capacidad de carga. La capacidad última, admisible y los asentamientos se calcularon utilizando el software All-Pile, versión 7.6.

Características cimentación:

Tipo 1. Nivel desplante cabezal: -0.7 m del nivel del piso.

Longitud mínima del pilote: 8.0 m.

Sección pilote: 12” o 16”.

Material de construcción: Concreto reforzado mínimo 4000 PSI

Método de construcción: Excavado, fundido en el sitio.

Estratos de perforación: superficialmente arenas arcillosas blandas (hasta aproximadamente 6.0 m).

Estrato de apoyo: Arenas arcillosas (SC) de densidad media a alta.

En la Figura 7 y Figura 8, se observa para el pilote de 8,0m de largo, la variación de la capacidad de carga vs el asentamiento vertical, con respecto a la capacidad de carga vertical última, para el pilote de 12 pulgadas y 16 pulgadas respectivamente.

En el mismo gráfico se aprecia como contribuye la capacidad de carga por punta (línea roja) y la capacidad de carga por fricción (línea azul), con la capacidad de carga vertical última. Se aprecia que la capacidad de carga por fricción es baja, comparada con la de punta, por lo que el pilote trabaja principalmente por punta y

la capacidad de carga depende del ancho del pilote y de las características geomecánicas estrato de apoyo.

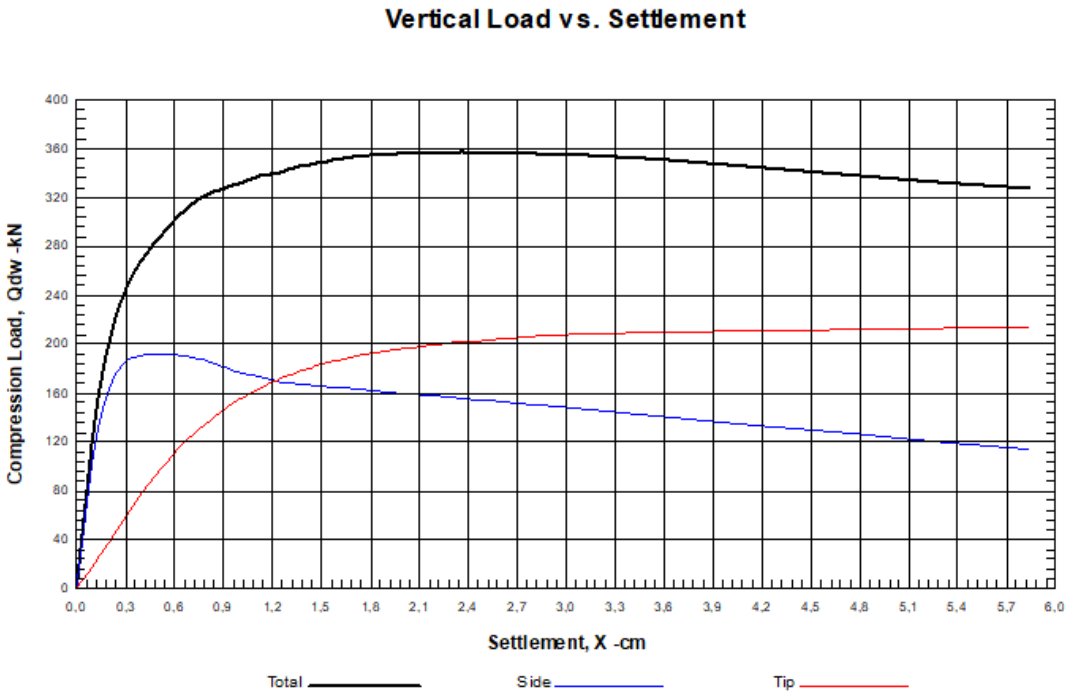


Figura 7. Variación de carga vertical con respecto al asentamiento, pilote de 12 pulgadas.

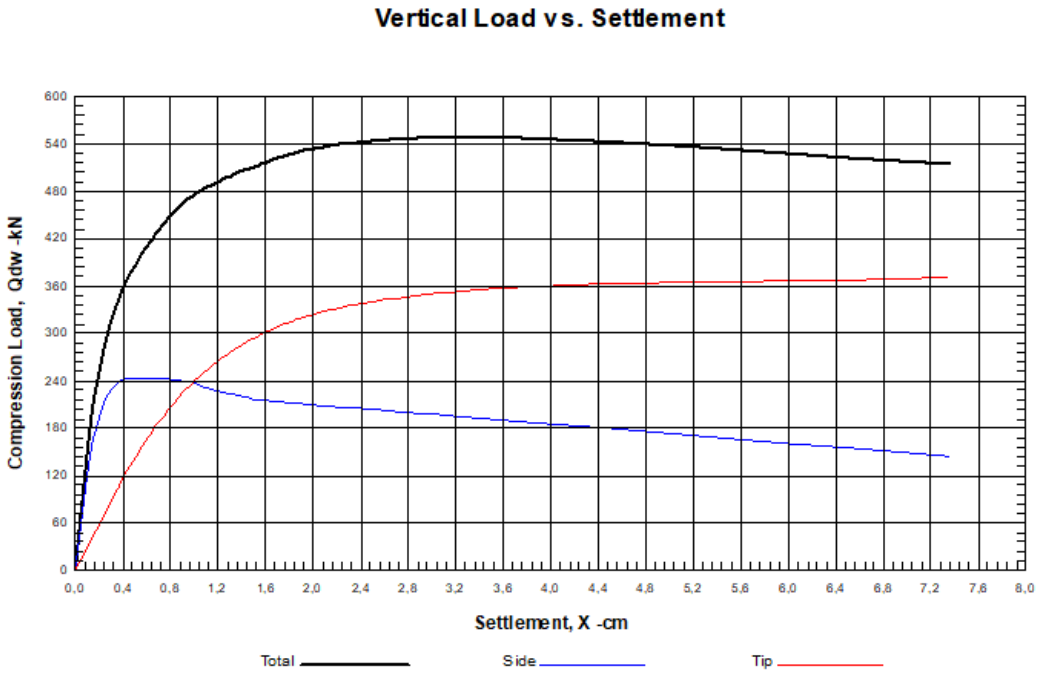


Figura 8. Variación de carga vertical con respecto al asentamiento, pilote 16 pulgadas.

En la Figura 9 y Figura 10, se muestra la variación de la capacidad de carga admisible tanto hacia abajo (gráfica de la izquierda) como hacia arriba (grafica de la derecha) con la longitud del pilote, para el caso de pilotes de 12 y 16 pulgadas respectivamente.

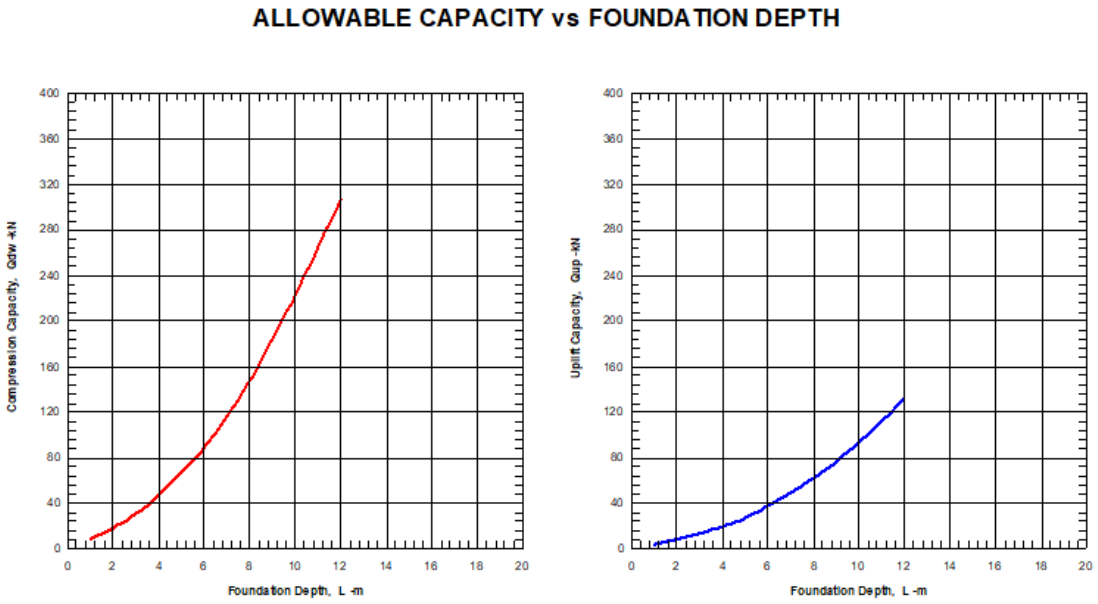


Figura 9. Capacidad de carga admisible vs longitud de pilote. Pilote 12 pulgadas.

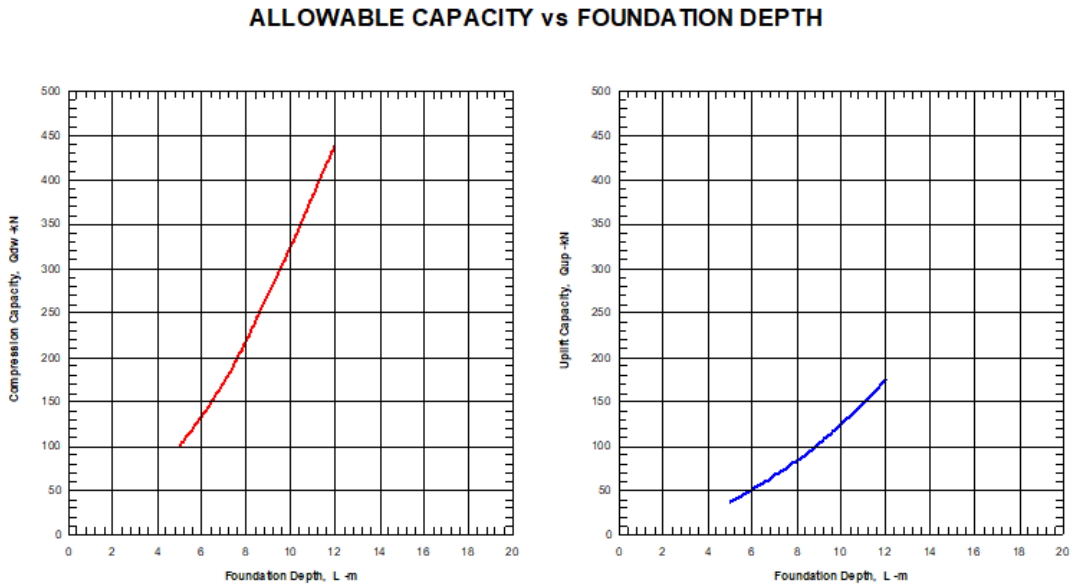


Figura 10. Capacidad de carga admisible vs longitud de pilote. Pilote 16 pulgadas.

Finalmente en la Tabla 13, aparece la capacidad de carga admisible hacia abajo, hacia arriba, y el asentamiento esperado para un pilote de L=8,0m o L=8,50m

Tabla 13. Capacidades de carga y asentamiento. Pilotes L= 8.0 m

Diámetro	Capacidad admisible hacia abajo	Asentamiento
Pulgadas	kN	Cm
12	219.026	0.14122
16	147.247	0.07798

6. RESULTADOS, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Exploración del subsuelo y ensayos de laboratorio

Con el objeto de conocer las características geomecánicas del subsuelo, se perforaron dos (2) sondeos, hasta las profundidades relacionadas en la Tabla 1.

En las perforaciones realizadas para le época del estudio se registró la existencia de nivel freático a 1.10 m de profundidad.

6.2. Tipo y nivel de la cimentación del proyecto

Debido a la presencia de suelos superficiales de baja resistencia, se debe cimentar la edificación con fundación de tipo profundo.

Teniendo en cuenta los accesos al lote, la ubicación de pequeñas edificaciones colindantes, el tipo de suelo encontrado y su baja resistencia superficial, se recomienda emplear Pilotes preexcavados de 12” o 16” de diámetro, de mínimo 8,0 m de longitud.

En este punto se dan dos recomendaciones de elemento de enlace entre la superestructura de la edificación y los pilotes:

La primera, hacer llegar los pilotes a **cabezales** ubicados en los puntos de columna. En este caso, el cabezal se debe desplantar a 0.7 m de profundidad. Los cabezales, deben

unirse entre sí con vigas de amarre para garantizar un buen desempeño ante cargas laterales inducidas por un caso eventual de ocurrencia de un sismo y homogeneizar asentamientos.

La carga de la edificación en este caso, será absorbida exclusivamente por el conjunto de pilotes preexcavados, ubicado bajo los cabezales. La capacidad admisible del pilote individual, se muestra en la Tabla 13. Para este caso, se debe seguir la recomendación de mejoramiento del terreno, dada en el numeral 6.5.

6.3. Capacidad de carga de pilotes preexcavados.

Considerando las cargas nominales que vienen de la estructura, se pueden emplear pilotes preexcavados de 12” o 16” de diámetro y de 8,0m de longitud.

Para lograr una capacidad de carga eficiente, los Pilotes preexcavados y fundidos en el sitio deben quedar separados como mínimo 2,5 veces el diámetro entre ejes.

6.4. Recomendaciones estructurales y sísmicas.

6.4.1. Sismicidad

El coeficiente de aceleración pico esperada Aa es de 0.15 g y el coeficiente de aceleración horizontal pico Av es 0.15.

6.4.2. Perfil del terreno para efectos locales y factores de amplificación.

Para considerar el efecto de sitio, se recomienda trabajar con un Perfil de suelo D. Los factores de amplificación del espectro en la zona de periodo corto e intermedio debido a los efectos de sitio Fa y Fv se pueden tomar como Fa=1.50 y Fv =2.20. Este estudio de suelos se efectuó utilizando las prácticas habituales de la ingeniería geotécnica. Si durante la construcción se presentan condiciones del terreno o circunstancias no previstas en este informe se deberá dar visto a un

Ingeniero asesor en Suelos para establecer las recomendaciones o procedimientos más convenientes.

6.5. Recomendaciones para el tratamiento de suelos superficiales

Para el caso de cimentación Cabezal-Pilote, se recomienda remover los primeros cincuenta (50) centímetros de suelo por debajo de la anteplaca de piso y reemplazarlo de la siguiente manera: De abajo hacia arriba, 0.30 m de recebo compactado al 98% en capas de máximo 0,10m. y encima una capa de 0.20 m de subbase granular granular tipo Invias SBG 38. compactada al 95%, lo anterior para toda el área del lote a intervenir.

6.6. Recomendaciones generales y limitaciones

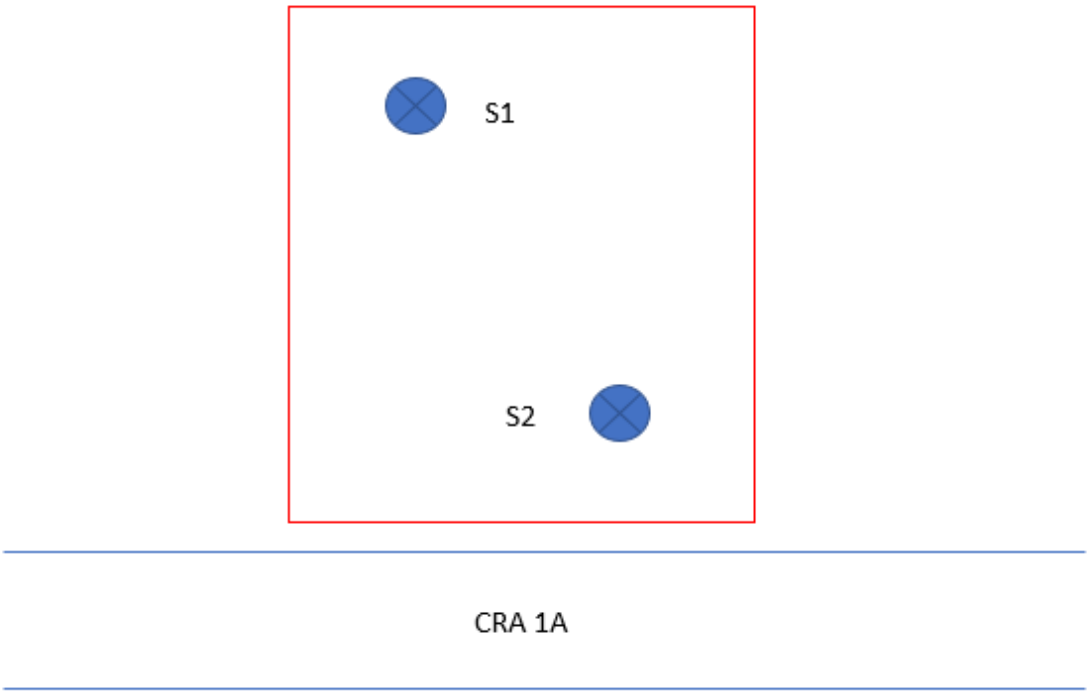
Este estudio de suelos se efectuó utilizando las prácticas habituales de la ingeniería geotécnica. Si durante la construcción se presentan condiciones del terreno o circunstancias no previstas en este informe se deberá dar visto a un Ingeniero asesor en Suelos para establecer las recomendaciones o procedimientos más convenientes.

7. BIBLIOGRAFÍA

1. BABAN, Tharwat M. Shallow Foundations. Discussions and problem Solving. First edition 2016 by Jhon Wiley & Sons, Ltd.
2. CARTER, Michael; BENTLEY Stephen P. Soil Propierties and Their Correlation, Second Edition. Wiley.
3. BHUDU, Muni. Soil Mechanics and Foundations. Wiley International. 3rd Edition. 2010.
4. YOUD T. L, IDRISS I. M, Members ASCE. Resistencia de Suelos contra la Licuación. 2001. Traducción de SLOBODAN Zemva Tanasijevic. 2011.
5. BOTERO PALACIO, Juan Carlos. Dinámica de Estructuras. Sistema de Un grado de Libertad. Primera Edición. Fondo Editorial Universidad EAFIT, 2011.
6. DAS, Braja M. Fundamentos de ingeniería de cimentaciones. Cengage Learning Editores S.A. de C.V. Séptima edición. 2012.
7. Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10, Título H – Estudios Geotécnicos.
8. REYES MENDOZA, German Alfonso, FLOREZ OLIVARES, Hernán David. Geología Urbana de Barrancabermeja. Mujica y Asociados Impresores SAS. Mayo de 2016.
9. Software Strater 5, Golden Software.
10. DELGADO VARGAS, Manuel. Ingeniería de Fundaciones. Fundamentos e introducción al análisis geotécnico. Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería. Primera Edición. Colombia, 1996.
11. Software All Pile, Version 7.60 de Civiltech.
12. POULOS, H.G & DAVIS, E.H. Pile Foundation Analysis and Design. Jhon Wiley & Sons. Impreso 1980.
13. DONG GUO, Wei. Theory and Practice of pile Foundations. CRC Press. Taylor & Francis Group. Boca Raton. 2013.

ANEXO 1

ESQUEMA DE LOCALIZACIÓN DE SONDEOS


S1
S2
CRA 1A

ANEXO 2.

ENSAYOS DE LABORATORIO.

INGECONSULTA S.A.S	**INGECONSULTA SAS**		
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS		**INSPECCIÓN DE TRÁNSITO Y TRANSPORTE DE BARRANCABERMEJA**
	Determinación del contenido de agua (Humedad Natural) en suelos I.N.V.E 122- 2012		
	Determinación del Límite Líquido de los suelos I.N.V.E 125 - 2012		
	Límite Plástico e Indice de Plasticidad de los suelos I.N.V.E 126 - 2012		
	Determinación de los Tamaños de las partículas de los suelo (Granulometria) I.N.V.E 123 - 2012	Código:	F-PS-15
	Clásificación de suelos, Sistema SUCS	Versión: 2	Página 1/1

CLIENTE: INSPECCIÓN DE TRÁNSITO Y TRANSPORTE DE BARRANCABERMEJA **PROYECTO:** ESTUDIO DE SUELOS COMPLEMENTARIO ADICIÓN TRÁNSITO

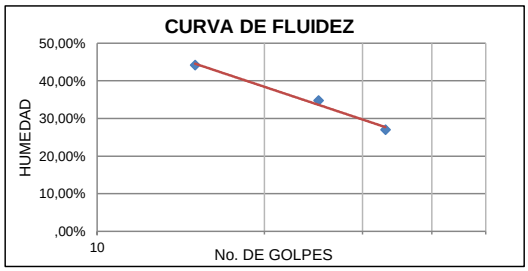
LOCALIZACIÓN: Cra 1 a#20-12 SECTOR COMERCIAL **UBICACIÓN SONDEO :** N:7°03'608" W:73°52'456"

MUESTRA No: 4Y5 **SONDEO No.:** 1 **PROFUNDIDAD (m):** 1,90 A 2,80 **FECHA:** 17/02/2023

Determinación del Límite Plástico, Límite líquido, La humedad e Indice Plástico y de Liquidez.

DESCRIPCIÓN	HUMEDADES							
	LIMITE PLÁSTICO (L.P.)			LIMITE LIQUIDO (L.L)			NATURAL (w)	
ENSAYO No.:	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**
RECIPIENTE No.:	**W12**	**E17**	**H2**	**E12**	**E44**	**E24**	**E6**	
No. DE GOLPES:	**N/A**	**N/A**	**N/A**	**15**	**25**	**33**	**N/A**	
$W_r + W_h$ [g]:	14,40	14,91	15,41	23,63	31,08	26,74	232,25	
$W_r + W_s$ [g]:	13,41	13,83	14,24	21,17	28,05	25,16	197,80	
W_r [g]:	7,80	7,75	7,70	15,60	19,34	19,30	28,48	
W_w [g]:	0,99	1,08	1,17	2,46	3,03	1,58	34,45	
W_s [g]:	5,61	6,08	6,54	5,57	8,71	5,86	169,32	
w:	**17,65%**	**17,78%**	**17,89%**	**44,17%**	**34,79%**	**26,96%**	**20,35%**	

Notas: Wr = Peso del recipiente, Wh = Peso humedo del suelo, Ww = Peso del agua, Ws = Peso de los solidos. El ensayo de Límite Líquido, se hizo de acuerdo al procedimiento A. Los rollos de masa de suelo en el ensayo del límite plástico se realizaronpor el método manual.



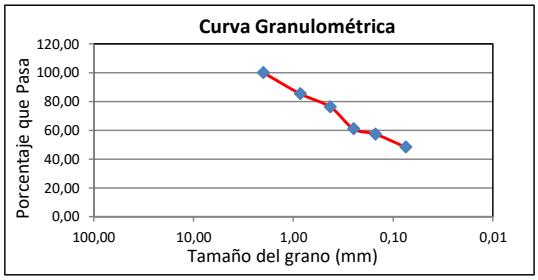
RESULTADOS HUMEDAD, LIMITES LIQUIDO Y PLÁSTCO E INDICE PLÁSTICO	
Humedad Natural w (%) =	20,35
Límite Líquido L.L (%) =	33,01
Límite Plástico L.P (%) =	17,77
Indice Plasticidad I.P (%) =	15,24
Cálculo Índice de Liquidez (Si aplica):	
Indice de Liquidez IL (%) =	
Consistencia, según I.L =	

DATOS ENSAYO TAMAÑO PARTÍCULAS

Peso húmedo Muestra Whm (g) =	213,30
Peso seco muestra Wsm (g) =	169,90

TAMIZ		W_{ret}	Porcentaje			Resultados	
No	mm	gramos	Reten.	Acumul.	Pasa	Tamiz	%pasa
3"	75,00	0,00	0,00	0,00	100,00		
2"	50,00	0,00	0,00	0,00	100,00		
1 1/2	37,50	0,00	0,00	0,00	100,00		
1"	25,00	0,00	0,00	0,00	100,00		
3/4"	19,00	0,00	0,00	0,00	100,00		
3/8"	9,50	0,00	0,00	0,00	100,00		
4	4,75	0,00	0,00	0,00	100,00		
10	2,00	0,00	0,00	0,00	100,00	2,00	**100,00**
20	0,85	25,02	14,73	14,73	85,27	0,85	**85,27**
40	0,43	15,55	9,15	23,88	76,12	0,43	**76,12**
60	0,25	25,66	15,10	38,98	61,02	0,25	**61,02**
140	0,15	6,36	3,74	42,72	57,28	0,15	**57,28**
200	0,08	15,30	9,01	51,73	48,27	0,08	**48,27**
FONDO		0,16	0,09		-		
Suma pesos ret. =		**88,05**	Perdida de material (%) =		48,18	< 2% ; Ok.	

Nota : El tamiz utililizado para separación de partículas fue el No 200



RESUMEN RESULTADOS ANÁLISIS DE TAMIZADO DE LA FRACCIÓN RETENIDA EN EL TAMIZ No 200			
Tamaño Máximo (mm) =	2,00	**Grava % =**	**0,00**
Grava Gruesa %	0,00	**Arena % =**	**51,73**
Grava media %	0,00	**Finos % =**	**48,27**
Grava Fina %	0,00	Diámetros efectivos (mm):	
Arena Gruesa %	0,00	D10 =	D30 =
Arena media %	23,88	D50 =	D60 =
Arena Fina %	27,85	Coeficientes :	Cu =
Finos %	48,27		Cc =

Nota : Cu es el coeficiente de Uniformidad y Cc el coeficiente de Curvatura

CLASIFICACIÓN S.U.C.S	SC	DESCRIPCIÓN:	ARENA ARCILLOSA	COLOR	CAFÉ

OBSERVACIONES:

REALIZÓ: **Jainner Camacho** Laboratorista

VoBo **Maria Paula Barragán** Sup. Laboratorio

INGECONSULTA -INGENIERIA CIVIL- NIT. 829.000.737-7

Los resultados del presente informe son confidenciales y no pueden ser reproducidos sin autorización de ingeconsulta SAS
Ingeconsulta SAS. Calle 50 No 19-77, Barrancabermeja, Santander. Email Ingeconsultasas1@hotmail.com

INGECONSULTA S.A.S	INGECONSULTA SAS				
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS			INSPECCIÓN DE TRÁNSITO Y TRANSPORTE DE BARRANCABERMEJA	
	Determinación del contenido de agua (Humedad Natural) en suelos I.N.V.E 122- 2012				
	Determinación del Límite Líquido de los suelos I.N.V.E 125 - 2012				
	Límite Plástico e Indice de Plasticidad de los suelos I.N.V.E 126 - 2012				
	Determinación de los Tamaños de las partículas de los suelo (Granulometría) I.N.V.E 123 - 2012	Código:	F-PS-15		
	Clásificación de suelos, Sistema SUCS	Versión:	2	Página	1/1

CLIENTE: INSPECCION DE TRANSITO Y TRANSPORTE DE BARRANCABERMEJA **PROYECTO:** ESTUDIO DE SUELOS COMPLEMENTARIO ADICIÓN TRÁNSITO

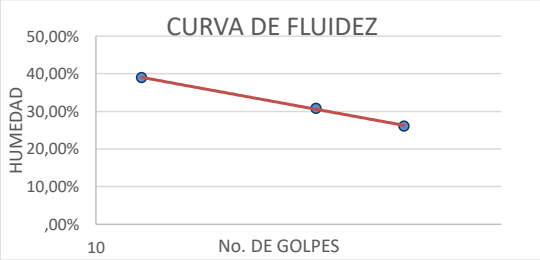
LOCALIZACIÓN: Cra 1 a#20-12 SECTOR COMERCIAL **UBICACIÓN SONDEO :** N:7°03'608" W:73°52'456"

MUESTRA No: 12 **SONDEO No.:** 1 **PROFUNDIDAD (m):** 5,50 A 6,00 **FECHA:** 17/02/2023

Determinación del Límite Plástico, Límite líquido, La humedad e Indice Plástico y de Liquidez.

DESCRIPCIÓN	HUMEDADES							
	LIMITE PLÁSTICO (L.P.)			LIMITE LIQUIDO (L.L)			NATURAL (w)	
ENSAYO No.:	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**
RECIPIENTE No.:	**V4**	**V20**	**V25**	**V9**	**R1**	**R23**	**H-2**	
No. DE GOLPES:	**N/A**	**N/A**	**N/A**	**12**	**24**	**34**	**N/A**	
$W_r + W_h$ [g]:	16,55	16,24	16,60	20,27	19,88	19,00	68,85	
$W_r + W_s$ [g]:	15,50	15,50	15,50	16,75	17,00	16,75	60,90	
W_r [g]:	9,66	10,19	9,77	7,71	7,66	8,13	15,04	
W_w [g]:	1,05	0,74	1,10	3,52	2,88	2,25	7,95	
W_s [g]:	5,84	5,31	5,73	9,04	9,34	8,62	45,86	
w:	**17,98%**	**13,94%**	**19,20%**	**38,94%**	**30,84%**	**26,10%**	**17,34%**	

Notas: Wr = Peso del recipiente, Wh = Peso humedo del suelo, Ww = Peso del agua, Ws = Peso de los solidos. El ensayo de Límite Líquido, se hizo de acuerdo al procedimiento A. Los rollos de masa de suelo en el ensayo del límite plástico se realizaronpor el método manual.



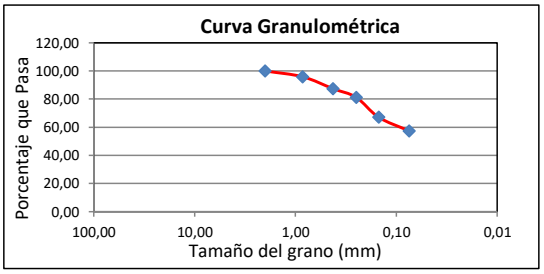
RESULTADOS HUMEDAD, LIMITES LIQUIDO Y PLÁSTCO E INDICE PLÁSTICO	
Humedad Natural w (%) =	17,34
Límite Líquido L.L (%) =	29,73
Límite Plástico L.P (%) =	17,04
Indice Plasticidad I.P (%) =	12,69
Cálculo Índice de Liquidez (Si aplica):	
Indice de Liquidez IL (%) =	0,02
Consistencia, según I.L =	*Suelo en estado Plástico*

DATOS ENSAYO TAMAÑO PARTÍCULAS

Peso húmedo Muestra Whm (g) =	300,69
Peso seco muestra Wsm (g) =	248,56

TAMIZ		W_{ret}	Porcentaje			Resultados	
No	mm	gramos	Reten.	Acumul.	Pasa	Tamiz	%pasa
3"	75,00	0,00	0,00	0,00	100,00		
2"	50,00	0,00	0,00	0,00	100,00		
1 1/2	37,50	0,00	0,00	0,00	100,00		
1"	25,00	0,00	0,00	0,00	100,00		
3/4"	19,00	0,00	0,00	0,00	100,00		
3/8"	9,50	0,00	0,00	0,00	100,00		
4	4,75	0,00	0,00	0,00	100,00		
10	2,00	0,00	0,00	0,00	100,00	2,00	**100,00**
20	0,85	10,21	4,11	4,11	95,89	0,85	**95,89**
40	0,43	21,02	8,46	12,56	87,44	0,43	**87,44**
60	0,25	15,26	6,14	18,70	81,30	0,25	**81,30**
140	0,15	35,21	14,17	32,87	67,13	0,15	**67,13**
200	0,08	24,01	9,66	42,53	57,47	0,08	**57,47**
FONDO		0,37			-		
Suma pesos ret. =		**106,08**	Perdida de material (%) =			57,32 < 2% ; Ok.	

Nota : El tamiz utililizado para separación de partículas fue el No 200



RESUMEN RESULTADOS ANÁLISIS DE TAMIZADO DE LA FRACCIÓN RETENIDA EN EL TAMIZ No 200			
Tamaño Máximo (mm) =	2,00	**Grava % =**	**0,00**
Grava Gruesa %	0,00	**Arena % =**	**42,53**
Grava media %	0,00	**Finos % =**	**57,47**
Grava Fina %	0,00	Diámetros efectivos (mm):	
Arena Gruesa %	0,00	D10 =	D30 =
Arena media %	12,56	D50 =	D60 =
Arena Fina %	29,96	Coeficientes :	Cu =
Finos %	57,47		Cc =

Nota : Cu es el coeficiente de Uniformidad y Cc el coeficiente de Curvatura

CLASIFICACIÓN S.U.C.S	CL	DESCRIPCIÓN:	ARCILLA INORGANICA DE MEDIA A BAJA PLASTICIDAD	COLOR	CAFÉ

OBSERVACIONES:

REALIZÓ: **Jainner Camacho** Aux. Laboratorio

VoBo **Maria Paula Barragán** Sup. Laboratorio

INGECONSULTA -INGENIERIA CIVIL- NIT. 829.000.737-7

Los resultados del presente informe son confidenciales y no pueden ser reproducidos sin autorización de ingeconsulta SAS
Ingeconsulta SAS. Calle 50 No 19-77, Barrancabermeja, Santander. Email Ingeconsultasas1@hotmail.com

INGECONSULTA S.A.S	**INGECONSULTA SAS** **LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS** Determinación del contenido de agua (Humedad Natural) en suelos I.N.V.E 122- 2012 Determinación del Límite Líquido de los suelos I.N.V.E 125 - 2012 Límite Plástico e Indice de Plasticidad de los suelos I.N.V.E 126 - 2012 Determinación de los Tamaños de las partículas de los suelo (Granulometría) I.N.V.E 123 - 2012 Clásificación de suelos, Sistema SUCS	**INSPECCIÓN DE TRÁNSITO Y TRANSPORTE DE BARRANCABERMEJA** Código: **F-PS-15** Versión: **2** Página **1/1**

CLIENTE: INSPECCIÓN DE TRÁNSITO Y TRANSPORTE DE BARRANCABERMEJA **PROYECTO:** ESTUDIO DE SUELOS COMPLEMENTARIO ADICIÓN TRÁNSITO

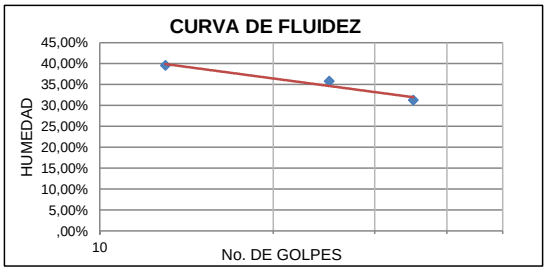
LOCALIZACIÓN: Cra 1 a#20-12 SECTOR COMERCIAL **UBICACIÓN SONDEO :** N:7°03'608" W:73°52'456"

MUESTRA No: 13Y14 **SONDEO No.:** 1 **PROFUNDIDAD (m):** 7,00 A 7,90 **FECHA:** 17/02/2023

Determinación del Límite Plástico, Límite líquido, La humedad e Indice Plástico y de Liquidez.

DESCRIPCIÓN	HUMEDADES							
	LIMITE PLÁSTICO (L.P.)			LIMITE LIQUIDO (L.L)			NATURAL (w)	
ENSAYO No.:	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**
RECIPIENTE No.:	**H1**	**E6**	**E3**	**V37**	**V8**	**V15**	**N-4**	
No. DE GOLPES:	**N/A**	**N/A**	**N/A**	**13**	**25**	**35**	**N/A**	
$W_r + W_h$ [g]:	13,56	12,98	12,39	26,31	26,22	28,52	85,61	
$W_r + W_s$ [g]:	12,16	11,75	11,23	24,52	23,49	25,36	73,63	
W_r [g]:	6,08	6,12	6,16	19,99	15,86	15,24	10,57	
W_w [g]:	1,40	1,23	1,16	1,79	2,73	3,16	11,98	
W_s [g]:	6,08	5,63	5,07	4,53	7,63	10,12	63,06	
w:	**23,03%**	**21,76%**	**22,88%**	**39,51%**	**35,78%**	**31,23%**	**19,00%**	

Notas: Wr = Peso del recipiente, Wh = Peso humedo del suelo, Ww = Peso del agua, Ws = Peso de los solidos. El ensayo de Límite Líquido, se hizo de acuerdo al procedimiento A. Los rollos de masa de suelo en el ensayo del límite plástico se realizaronpor el método manual.



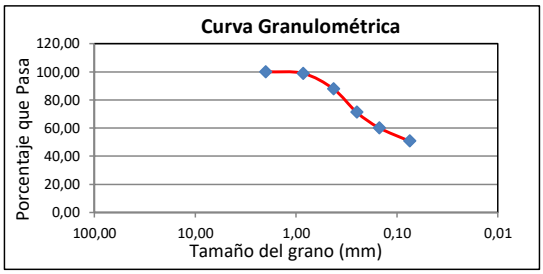
RESULTADOS HUMEDAD, LIMITES LIQUIDO Y PLÁSTCO E INDICE PLÁSTICO	
Humedad Natural w (%) =	19,00
Límite Líquido L.L (%) =	34,51
Límite Plástico L.P (%) =	22,55
Indice Plasticidad I.P (%) =	11,95
Cálculo Índice de Liquidez (Si aplica):	
Indice de Liquidez IL (%) =	-0,30
Consistencia, según I.L =	*Suelo en Estado sólido*

DATOS ENSAYO TAMAÑO PARTÍCULAS

Peso húmedo Muestra Whm (g) =	200,36
Peso seco muestra Wsm (g) =	162,30

TAMIZ		W_{ret}	Porcentaje			Resultados	
No	mm	gramos	Reten.	Acumul.	Pasa	Tamiz	%pasa
3"	75,00	0,00	0,00	0,00	100,00		
2"	50,00	0,00	0,00	0,00	100,00		
1 1/2	37,50	0,00	0,00	0,00	100,00		
1"	25,00	0,00	0,00	0,00	100,00		
3/4"	19,00	0,00	0,00	0,00	100,00		
3/8"	9,50	0,00	0,00	0,00	100,00		
4	4,75	0,00	0,00	0,00	100,00		
10	2,00	0,00	0,00	0,00	100,00	2,00	**100,00**
20	0,85	1,89	1,16	1,16	98,84	0,85	**98,84**
40	0,43	18,00	11,09	12,26	87,74	0,43	**87,74**
60	0,25	26,96	16,61	28,87	71,13	0,25	**71,13**
140	0,15	17,83	10,99	39,85	60,15	0,15	**60,15**
200	0,08	15,35	9,46	49,31	50,69	0,08	**50,69**
FONDO		0,20			-		
Suma pesos ret. =		**85,12**	Perdida de material (%) =			47,55 < 2% ; Ok.	

Nota : El tamiz utililizado para separación de partículas fue el No 200



RESUMEN RESULTADOS ANÁLISIS DE TAMIZADO DE LA FRACCIÓN RETENIDA EN EL TAMIZ No 200			
Tamaño Máximo (mm) =	2,00	**Grava % =**	**0,00**
Grava Gruesa %	0,00	**Arena % =**	**49,31**
Grava media %	0,00	**Finos % =**	**50,69**
Grava Fina %	0,00	Diámetros efectivos (mm):	
Arena Gruesa %	0,00	D10 =	D30 =
Arena media %	12,26	D50 =	D60 =
Arena Fina %	37,06	Coeficientes :	Cu =
Finos %	50,69		Cc =

Nota : Cu es el coeficiente de Uniformidad y Cc el coeficiente de Curvatura

CLASIFICACIÓN S.U.C.S	CL	DESCRIPCIÓN:	ARCILLA INORGANICA DE MEDIA A BAJA PLASTICIDAD	COLOR	CAFÉ OSCURO

OBSERVACIONES:

REALIZÓ: **Jainner Camacho**
Aux. Laboratorio

VoBo **Maria Paula Barragán**
Sup. Laboratorio

INGECONSULTA INGENIERÍA CIVIL NIT. 829.000.737-7

Los resultados del presente informe son confidenciales y no pueden ser reproducidos sin autorización de ingeconsulta SAS
Ingeconsulta SAS. Calle 50 No 19-77, Barrancabermeja, Santander. Email Ingeconsultasas1@hotmail.com

INGECONSULTA SAS

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

Determinación del contenido de agua (Humedad Natural) en suelos I.N.V.E 122- 2012

Determinación del Límite Líquido de los suelos I.N.V.E 125 - 2012

Límite Plástico e Indice de Plasticidad de los suelos I.N.V.E 126 - 2012

Determinación de los Tamaños de las partículas de los suelo (Granulometria) I.N.V.E 123 - 2012

Clásificación de suelos, Sistema SUCS

INSPECCIÓN DE TRÁNSITO Y TRANSPORTE DE BARRANCABERMEJA

Código:	F-PS-15		
Versión:	2	Página	1/1

CLIENTE: INSPECCIÓN DE TRÁNSITO Y TRANSPORTE DE BARRANCABERMEJA **PROYECTO:** ESTUDIO DE SUELOS COMPLEMENTARIO ADICIÓN TRÁNSITO

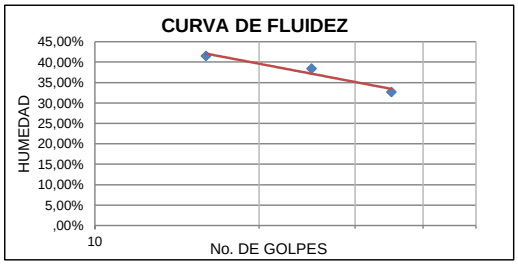
LOCALIZACIÓN: Cra 1 a#20-12 SECTOR COMERCIAL **UBICACIÓN SONDEO :** N:7°03'608'' W:73°52'456''

MUESTRA No: 15Y16 **SONDEO No.:** 1 **PROFUNDIDAD (m):** 8,90 A 9,80 **FECHA:** 17/02/2023

Determinación del Límite Plástico, Límite líquido, La humedad e Indice Plástico y de Liquidez.

DESCRIPCIÓN	HUMEDADES							
	LIMITE PLÁSTICO (L.P.)			LIMITE LIQUIDO (L.L)			NATURAL (w)	
ENSAYO No.:	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**
RECIPIENTE No.:	**E14**	**H5**	**E6**	**V9**	**V31**	**V11**	**N-5**	
No. DE GOLPES:	**N/A**	**N/A**	**N/A**	**16**	**25**	**35**	**N/A**	
$W_r + W_h$ [g]:	26,55	23,69	25,49	21,90	24,23	21,57	99,20	
$W_r + W_s$ [g]:	25,49	22,91	24,22	18,27	20,26	18,60	85,02	
W_r [g]:	19,71	18,62	17,23	9,53	9,93	9,52	8,99	
W_w [g]:	1,06	0,78	1,27	3,63	3,97	2,97	14,18	
W_s [g]:	5,78	4,29	6,99	8,74	10,33	9,08	76,03	
w:	**18,34%**	**18,18%**	**18,17%**	**41,53%**	**38,43%**	**32,71%**	**18,65%**	

Notas: Wr = Peso del recipiente, Wh = Peso humedo del suelo, Ww = Peso del agua, Ws = Peso de los solidos. El ensayo de Límite Líquido, se hizo de acuerdo al procedimiento A. Los rollos de masa de suelo en el ensayo del límite plástico se realizaronpor el método manual.



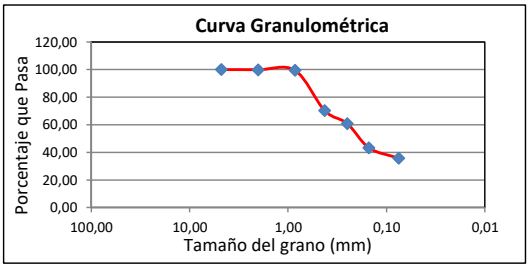
RESULTADOS HUMEDAD, LIMITES LIQUIDO Y PLÁSTCO E INDICE PLÁSTICO	
Humedad Natural w (%) =	18,65
Límite Líquido L.L (%) =	36,97
Límite Plástico L.P (%) =	18,23
Indice Plasticidad I.P (%) =	18,74
Cálculo Índice de Liquidez (Si aplica):	
Indice de Liquidez IL (%) =	
Consistencia, según I.L =	

DATOS ENSAYO TAMAÑO PARTÍCULAS

Peso húmedo Muestra Whm (g) =	250,26
Peso seco muestra Wsm (g) =	203,59

TAMIZ		W_{ret}	Porcentaje			Resultados	
No	mm	gramos	Reten.	Acumul.	Pasa	Tamiz	%pasa
3"	75,00	0,00	0,00	0,00	100,00		
2"	50,00	0,00	0,00	0,00	100,00		
1 1/2	37,50	0,00	0,00	0,00	100,00		
1"	25,00	0,00	0,00	0,00	100,00		
3/4"	19,00	0,00	0,00	0,00	100,00		
3/8"	9,50	0,00	0,00	0,00	100,00		
4	4,75	0,00	0,00	0,00	100,00	4,75	**100,00**
10	2,00	0,19	0,09	0,09	99,91	2,00	**99,91**
20	0,85	0,91	0,45	0,54	99,46	0,85	**99,46**
40	0,43	59,36	29,16	29,70	70,30	0,43	**70,30**
60	0,25	19,25	9,46	39,15	60,85	0,25	**60,85**
140	0,15	35,98	17,67	56,83	43,17	0,15	**43,17**
200	0,08	15,25	7,49	64,32	35,68	0,08	**35,68**
FONDO					-		
Suma pesos ret. =		**130,94**	Perdida de material (%) =			35,68 < 2% ; Ok.	

Nota : El tamiz utililizado para separación de partículas fue el No 200



RESUMEN RESULTADOS ANÁLISIS DE TAMIZADO DE LA FRACCIÓN RETENIDA EN EL TAMIZ No 200			
Tamaño Máximo (mm) =	4,75	**Grava % =**	**0,00**
Grava Gruesa %	0,00	**Arena % =**	**64,32**
Grava media %	0,00	**Finos % =**	**35,68**
Grava Fina %	0,00	Diámetros efectivos (mm):	
Arena Gruesa %	0,09	D10 =	D30 =
Arena media %	29,60	D50 =	D60 =
Arena Fina %	34,62	Coeficientes :	Cu =
Finos %	35,68		Cc =

Nota : Cu es el coeficiente de Uniformidad y Cc el coeficiente de Curvatura

CLASIFICACIÓN S.U.C.S	SC	DESCRIPCIÓN:	ARENA ARCILLOSA	COLOR	CAFÉ

OBSERVACIONES:

REALIZÓ: **Jainner Camacho** — Aux. Laboratorio

VoBo **Maria Paula Barragán** — Sup. Laboratorio

INGECONSULTA -INGENIERÍA CIVIL- NIT. 820.000.737-7

Los resultados del presente informe son confidenciales y no pueden ser reproducidos sin autorización de ingeconsulta SAS

INGECONSULTA S.A.S	**INGECONSULTA S.A.S.** **LABORATORIO MECÁNICO DE SUELOS** **Calle 50 No. 19-77, Barrio Colombia. Tels.: 601 0454** **Barrancabermeja - Santander - Colombia**	**INSPECCIÓN DE TRÁNSITO Y TRANSPORTE DE BARRANCABERMEJA**	
PROYECTO:	ESTUDIO DE SUELOS COMPLEMENTARIO ADICIÓN TRÁNSITO	**CÓDIGO:**	**F-PS-27**
NOMBRE DE DOCUMENTO:	ENSAYO DE LABORATORIO DETERMINACION DE LA GRAVEDAD O PESO ESPECIFICO DE LOS SUELOS INVE- 128-2013	**REVISIÓN:**	**0**

CLIENTE: INSPECCIÓN DE TRÁNSITO Y TRANSPORTE DE BARRANCABERMEJA

LOCALIZACIÓN: Cra 1 a#20-12 SECTOR COMERCIAL **UBICACIÓN** N:7°03'608" W:73°52'456"

SONDEO: 1 **MUESTRA:** 8Y9 **PROFUNDIDA (m) :** 3,70 **A** 4,60 **FECHA:** **17/02/2023**

PESO ESPECÍFICO DE SOLIDOS

Temperatura de ensayo (°C):	30,2
Coeficiente de corrección por temperatura, K:	0,9974
Masa de los sólidos del suelo secado en el horno (g):	75,31
Masa picnometro + agua a la temperatura de ensayo (g):	691,80
Masa picnómetro + agua + sólidos (g):	738,73
CÁLCULOS	
Peso específico:	2,65

OBSERVACIONES: CLASIFICACION: ARENA ARCILLOSA (SC)

REALIZÓ: **Laboratorista**
Jainner Camacho

REVISÓ: **Sup. Laboratorio**
Maria Paula Barragán

INGECONSULTA -INGENIERÍA CIVIL- NIT. 829.000.737-7

INGECONSULTA SAS
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

DETERMINACION DEL PESO UNITARIO: METODO DE LA PARAFINA

ESTUDIO DE SUELOS COMPLEMENTARIO ADICIÓN TRÁNSITO DE BARRANCABERMEJA

INSPECCIÓN DE TRÁNSITO Y TRANSPORTE DE BARRANCABERMEJA

CLIENTE: INSPECCIÓN DE TRÁNSITO Y TRANSPORTE DE BARRANCABERMEJA

LOCALIZACIÓN: Cra 1 a#20-12 SECTOR COMERCIAL **COORDENDA DEL SONDEO:** N:7°03'608'' W:73°52'456''

SONDEO: 1 **MUESTRA No** 10Y11 **PROFUNDIDAD (m):** 4,60 **A** 5,50 **FECHA:** 17/02/2023

INFORMACION DE LA MUESTRA (ESPÉCIMEN)

CONTENIDO DE HUMEDAD (Tabla1)	
No de Ensayo	1
No. de tara	I 19
Peso de la tara	27,71
Peso de la tara + suelo humedo	321,24
Peso de la tara + suelo seco	276,44
Peso del agua	44,80
Peso del suelo seco	248,73
Contenido de humedad (W%)	18,01

Tabla No2	
Tipo de Suelo	**Gs**
Grava	2,65-2,68
Arena	2,64-2,70
Limo	2,67-2,73
Arcilla	2,70-2,90
Turba	1,30-1,90

RELACIONES VOLUMETRICAS		
DATOS PRELIMINARES		
No	No de Ensayo	1
1	Peso de suelo tallado humedo (gr)	44,12
2	Peso de suelo + parafina (gr)	45,72
3	Peso de suelo + parafina (SUMERGIDO) (gr)	20,00
4	Peso de la parafina =(No2)-(No1) (gr)	1,60
5	Peso especifico de la parafina (CONSTANTE)	0,90
6	Volumen de la parafina (No2 - No3) / No5 (cm3)	1,78

RELACIONES VOLUMETRICAS		
No	No de Ensayo	1
7	Volumen del suelo tallado =No3 - No6	18,22
8	Densidad Húmeda =No1/No7	2,42
9	Humedad W% No.0	18,01
10	Peso unitario humedo =(No8*9,81)	23,75
11	Peso unitario seco = No10 / (1+(No9/100))	20,13
12	Gravedad especifica de los solidos (Gs) ver tabla No2	2,68
13	Relacion de vacios e=((No12*9,81*(1+(No9/100)))/(No10))-1	0,54
14	Porosidad n (%) n= (No13 / (1+No13))*100	35,13
15	% Saturacion S= No9*No12/No13	100,00
16	Peso unitario saturado =((No12+No13)*9,81)/(1+No13)	23,75

RESUMEN RESULTADOS			
Características	**UND**	**MUESTRA**	
		ML	
Profundidad	m	4,60	5,50
Peso Unitario Húmedo	(kN/m³)	23,75	
Peso Unitario Seco	(kN/m³)	20,13	
Humedad (w%)	%	18,01	
Relacion de vacios (e)	-	0,54	
Gravedad especifica (Gs)	-	2,68	
% Saturacion (S)	%	100,00	

REALIZÓ:
Laboratorista
Jainner Camacho

REVISÓ:
Sup. Laboratorio
Maria Paula Barragán

INGECONSULTA -INGENIERÍA CIVIL- NIT. 829.000.737-7

INGECONSULTA SAS		
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	INSPECCIÓN DE TRÁNSITO Y TRANSPORTE DE BARRANCABERMEJA
	Determinación del contenido de agua (Humedad Natural) en suelos I.N.V.E 122- 2012	
	Determinación del Límite Líquido de los suelos I.N.V.E 125 - 2012	
	Límite Plástico e Indice de Plasticidad de los suelos I.N.V.E 126 - 2012	
	Determinación de los Tamaños de las partículas de los suelo (Granulometría) I.N.V.E 123 - 2012	Código: F-PS-15
	Clásificación de suelos, Sistema SUCS	Versión: 2 Página 1/1

CLIENTE: INSPECCIÓN DE TRÁNSITO Y TRANSPORTE DE BARRANCABERMEJA **PROYECTO:** ESTUDIO DE SUELOS ADICIÓN TRÁNSITO

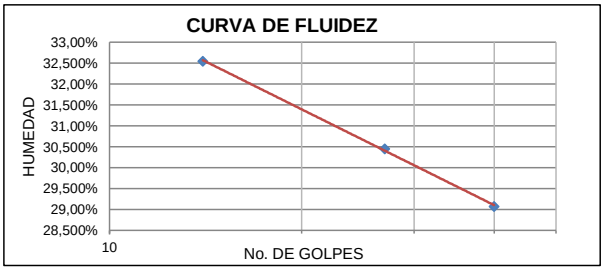
LOCALIZACIÓN: Cra 1A 50-12, SECTOR COMERCIAL **UBICACIÓN SONDEO :** N:7°3'610" W:73°52'460"

MUESTRA No: 1 **SONDEO No.:** 2 **PROFUNDIDAD (m):** 0,00 A 1,00 **FECHA:** 21/02/2023

Determinación del Límite Plástico, Límite líquido, La humedad e Indice Plástico y de Liquidez.

DESCRIPCIÓN	HUMEDADES							
	LIMITE PLÁSTICO (L.P.)			LIMITE LIQUIDO (L.L)			NATURAL (w)	
ENSAYO No.:	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**
RECIPIENTE No.:	**H4**	**E5**	**E9**	**V11**	**V14**	**V34**	**N6**	
No. DE GOLPES:	**N/A**	**N/A**	**N/A**	**14**	**27**	**40**	**N/A**	
$W_r + W_h$ [g]:	25,84	23,20	25,51	21,66	22,35	21,58	561,71	
$W_r + W_s$ [g]:	24,80	22,20	24,40	18,19	18,90	18,44	487,00	
W_r [g]:	19,27	16,97	18,76	7,53	7,57	7,64	118,65	
W_w [g]:	1,04	1,00	1,11	3,47	3,45	3,14	74,71	
W_s [g]:	5,53	5,23	5,64	10,66	11,33	10,80	368,35	
w:	**18,81%**	**19,12%**	**19,68%**	**32,55%**	**30,45%**	**29,07%**	**20,28%**	

Notas: Wr = Peso del recipiente, Wh = Peso humedo del suelo, Ww = Peso del agua, Ws = Peso de los solidos. El ensayo de Límite Líquido, se hizo de acuerdo al procedimiento A. Los rollos de masa de suelo en el ensayo del límite plástico se realizaronpor el método manual.



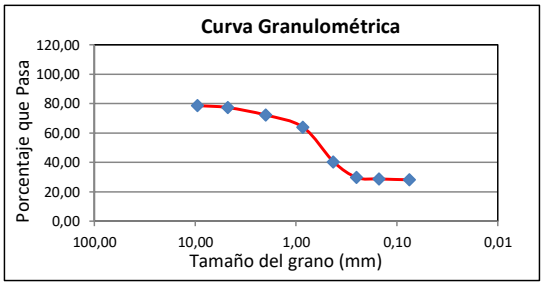
RESULTADOS HUMEDAD, LIMITES LIQUIDO Y PLÁSTCO E INDICE PLÁSTICO	
Humedad Natural w (%) =	20,28
Límite Líquido L.L (%) =	30,62
Límite Plástico L.P (%) =	19,20
Indice Plasticidad I.P (%) =	11,42
Cálculo Índice de Liquidez (Si aplica):	
Indice de Liquidez IL (%) =	
Consistencia, según I.L =	

DATOS ENSAYO TAMAÑO PARTÍCULAS

Peso húmedo Muestra Whm (g) =	297,91
Peso seco muestra Wsm (g) =	237,49

TAMIZ		W_{ret}	Porcentaje			Resultados	
No	mm	gramos	Reten.	Acumul.	Pasa	Tamiz	%pasa
3"	75,00	0,00	0,00	0,00	100,00		
2"	50,00	0,00	0,00	0,00	100,00		
1 1/2	37,50	0,00	0,00	0,00	100,00		
1"	25,00	0,00	0,00	0,00	100,00	25,00	**100,00**
3/4"	19,00	46,36	19,52	19,52	80,48	19,00	**80,48**
3/8"	9,50	4,36	1,84	21,36	78,64	9,50	**78,64**
4	4,75	3,24	1,36	22,72	77,28	4,75	**77,28**
10	2,00	12,07	5,08	27,80	72,20	2,00	**72,20**
20	0,85	19,81	8,34	36,15	63,85	0,85	**63,85**
40	0,43	55,69	23,45	59,59	40,41	0,43	**40,41**
60	0,25	25,39	10,69	70,29	29,71	0,25	**29,71**
140	0,15	2,36	0,99	71,28	28,72	0,15	**28,72**
200	0,08	1,36	0,57	71,85	28,15	0,08	**28,15**
FONDO		0,35			-		
Suma pesos ret. =		**170,99**					

Nota : El tamiz utililizado para separación de partículas fue el No 200



RESUMEN RESULTADOS ANÁLISIS DE TAMIZADO DE LA FRACCIÓN RETENIDA EN EL TAMIZ No 200			
Tamaño Máximo (mm) =	25,00	**Grava % =**	**22,72**
Grava Gruesa %	0,00	**Arena % =**	**49,13**
Grava media %	19,52	**Finos % =**	**28,15**
Grava Fina %	3,20	Diámetros efectivos (mm):	
Arena Gruesa %	5,08	D10 =	D30 =
Arena media %	31,79	D50 =	D60 =
Arena Fina %	12,26	Coeficientes :	Cu =
Finos %	28,15		Cc =

Nota : Cu es el coeficiente de Uniformidad y Cc el coeficiente de Curvatura

CLASIFICACIÓN S.U.C.S	SC	DESCRIPCIÓN:	ARENA ARCILLOSA	COLOR	CAFÉ OSCURO

OBSERVACIONES:

REALIZÓ: **Jainner Camacho**
Aux. Laboratorio

VoBo **Maria Paula Barragán**
Sup. Laboratorio

INGECONSULTA INGENIERÍA CIVIL NIT. 829.000.737-7

Los resultados del presente informe son confidenciales y no pueden ser reproducidos sin autorización de ingeconsulta SAS
Ingeconsulta SAS. Calle 50 No 19-77, Barrancabermeja, Santander. Email Ingeconsultasas1@hotmail.com

INGECONSULTA SAS

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

Determinación del contenido de agua (Humedad Natural) en suelos I.N.V.E 122- 2012
Determinación del Límite Líquido de los suelos I.N.V.E 125 - 2012
Límite Plástico e Indice de Plasticidad de los suelos I.N.V.E 126 - 2012
Determinación de los Tamaños de las partículas de los suelo (Granulometría) I.N.V.E
Clásificación de suelos, Sistema SUCS

INSPECCIÓN DE TRÁNSITO Y TRANSPORTE DE BARRANCABERMEJA

Código:	F-PS-15		
Versión:	2	Página	1/1

CLIENTE: INSPECCIÓN DE TRÁNSITO Y TRANSPORTE DE BARRANCABERMEJA **PROYECTO:** ESTUDIO DE SUELOS ADICIÓN TRÁNSITO

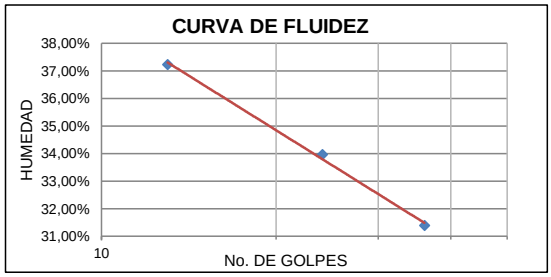
LOCALIZACIÓN: Cra 1A 50-12, SECTOR COMERCIAL **UBICACIÓN SONDEO :** N:7°3'610" W:73°52'460"

MUESTRA No: 6 **SONDEO No.:** 2 **PROFUNDIDAD (m):** 2,80 A 3,25 **FECHA:** 21/02/2023

Determinación del Límite Plástico, Límite líquido, La humedad e Indice Plástico y de Liquidez.

DESCRIPCIÓN	HUMEDADES							
	LIMITE PLÁSTICO (L.P.)			LIMITE LIQUIDO (L.L)			NATURAL (w)	
ENSAYO No.:	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**
RECIPIENTE No.:	**W12**	**E17**	**H2**	**E12**	**E44**	**E24**	**N6**	
No. DE GOLPES:	**N/A**	**N/A**	**N/A**	**13**	**24**	**36**	**N/A**	
$W_r + W_h$ [g]:	14,45	14,37	14,28	28,68	30,05	31,42	171,96	
$W_r + W_s$ [g]:	13,18	13,12	13,06	26,01	27,35	28,68	150,26	
W_r [g]:	7,71	7,74	7,76	18,84	19,40	19,95	8,96	
W_w [g]:	1,27	1,25	1,22	2,67	2,70	2,74	21,70	
W_s [g]:	5,47	5,39	5,30	7,17	7,95	8,73	141,30	
w:	**23,22%**	**23,12%**	**23,02%**	**37,24%**	**33,96%**	**31,39%**	**15,36%**	

Notas: Wr = Peso del recipiente, Wh = Peso humedo del suelo, Ww = Peso del agua, Ws = Peso de los solidos. El ensayo de Límite Líquido, se hizo de acuerdo al procedimiento A. Los rollos de masa de suelo en el ensayo del límite plástico se realizaronpor el método manual.



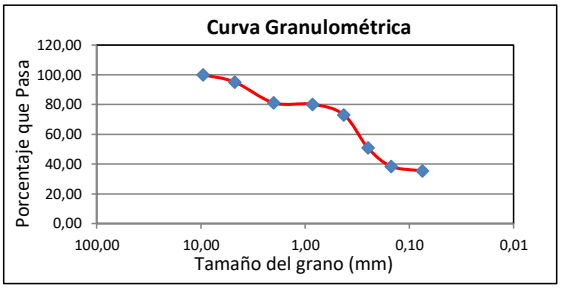
RESULTADOS HUMEDAD, LIMITES LIQUIDO Y PLÁSTCO E INDICE PLÁSTICO	
Humedad Natural w (%) =	15,36
Límite Líquido L.L (%) =	33,49
Límite Plástico L.P (%) =	23,12
Indice Plasticidad I.P (%) =	10,37
Cálculo Índice de Liquidez (Si aplica):	
Indice de Liquidez IL (%) =	
Consistencia, según I.L =	

DATOS ENSAYO TAMAÑO PARTÍCULAS

Peso húmedo Muestra Whm (g) =	302,96
Peso seco muestra Wsm (g) =	256,43

TAMIZ		W_{ret}	Porcentaje			Resultados	
No	mm	gramos	Reten.	Acumul.	Pasa	Tamiz	%pasa
3"	75,00	0,00	0,00	0,00	100,00		
2"	50,00	0,00	0,00	0,00	100,00		
1 1/2	37,50	0,00	0,00	0,00	100,00		
1"	25,00	0,00	0,00	0,00	100,00		
3/4"	19,00	0,00	0,00	0,00	100,00		
3/8"	9,50	0,00	0,00	0,00	100,00	9,50	**100,00**
4	4,75	12,36	4,82	4,82	95,18	4,75	**95,18**
10	2,00	36,00	14,04	18,86	81,14	2,00	**81,14**
20	0,85	2,38	0,93	19,79	80,21	0,85	**80,21**
40	0,43	18,11	7,06	26,85	73,15	0,43	**73,15**
60	0,25	57,03	22,24	49,09	50,91	0,25	**50,91**
140	0,15	31,73	12,37	61,46	38,54	0,15	**38,54**
200	0,08	8,27	3,23	64,69	35,31	0,08	**35,31**
FONDO		0,40	0,16		-		
Suma pesos ret. =		**166,28**	Perdida de material (%) =		35,16	< 2% ; Ok.	

Nota : El tamiz utililizado para separación de partículas fue el No 200



RESUMEN RESULTADOS ANÁLISIS DE TAMIZADO DE LA FRACCIÓN RETENIDA EN EL TAMIZ No 200			
Tamaño Máximo (mm) =	9,50	**Grava % =**	**4,82**
Grava Gruesa %	0,00	**Arena % =**	**59,87**
Grava media %	0,00	**Finos % =**	**35,31**
Grava Fina %	4,82	Diámetros efectivos (mm):	
Arena Gruesa %	14,04	D10 =	D30 =
Arena media %	7,99	D50 =	D60 =
Arena Fina %	37,84	Coeficientes :	Cu =
Finos %	35,31		Cc =

Nota : Cu es el coeficiente de Uniformidad y Cc el coeficiente de Curvatura

CLASIFICACIÓN S.U.C.S	SC	DESCRIPCIÓN:	ARENA ARCILLOSA	COLOR	GRIS OSCURO

OBSERVACIONES:

REALIZÓ: **Jainner Camacho** — Aux. Laboratorio

VoBo **Maria Paula Barragán** — Sup. Laboratorio

INGECONSULTA INGENIERÍA CIVIL NIT. 829.000.737-7

Los resultados del presente informe son confidenciales y no pueden ser reproducidos sin autorización de ingeconsulta SAS
Ingeconsulta SAS. Calle 50 No 19-77, Barrancabermeja, Santander. Email Ingeconsultasas1@hotmail.com

INGECONSULTA SAS		
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	INSPECCIÓN DE TRÁNSITO Y TRANSPORTE DE BARRANCABERMEJA
	Determinación del contenido de agua (Humedad Natural) en suelos I.N.V.E 122- 2012	
	Determinación del Límite Líquido de los suelos I.N.V.E 125 - 2012	
	Límite Plástico e Indice de Plasticidad de los suelos I.N.V.E 126 - 2012	
	Determinación de los Tamaños de las partículas de los suelo (Granulometría) I.N.V.E	Código: F-PS-15
	Clásificación de suelos, Sistema SUCS	Versión: 2 Página 1/1

CLIENTE: INSPECCIÓN DE TRÁNSITO Y TRANSPORTE DE BARRANCABERMEJA **PROYECTO:** ESTUDIO DE SUELOS ADICIÓN TRÁNSITO

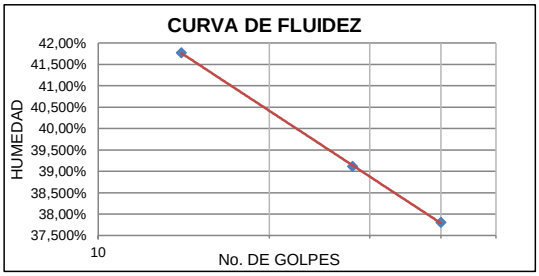
LOCALIZACIÓN: Cra 1A 50-12, SECTOR COMERCIAL **UBICACIÓN SONDEO :** N:7°3'610" W:73°52'460"

MUESTRA No: 7y8 **SONDEO No.:** 2 **PROFUNDIDAD (m):** 3,25 A 4,15 **FECHA:** 21/02/2023

Determinación del Límite Plástico, Límite líquido, La humedad e Indice Plástico y de Liquidez.

DESCRIPCIÓN	HUMEDADES							
	LIMITE PLÁSTICO (L.P.)			LIMITE LIQUIDO (L.L)			NATURAL (w)	
ENSAYO No.:	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**
RECIPIENTE No.:	**E12**	**E13**	**H12**	**V11**	**V6**	**V22**	**H2**	
No. DE GOLPES:	**N/A**	**N/A**	**N/A**	**14**	**28**	**40**	**N/A**	
$W_r + W_h$ [g]:	26,66	25,12	24,22	18,90	20,34	19,18	250,36	
$W_r + W_s$ [g]:	25,74	24,29	23,50	16,21	17,52	16,70	220,06	
W_r [g]:	19,80	19,36	19,12	9,77	10,31	10,14	16,69	
W_w [g]:	0,92	0,83	0,72	2,69	2,82	2,48	30,30	
W_s [g]:	5,94	4,93	4,38	6,44	7,21	6,56	203,37	
w:	**15,49%**	**16,84%**	**16,44%**	**41,77%**	**39,11%**	**37,80%**	**14,90%**	

Notas: Wr = Peso del recipiente, Wh = Peso humedo del suelo, Ww = Peso del agua, Ws = Peso de los solidos. El ensayo de Límite Líquido, se hizo de acuerdo al procedimiento A. Los rollos de masa de suelo en el ensayo del límite plástico se realizaronpor el método manual.



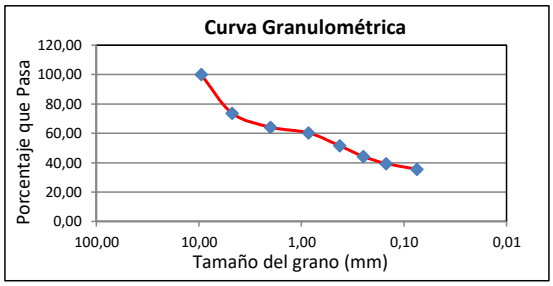
RESULTADOS HUMEDAD, LIMITES LIQUIDO Y PLÁSTCO E INDICE PLÁSTICO	
Humedad Natural w (%) =	14,90
Límite Líquido L.L (%) =	39,53
Límite Plástico L.P (%) =	16,25
Indice Plasticidad I.P (%) =	23,28
Cálculo Ïndice de Liquidez (Si aplica):	
Indice de Liquidez IL (%) =	
Consistencia, según I.L =	

DATOS ENSAYO TAMAÑO PARTÍCULAS

Peso húmedo Muestra Whm (g) =	247,12
Peso seco muestra Wsm (g) =	210,30

TAMIZ		W_{ret}	Porcentaje			Resultados	
No	mm	gramos	Reten.	Acumul.	Pasa	Tamiz	%pasa
3"	75,00	0,00	0,00	0,00	100,00		
2"	50,00	0,00	0,00	0,00	100,00		
1 1/2	37,50	0,00	0,00	0,00	100,00		
1"	25,00	0,00	0,00	0,00	100,00		
3/4"	19,00	0,00	0,00	0,00	100,00		
3/8"	9,50	0,00	0,00	0,00	100,00	9,50	**100,00**
4	4,75	55,21	26,25	26,25	73,75	4,75	**73,75**
10	2,00	20,13	9,57	35,82	64,18	2,00	**64,18**
20	0,85	8,16	3,88	39,70	60,30	0,85	**60,30**
40	0,43	18,44	8,77	48,47	51,53	0,43	**51,53**
60	0,25	15,22	7,24	55,71	44,29	0,25	**44,29**
140	0,15	10,22	4,86	60,57	39,43	0,15	**39,43**
200	0,08	8,03	3,82	64,39	35,61	0,08	**35,61**
FONDO		0,24			-		
Suma pesos ret. =		**135,65**	Perdida de material (%) =		35,50	< 2% ; Ok.	

Nota : El tamiz utililizado para separación de partículas fue el No 200



RESUMEN RESULTADOS ANÁLISIS DE TAMIZADO DE LA FRACCIÓN RETENIDA EN EL TAMIZ No 200			
Tamaño Máximo (mm) =	9,50	**Grava % =**	**26,25**
Grava Gruesa %	0,00	**Arena % =**	**38,14**
Grava media %	0,00	**Finos % =**	**35,61**
Grava Fina %	26,25	Diámetros efectivos (mm):	
Arena Gruesa %	9,57	D10 =	D30 =
Arena media %	12,65	D50 =	D60 =
Arena Fina %	15,92	Coeficientes :	Cu =
Finos %	35,61		Cc =

Nota : Cu es el coeficiente de Uniformidad y Cc el coeficiente de Curvatura

CLASIFICACIÓN S.U.C.S	SC	DESCRIPCIÓN:	ARENA ARCILLOSA	COLOR	CAFÉ OSCURO

OBSERVACIONES:

REALIZÓ: **Jainner Camacho** Laboratorista

VoBo **Maria Paula Barragán** Sup. Laboratorio

INGECONSULTA -INGENIERÍA CIVIL- NIT. 829.000.737-7

Los resultados del presente informe son confidenciales y no pueden ser reproducidos sin autorización de ingeconsulta SAS

INGECONSULTA S.A.S	**INGECONSULTA SAS** **LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**	**INSPECCIÓN DE TRÁNSITO Y TRANSPORTE DE BARRANCABERMEJA**
	Determinación del contenido de agua (Humedad Natural) en suelos I.N.V.E 122- 2012	
	Determinación del Límite Líquido de los suelos I.N.V.E 125 - 2012	
	Límite Plástico e Indice de Plasticidad de los suelos I.N.V.E 126 - 2012	
	Determinación de los Tamaños de las partículas de los suelo (Granulometría) I.N.V.E	Código: F-PS-15
	Clásificación de suelos, Sistema SUCS	Versión: 2 Página 1/1

CLIENTE: INSPECCIÓN DE TRÁNSITO Y TRANSPORTE DE BARRANCABERMEJA **PROYECTO:** ESTUDIO DE SUELOS ADICIÓN TRÁNSITO

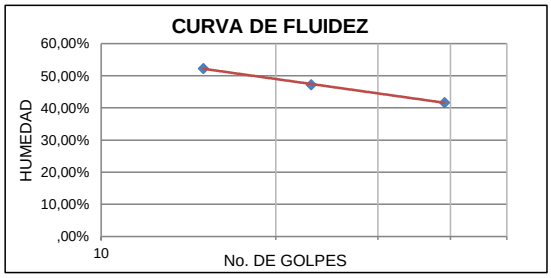
LOCALIZACIÓN: Cra 1A 50-12, SECTOR COMERCIAL **UBICACIÓN SONDEO :** N:7°3'610" W:73°52'460"

MUESTRA No: 9y10 **SONDEO No.:** 2 **PROFUNDIDAD (m):** 4,15 A 5,05 **FECHA:** 21/02/2023

Determinación del Límite Plástico, Límite líquido, La humedad e Indice Plástico y de Liquidez.

DESCRIPCIÓN	HUMEDADES							
	LIMITE PLÁSTICO (L.P.)			LIMITE LIQUIDO (L.L)			NATURAL (w)	
ENSAYO No.:	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**
RECIPIENTE No.:	**X7**	**X4**	**W7**	**X9**	**W3**	**V3**	**X9**	
No. DE GOLPES:	**N/A**	**N/A**	**N/A**	**15**	**23**	**39**	**N/A**	
$W_r + W_h$ [g]:	16,87	20,38	21,98	24,56	22,02	25,20	415,82	
$W_r + W_s$ [g]:	15,25	18,04	19,23	21,90	20,02	23,37	355,60	
W_r [g]:	7,76	7,82	7,70	16,81	15,79	18,98	118,47	
W_w [g]:	1,62	2,34	2,75	2,66	2,00	1,83	60,22	
W_s [g]:	7,49	10,22	11,53	5,09	4,23	4,39	237,13	
w:	**21,63%**	**22,90%**	**23,85%**	**52,26%**	**47,28%**	**41,69%**	**25,40%**	

Notas: Wr = Peso del recipiente, Wh = Peso humedo del suelo, Ww = Peso del agua, Ws = Peso de los solidos. El ensayo de Límite Líquido, se hizo de acuerdo al procedimiento A. Los rollos de masa de suelo en el ensayo del límite plástico se realizaronpor el método manual.



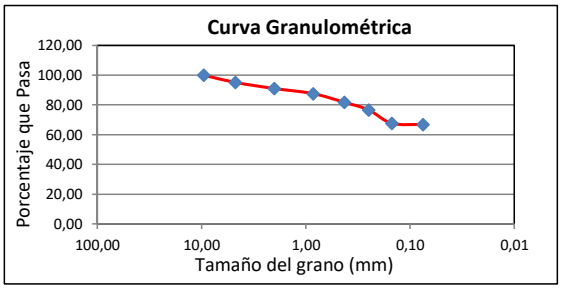
RESULTADOS HUMEDAD, LIMITES LIQUIDO Y PLÁSTCO E INDICE PLÁSTICO	
Humedad Natural w (%) =	25,40
Límite Líquido L.L (%) =	46,33
Límite Plástico L.P (%) =	22,79
Indice Plasticidad I.P (%) =	23,53
Cálculo Ïndice de Liquidez (Si aplica):	
Indice de Liquidez IL (%) =	0,11
Consistencia, según I.L =	*Suelo en estado Plástico*

DATOS ENSAYO TAMAÑO PARTÍCULAS

Peso húmedo Muestra Whm (g) =	300,25
Peso seco muestra Wsm (g) =	224,00

TAMIZ		W_{ret}	Porcentaje			Resultados	
No	mm	gramos	Reten.	Acumul.	Pasa	Tamiz	%pasa
3"	75,00	0,00	0,00	0,00	100,00		
2"	50,00	0,00	0,00	0,00	100,00		
1 1/2	37,50	0,00	0,00	0,00	100,00		
1"	25,00	0,00	0,00	0,00	100,00		
3/4"	19,00	0,00	0,00	0,00	100,00		
3/8"	9,50	0,00	0,00	0,00	100,00	9,50	**100,00**
4	4,75	10,92	4,87	4,87	95,13	4,75	**95,13**
10	2,00	9,23	4,12	9,00	91,00	2,00	**91,00**
20	0,85	7,63	3,41	12,40	87,60	0,85	**87,60**
40	0,43	13,21	5,90	18,30	81,70	0,43	**81,70**
60	0,25	11,23	5,01	23,31	76,69	0,25	**76,69**
140	0,15	20,20	9,02	32,33	67,67	0,15	**67,67**
200	0,08	2,01	0,90	33,23	66,77	0,08	**66,77**
FONDO		0,28	0,12		-		
Suma pesos ret. =		**74,71**	Perdida de material (%) =			66,65 < 2% ; Ok.	

Nota : El tamiz utililizado para separación de partículas fue el No 200



RESUMEN RESULTADOS ANÁLISIS DE TAMIZADO DE LA FRACCIÓN RETENIDA EN EL TAMIZ No 200			
Tamaño Máximo (mm) =	9,50	**Grava % =**	**4,87**
Grava Gruesa %	0,00	**Arena % =**	**28,35**
Grava media %	0,00	**Finos % =**	**66,77**
Grava Fina %	4,87	Diámetros efectivos (mm):	
Arena Gruesa %	4,12	D10 =	D30 =
Arena media %	9,30	D50 =	D60 =
Arena Fina %	14,93	Coeficientes :	Cu =
Finos %	66,77		Cc =

Nota : Cu es el coeficiente de Uniformidad y Cc el coeficiente de Curvatura

CLASIFICACIÓN S.U.C.S	CL	DESCRIPCIÓN:	ARCILLA INORGANICA DE MEDIA A BAJA PLASTICIDAD	COLOR	BEIGE ROJIZO

OBSERVACIONES:

REALIZÓ: **Jainner Camacho** Laboratorista

VoBo **Maria Paula Barragán** Sup. Laboratorio

INGECONSULTA -INGENIERIA CIVIL- NIT. 829.000.737-7

Los resultados del presente informe son confidenciales y no pueden ser reproducidos sin autorización de ingeconsulta SAS
Ingeconsulta SAS. Calle 50 No 19-77, Barrancabermeja, Santander. Email Ingeconsultasas1@hotmail.com

INGECONSULTA S.A.S	**INGECONSULTA SAS**		
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS		**INSPECCIÓN DE TRÁNSITO Y TRANSPORTE DE BARRANCABERMEJA**
	Determinación del contenido de agua (Humedad Natural) en suelos I.N.V.E 122- 2012		
	Determinación del Límite Líquido de los suelos I.N.V.E 125 - 2012		
	Límite Plástico e Indice de Plasticidad de los suelos I.N.V.E 126 - 2012		
	Determinación de los Tamaños de las partículas de los suelo (Granulometría) I.N.V.E	Código:	F-PS-15
	Clásificación de suelos, Sistema SUCS	Versión: 2	Página 1/1

CLIENTE: INSPECCIÓN DE TRÁNSITO Y TRANSPORTE DE BARRANCABERMEJA **PROYECTO:** ESTUDIO DE SUELOS ADICIÓN TRÁNSITO

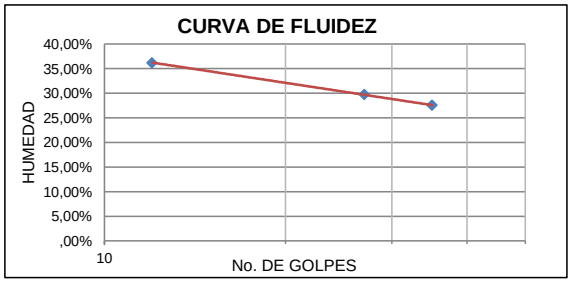
LOCALIZACIÓN: Cra 1A 50-12, SECTOR COMERCIAL **UBICACIÓN SONDEO :** N:7°3'610" W:73°52'460"

MUESTRA No: 13Y14 **SONDEO No.:** 2 **PROFUNDIDAD (m):** 7,00 A 7,90 **FECHA:** 21/02/2023

Determinación del Límite Plástico, Límite líquido, La humedad e Indice Plástico y de Liquidez.

DESCRIPCIÓN	HUMEDADES							
	LIMITE PLÁSTICO (L.P.)			LIMITE LIQUIDO (L.L)			NATURAL (w)	
ENSAYO No.:	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**
RECIPIENTE No.:	**W12**	**E17**	**H2**	**E12**	**E44**	**E24**	**E42**	
No. DE GOLPES:	**N/A**	**N/A**	**N/A**	**12**	**27**	**35**	**N/A**	
$W_r + W_h$ [g]:	20,66	16,87	16,88	20,83	19,70	18,83	213,69	
$W_r + W_s$ [g]:	19,90	15,81	15,89	18,02	17,50	16,80	190,83	
W_r [g]:	15,52	9,81	10,22	10,26	10,10	9,43	26,89	
W_w [g]:	0,76	1,06	0,99	2,81	2,20	2,03	22,86	
W_s [g]:	4,38	6,00	5,67	7,76	7,40	7,37	163,94	
w:	**17,35%**	**17,67%**	**17,46%**	**36,21%**	**29,73%**	**27,54%**	**13,94%**	

Notas: Wr = Peso del recipiente, Wh = Peso humedo del suelo, Ww = Peso del agua, Ws = Peso de los solidos. El ensayo de Límite Líquido, se hizo de acuerdo al procedimiento A. Los rollos de masa de suelo en el ensayo del límite plástico se realizaronpor el método manual.



1

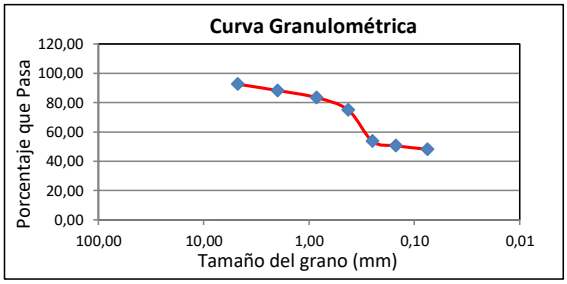
RESULTADOS HUMEDAD, LIMITES LIQUIDO Y PLÁSTCO E INDICE PLÁSTICO	
Humedad Natural w (%) =	13,94
Límite Líquido L.L (%) =	30,13
Límite Plástico L.P (%) =	17,49
Indice Plasticidad I.P (%) =	12,63
Cálculo Índice de Liquidez (Si aplica):	
Indice de Liquidez IL (%) =	
Consistencia, según I.L =	

DATOS ENSAYO TAMAÑO PARTÍCULAS

Peso húmedo Muestra Whm (g) =	273,72
Peso seco muestra Wsm (g) =	235,55

TAMIZ		W_{ret}	Porcentaje			Resultados	
No	mm	gramos	Reten.	Acumul.	Pasa	Tamiz	%pasa
3"	75,00	0,00	0,00	0,00	100,00		
2"	50,00	0,00	0,00	0,00	100,00		
1 1/2	37,50	0,00	0,00	0,00	100,00		
1"	25,00	0,00	0,00	0,00	100,00		
3/4"	19,00	0,00	0,00	0,00	100,00		
3/8"	9,50	0,00	0,00	0,00	100,00	9,50	**100,00**
4	4,75	17,50	7,43	7,43	92,57	4,75	**92,57**
10	2,00	10,13	4,30	11,73	88,27	2,00	**88,27**
20	0,85	11,41	4,84	16,57	83,43	0,85	**83,43**
40	0,43	20,03	8,50	25,08	74,92	0,43	**74,92**
60	0,25	50,26	21,34	46,41	53,59	0,25	**53,59**
140	0,15	7,18	3,05	49,46	50,54	0,15	**50,54**
200	0,08	5,67	2,41	51,87	48,13	0,08	**48,13**
FONDO		0,40			-		
Suma pesos ret. =		**85,12**	Perdida de material (%) =			63,86 < 2% ; Ok.	

Nota : El tamiz utililizado para separación de partículas fue el No 200



RESUMEN RESULTADOS ANÁLISIS DE TAMIZADO DE LA FRACCIÓN RETENIDA EN EL TAMIZ No 200			
Tamaño Máximo (mm) =	9,50	**Grava % =**	**7,43**
Grava Gruesa %	0,00	**Arena % =**	**44,44**
Grava media %	0,00	**Finos % =**	**48,13**
Grava Fina %	7,43	Diámetros efectivos (mm):	
Arena Gruesa %	4,30	D10 =	D30 =
Arena media %	13,35	D50 =	D60 =
Arena Fina %	26,79	Coeficientes :	Cu =
Finos %	48,13		Cc =

Nota : Cu es el coeficiente de Uniformidad y Cc el coeficiente de Curvatura

CLASIFICACIÓN S.U.C.S	SC	DESCRIPCIÓN:	ARENA ARCILLOSA	COLOR	GRIS OSCURO

OBSERVACIONES:

REALIZÓ: **Jainner Camacho** Aux. Laboratorio

VoBo **Maria Paula Barragán** Sup. Laboratorio

INGECONSULTA -INGENIERÍA CIVIL- NIT. 829.000.737-7

Los resultados del presente informe son confidenciales y no pueden ser reproducidos sin autorización de ingeconsulta SAS
Ingeconsulta SAS. Calle 50 No 19-77, Barrancabermeja, Santander. Email Ingeconsultasas1@hotmail.com

INGECONSULTA SAS		
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS	INSPECCIÓN DE TRÁNSITO Y TRANSPORTE DE BARRANCABERMEJA
	Determinación del contenido de agua (Humedad Natural) en suelos I.N.V.E 122- 2012	
	Determinación del Límite Líquido de los suelos I.N.V.E 125 - 2012	
	Límite Plástico e Indice de Plasticidad de los suelos I.N.V.E 126 - 2012	
	Determinación de los Tamaños de las partículas de los suelo (Granulometría) I.N.V.E 123	Código: F-PS-15
	Clásificación de suelos, Sistema SUCS	Versión: 2 Página 1/1

CLIENTE: INSPECCION DE TRANSITO Y TRANSPORTE DE BARRANCABERMEJA **PROYECTO:** ESTUDIO DE SUELOS ADICIÓN TRÁNSITO

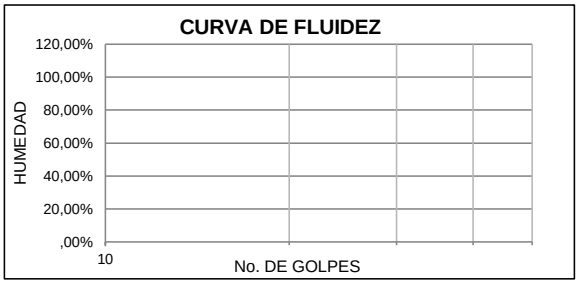
LOCALIZACIÓN: Cra 1A 50-12, SECTOR COMERCIAL **UBICACIÓN SONDEO :** N:7°3'610" W:73°52'460"

MUESTRA No: 15Y16 **SONDEO No.:** 2 **PROFUNDIDAD (m):** 8,90 A 9,80 **FECHA:** 21/02/2023

Determinación del Límite Plástico, Límite líquido, La humedad e Indice Plástico y de Liquidez.

DESCRIPCIÓN	HUMEDADES			
	LIMITE PLÁSTICO (L.P.)	LIMITE LIQUIDO (L.L)	NATURAL (w)	
ENSAYO No.:			**1**	**2**
RECIPIENTE No.:			**N5**	
No. DE GOLPES:			**N/A**	
$W_r + W_h$ [g]:			941,41	
$W_r + W_s$ [g]:	**NP**	**NL**	881,50	
W_r [g]:			107,49	
W_w [g]:			59,91	
W_s [g]:			774,01	
w:			**7,74%**	

Notas: Wr = Peso del recipiente, Wh = Peso humedo del suelo, Ww = Peso del agua, Ws = Peso de los solidos. El ensayo de Límite Líquido, se hizo de acuerdo al procedimiento A. Los rollos de masa de suelo en el ensayo del límite plástico se realizaronpor el método manual.



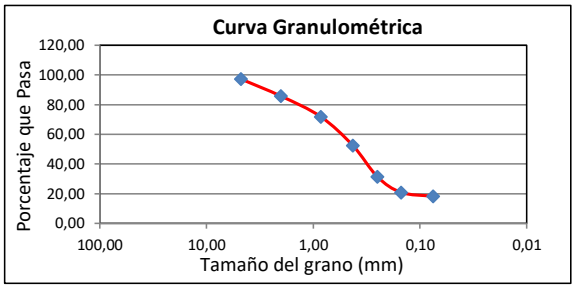
RESULTADOS HUMEDAD, LIMITES LIQUIDO Y PLÁSTCO E INDICE PLÁSTICO	
Humedad Natural w (%) =	7,74
Límite Líquido L.L (%) =	
Límite Plástico L.P (%) =	
Indice Plasticidad I.P (%) =	
Cálculo Índice de Liquidez (Si aplica):	
Indice de Liquidez IL (%) =	
Consistencia, según I.L =	

DATOS ENSAYO TAMAÑO PARTÍCULAS

Peso húmedo Muestra Whm (g) =	744,26
Peso seco muestra Wsm (g) =	686,65

TAMIZ		W_{ret}	Porcentaje			Resultados	
No	mm	gramos	Reten.	Acumul.	Pasa	Tamiz	%pasa
3"	75,00	0,00	0,00	0,00	100,00		
2"	50,00	0,00	0,00	0,00	100,00		
1 1/2	37,50	0,00	0,00	0,00	100,00		
1"	25,00	0,00	0,00	0,00	100,00		
3/4"	19,00	0,00	0,00	0,00	100,00		
3/8"	9,50	0,00	0,00	0,00	100,00	9,50	**100,00**
4	4,75	19,13	2,79	2,79	97,21	4,75	**97,21**
10	2,00	79,02	11,51	14,29	85,71	2,00	**85,71**
20	0,85	95,02	13,84	28,13	71,87	0,85	**71,87**
40	0,43	133,59	19,46	47,59	52,41	0,43	**52,41**
60	0,25	144,69	21,07	68,66	31,34	0,25	**31,34**
140	0,15	71,95	10,48	79,14	20,86	0,15	**20,86**
200	0,08	18,34	2,67	81,81	18,19	0,08	**18,19**
FONDO		0,91			-		
Suma pesos ret. =		**562,65**	Perdida de material (%) =			18,06 < 2% ; Ok.	

Nota : El tamiz utililizado para separación de partículas fue el No 200



RESUMEN RESULTADOS ANÁLISIS DE TAMIZADO DE LA FRACCIÓN RETENIDA EN EL TAMIZ No 200			
Tamaño Máximo (mm) =	9,50	**Grava % =**	**2,79**
Grava Gruesa %	0,00	**Arena % =**	**79,02**
Grava media %	0,00	**Finos % =**	**18,19**
Grava Fina %	2,79	Diámetros efectivos (mm):	
Arena Gruesa %	11,51	D10 =	D30 =
Arena media %	33,29	D50 =	D60 =
Arena Fina %	34,22	Coeficientes :	Cu =
Finos %	18,19		Cc =

Nota : Cu es el coeficiente de Uniformidad y Cc el coeficiente de Curvatura

CLASIFICACIÓN S.U.C.S	SC	DESCRIPCIÓN:	ARENA ARCILLOSA	COLOR	GRIS OSCURO

OBSERVACIONES:

REALIZÓ: **Jainner Camacho** Aux. Laboratorio

VoBo **Maria Paula Barragán** Sup. Laboratorio

INGECONSULTA -INGENIERÍA CIVIL- NIT. 829.000.737-7

Los resultados del presente informe son confidenciales y no pueden ser reproducidos sin autorización de ingeconsulta SAS
Ingeconsulta SAS. Calle 50 No 19-77, Barrancabermeja, Santander. Email Ingeconsultasas1@hotmail.com

INGECONSULTA SAS		
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS		INSPECCIÓN DE TRÁNSITO Y TRANSPORTE DE BARRANCABERMEJA
Determinación del contenido de agua (Humedad Natural) en suelos I.N.V.E 122- 2012		
Determinación del Límite Líquido de los suelos I.N.V.E 125 - 2012		
Límite Plástico e Indice de Plasticidad de los suelos I.N.V.E 126 - 2012		
Determinación de los Tamaños de las partículas de los suelo (Granulometría) I.N.V.E 123 -	Código:	F-PS-15
Clásificación de suelos, Sistema SUCS	Versión: 2	Página 1/1

CLIENTE: INSPECCION DE TRANSITO Y TRANSPORTE DE BARRANCABERMEJA **PROYECTO:** ESTUDIO DE SUELOS ADICIÓN TRÁNSITO

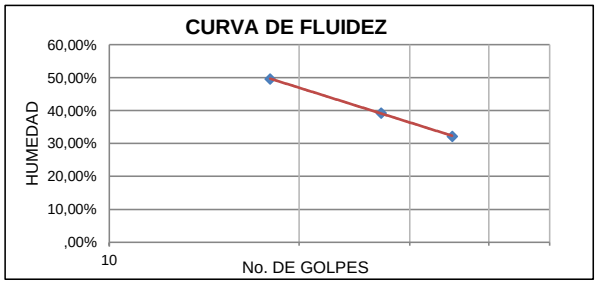
LOCALIZACIÓN: Cra 1A 50-12, SECTOR COMERCIAL **UBICACIÓN SONDEO :** N:7°3'610" W:73°52'460"

MUESTRA No: 17 **SONDEO No.:** 2 **PROFUNDIDAD (m):** 10,80 A 11,25 **FECHA:** 21/02/2023

Determinación del Límite Plástico, Límite líquido, La humedad e Indice Plástico y de Liquidez.

DESCRIPCIÓN	HUMEDADES							
	LIMITE PLÁSTICO (L.P.)			LIMITE LIQUIDO (L.L)			NATURAL (w)	
ENSAYO No.:	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**
RECIPIENTE No.:							**L8**	
No. DE GOLPES:	**N/A**	**N/A**	**N/A**	**18**	**27**	**35**	**N/A**	
$W_r + W_h$ [g]:	12,35	12,17	11,98	22,65	26,41	28,11	193,08	
$W_r + W_s$ [g]:	11,68	11,52	11,36	20,14	24,39	25,89	173,78	
W_r [g]:	7,45	7,39	7,32	15,08	19,25	19,00	42,55	
W_w [g]:	0,67	0,65	0,62	2,51	2,02	2,22	19,30	
W_s [g]:	4,23	4,14	4,04	5,06	5,14	6,89	131,23	
w:	**15,84%**	**15,60%**	**15,35%**	**49,60%**	**39,30%**	**32,22%**	**14,71%**	

Notas: Wr = Peso del recipiente, Wh = Peso humedo del suelo, Ww = Peso del agua, Ws = Peso de los solidos. El ensayo de Límite Líquido, se hizo de acuerdo al procedimiento A. Los rollos de masa de suelo en el ensayo del límite plástico se realizaronpor el método manual.



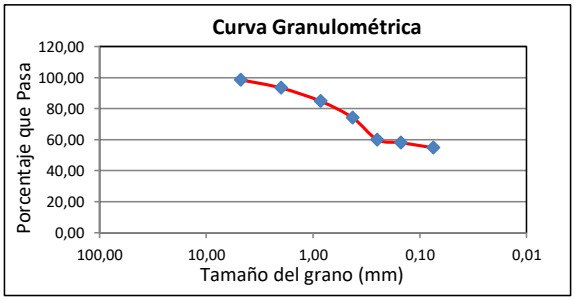
RESULTADOS HUMEDAD, LIMITES LIQUIDO Y PLÁSTCO E INDICE PLÁSTICO	
Humedad Natural w (%) =	14,71
Límite Líquido L.L (%) =	40,48
Límite Plástico L.P (%) =	15,59
Indice Plasticidad I.P (%) =	24,89
Cálculo Índice de Liquidez (Si aplica):	
Indice de Liquidez IL (%) =	-0,04
Consistencia, según I.L =	*Suelo en Estado sólido*

DATOS ENSAYO TAMAÑO PARTÍCULAS

Peso húmedo Muestra Whm (g) =	223,83
Peso seco muestra Wsm (g) =	190,91

TAMIZ		W_{ret}	Porcentaje			Resultados	
No	mm	gramos	Reten.	Acumul.	Pasa	Tamiz	%pasa
3"	75,00	0,00	0,00	0,00	100,00		
2"	50,00	0,00	0,00	0,00	100,00		
1 1/2	37,50	0,00	0,00	0,00	100,00		
1"	25,00	0,00	0,00	0,00	100,00		
3/4"	19,00	0,00	0,00	0,00	100,00		
3/8"	9,50	0,00	0,00	0,00	100,00	9,50	**100,00**
4	4,75	2,82	1,48	1,48	98,52	4,75	**98,52**
10	2,00	9,93	5,20	6,68	93,32	2,00	**93,32**
20	0,85	16,36	8,57	15,25	84,75	0,85	**84,75**
40	0,43	20,37	10,67	25,92	74,08	0,43	**74,08**
60	0,25	26,92	14,10	40,02	59,98	0,25	**59,98**
140	0,15	3,70	1,94	41,96	58,04	0,15	**58,04**
200	0,08	6,27	3,28	45,24	54,76	0,08	**54,76**
FONDO		0,22	0,12		-		
Suma pesos ret. =		**86,59**					

Nota : El tamiz utilizado para separación de partículas fue el No 200



RESUMEN RESULTADOS ANÁLISIS DE TAMIZADO DE LA FRACCIÓN RETENIDA EN EL TAMIZ No 200			
Tamaño Máximo (mm) =	9,50	**Grava % =**	**1,48**
Grava Gruesa %	0,00	**Arena % =**	**43,76**
Grava media %	0,00	**Finos % =**	**54,76**
Grava Fina %	1,48	Diámetros efectivos (mm):	
Arena Gruesa %	5,20	D10 =	D30 =
Arena media %	19,24	D50 =	D60 =
Arena Fina %	19,32	Coeficientes :	Cu =
Finos %	54,76		Cc =

Nota : Cu es el coeficiente de Uniformidad y Cc el coeficiente de Curvatura

CLASIFICACIÓN S.U.C.S	CL	DESCRIPCIÓN:	ARCILLA INORGANICA DE MEDIA A BAJA PLASTICIDAD	COLOR	GRIS OSCURO

OBSERVACIONES:

REALIZÓ: **Jainner Camacho**
Aux. Laboratorio

VoBo **Maria Paula Barragán**
Sup. Laboratorio

INGECONSULTA INGENIERÍA CIVIL NIT. 829.000.737-7

Los resultados del presente informe son confidenciales y no pueden ser reproducidos sin autorización de ingeconsulta SAS
Ingeconsulta SAS. Calle 50 No 19-77, Barrancabermeja, Santander. Email Ingeconsultasas1@hotmail.com

INGECONSULTA S.A.S	**INGECONSULTA S.A.S.** **LABORATORIO MECÁNICO DE SUELOS** **Calle 50 No. 19-77, Barrio Colombia. Tels.: 601 0454** **Barrancabermeja - Santander - Colombia**	**INSPECCIÓN DE TRÁNSITO Y TRANSPORTE DE BARRANCABERMEJA**	
PROYECTO:	ESTUDIO DE SUELOS ADICIÓN TRÁNSITO	**CÓDIGO:**	**F-PS-27**
NOMBRE DE DOCUMENTO:	ENSAYO DE LABORATORIO DETERMINACION DE LA GRAVEDAD O PESO ESPECIFICO DE LOS SUELOS INVE- 128-2013	**REVISIÓN:**	**0**

CLIENTE: INSPECCIÓN DE TRÁNSITO Y TRANSPORTE DE BARRANCABERMEJA

LOCALIZACIÓN: Cra 1A 50-12, SECTOR COMERCIAL **UBICACIÓN** N:7°3'610" W:73°52'460"

SONDEO: 2 **MUESTRA:** 7Y8 **PROFUNDIDA (m) :** 3,25 **A** 4,15 **FECHA:**

PESO ESPECÍFICO DE SOLIDOS

Temperatura de ensayo (°C):	30,2
Coeficiente de corrección por temperatura, K:	0,9974
Masa de los sólidos del suelo secado en el horno (g):	75,15
Masa picnometro + agua a la temperatura de ensayo (g):	691,22
Masa picnómetro + agua + sólidos (g):	738,5
CÁLCULOS	
Peso específico:	2,69

OBSERVACIONES: CLASIFICACION:ARENA ARCILLOSA

REALIZÓ: _____
Laboratorista
Jainner Camacho

REVISÓ: _____
Sup. Laboratorio
Maria Paula Barragán

INGECONSULTA -INGENIERÍA CIVIL-
NIT. 829.000.737-7

INGECONSULTA S.A.S	**INGECONSULTA SAS** **LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**	**INSPECCIÓN DE TRÁNSITO Y TRANSPORTE DE BARRANCABERMEJA**
	DETERMINACION DEL PESO UNITARIO: METODO DE LA PARAFINA	**Codigo:** F-PS-16 **versión:** 1

PROYECTO: ESTUDIO DE SUELOS ADICIÓN TRÁNSITO

CLIENTE: INSPECCIÓN DE TRÁNSITO Y TRANSPORTE DE BARRANCABERMEJA

LOCALIZACIÓN: Cra 1A 50-12, SECTOR COMERCIAL **COORDENDA DEL SONDEO:** N:7°3'610" W:73°52'460"

SONDEO: 2 **MUESTRA No** 13Y14 **PROFUNDIDAD (m):** 7,00 **A** 7,90 **FECHA:** 21/02/2023

INFORMACION DE LA MUESTRA (ESPÉCIMEN)

CONTENIDO DE HUMEDAD (Tabla1)	
No de Ensayo	1
No. de tara	I 19
Peso de la tara	5,97
Peso de la tara + suelo humedo	119,17
Peso de la tara + suelo seco	105,02
Peso del agua	14,15
Peso del suelo seco	99,05
Contenido de humedad (W%)	14,29

Tabla No2	
Tipo de Suelo	**Gs**
Grava	2,65-2,68
Arena	2,64-2,70
Limo	2,67-2,73
Arcilla	2,70-2,90
Turba	1,30-1,90

RELACIONES VOLUMETRICAS		
DATOS PRELIMINARES		
No	No de Ensayo	1
1	Peso de suelo tallado humedo (gr)	40,80
2	Peso de suelo + parafina (gr)	42,15
3	Peso de suelo + parafina (SUMERGIDO) (gr)	20,00
4	Peso de la parafina =(No2)-(No1) (gr)	1,35
5	Peso especifico de la parafina (CONSTANTE)	0,90
6	Volumen de la parafina (No2 - No3) / No5 (cm3)	1,50

RELACIONES VOLUMETRICAS		
No	No de Ensayo	1
7	Volumen del suelo tallado =No3 - No6	18,50
8	Densidad Húmeda =No1/No7	2,21
9	Humedad W% No.0	14,29
10	Peso unitario humedo =(No8*9,81)	21,64
11	Peso unitario seco = No10 / (1+(No9/100))	18,93
12	Gravedad especifica de los solidos (Gs) ver tabla No2	2,64
13	Relacion de vacios e=((No12*9,81*(1+(No9/100)))/(No10))-1	0,56
14	Porosidad n (%) n= (No13 / (1+No13))*100	36,04
15	% Saturacion S= No9*No12/No13	100,00
16	Peso unitario saturado =((No12+No13)*9,81)/(1+No13)	21,64

RESUMEN RESULTADOS			
Características	**UND**	**MUESTRA**	
		SC	
Profundidad	m	7,00	7,90
Peso Unitario Húmedo	(kN/m³)	21,64	
Peso Unitario Seco	(kN/m³)	18,93	
Humedad (w%)	%	14,29	
Relacion de vacios (e)	-	0,56	
Gravedad especifica (Gs)	-	2,64	
% Saturacion (S)	%	100,00	

REALIZÓ: **Jainner Camacho**
Aux. Laboratorista

REVISÓ: **Maria Paula Barragán**
Sup. Laboratorio

INGECONSULTA -INGENIERÍA CIVIL- NIT. 829.000.737-7

ANEXO 3.

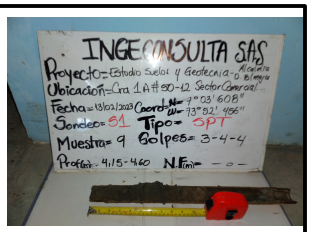
REGISTRO DE PERFORACION.

INGECONSULTA S.A.S.
Calle 50 No 19 - 77 Barrio Colombia
Municipio de Barrancabermeja, Santander
Tel. 7-6010454. Email: ingeconsultasas1@hotmail.com

INGECONSULTA S.A.S

Registro de Perforación
F - PS - 27
Versión 3

Sondeo : 1



CONTRATANTE: INSPECCIÓN DE TRÁNSITO Y TRANSPORTE DE BARRANCABERMEJA
PROYECTO: ESTUDIO DE SUELO ADICIÓN TRÁNSITO
Localización: SECTOR COMERCIAL

Profundidad (m): 12
Cota m.s.n.m:
Nivel freático (m) : 5,5

Ubicación: SECTOR COMERCIAL
Coordenadas Norte:
Coordenada Este:

Elevación	Profundidad (m)	Litología	Clasificación SUCS	Descripción	Muestras	N.F	Datos ensayos de campo	No golpes/pie ó qu (0 10 20 30 40 50 60 70)	Perforación
	0		SC	Arena Arcillosa color café claro de 0 a 1	1		AP (De 0,00 - 1,00 : 0, 0, 0, 0)		EX
	1		SC	Arena Arcillosa color gris oscuro de 1 a 1,9	2Y3		SS(De 1,00 - 1,45 : 2, 2, 3, 5) 5 SS(De 1,45 - 1,90 : 2, 3, 3, 6) 6		
	2		SC	Arena Arcillosa color café de 1,9 a 2,8	4Y5		SS(De 1,90 - 2,35 : 3, 3, 3, 6) 6 SS(De 2,35 - 2,80 : 2, 3, 3, 6) 6		
	3		SC	Arena Arcillosa color café de 2,8 a 3,7	6		SS(De 2,80 - 3,25 : 4, 4, 2, 6) 6 SS(De 3,25 - 3,70 : 3, 3, 2, 5) 5		
	4		SC	Arena Arcillosa color gris oscuro de 3,7 a 4,6	7Y8		SS(De 3,70 - 4,15 : 4, 4, 3, 7) 7 SS(De 4,15 - 4,60 : 3, 4, 4, 8) 8		
	5		CL	Arcilla Inorganica De Media A Baja Plasticidad color naranja de 4,6 a 5,5	9		SS(De 4,60 - 5,05 : 4, 5, 5, 10) 10 SS(De 5,05 - 5,50 : 5, 4, 6, 10) 10		
			CL	Arcilla Inorganica De Media A Baja Plasticidad color café de 5,5 a 6	12		SS(De 5,50 - 6,00 : 8, 9, 9, 18) 18		
	6		SC	Arena Arcillosa color café de 6 a 7	-		AV (De 6,00 - 7,00 : 0, 0, 0, 0)		SS
	7		CL	Arcilla Inorganica De Media A Baja Plasticidad color café de 7 a 7,9	13Y14		SS(De 7,00 - 7,45 : 11, 10, 13, 23) 23 SS(De 7,45 - 7,90 : 10, 11, 13, 24) 24		
	8		SC	Arena Arcillosa color café de 7,9 a 8,9	-		AV (De 7,90 - 8,90 : 0, 0, 0, 0)		
	9		SC	Arena Arcillosa color café de 8,9 a 9,8	15Y16		SS(De 8,90 - 9,35 : 12, 13, 12, 25) 25 SS(De 9,35 - 9,80 : 14, 17, 18, 35) 35		
	10		SC	Arena Arcillosa color café de 9,8 a 10,8	-		AV (De 9,80 - 10,80 : 0, 0, 0, 0)		
	11		SC	Arena Arcillosa color café de 10,8 a 12	17Y18		SS(De 10,80 - 11,25 : 18, 19, 20, 39) 39 SS(De 11,25 - 12,00 : 23, 24, 25, 49) 49		
	12								

Convenciones
- N campo, SPT
- N/A, No aplica
- N/E, No especificado
- Nivel Freático

Muestreadores
- Shelby
- Rotación
- Split S.
- Wequipo
- Barreno
- Exc. Manual

Personal de campo
Perforador: JAIDER CASTAÑEDA
Supervisor: CARLOS BENJUMEA

Trabajo de Oficina
Digitó: JAINNER CAMACHO
Revisó: PAULA BARRAGAN
Fecha: 44958

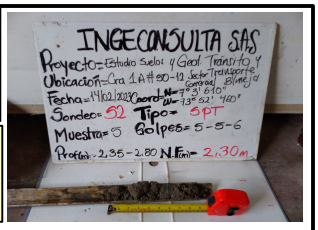
Datos Perforación
Fecha Inicio: 44971
Fecha Final: 44971
Estabiliz.:
Diám. Perf. (cm):

INGECONSULTA S.A.S.
Calle 50 No 19 - 77 Barrio Colombia
Municipio de Barrancabermeja, Santander
Tel. 7-6010454. Email: ingeconsultasas1@hotmail.com

INGECONSULTA S.A.S

Registro de Perforación
F - PS - 27
Versión 3

Sondeo : 2



CONTRATANTE: INSPECCIÓN DE TRÁNSITO Y TRANSPORTE DE BARRANCABERMEJA
PROYECTO: ESTUDIO DE SUELOS ADICIÓN TRÁNSITO
Localización: SECTOR COMERCIAL

Profundidad (m): 12,15
Cota m.s.n.m:
Nivel freático (m) : 2,3

Ubicación: SECTOR COMERCIAL
Coordenadas Norte:
Coordenada Este:

Elevación	Profundidad (m)	Litología	Clasificación SUCS	Descripción	Muestras	N.F	Datos ensayos de campo	No golpes/pie ó qu (0 10 20 30 40 50 60 70)	Perforación
	0		SC	Arena Arcillosa color café oscuro de 0 a 1	1		AP (De 0,00 - 1,00 : 0, 0, 0, 0)		EX
	1		SC	Arena Arcillosa color café de 1 a 1,9	2Y3		SS(De 1,00 - 1,45 : 5, 3, 3, 6) SS(De 1,45 - 1,90 : 3, 4, 3, 7)	6 7	
	2		SC	Arena Arcillosa color café de 1,9 a 2,8	4Y5		SS(De 1,90 - 2,35 : 4, 5, 5, 10) SS(De 2,35 - 2,80 : 5, 5, 6, 11)	10 11	
	3		SC	Arena Arcillosa color gris oscuro de 2,8 a 3,25	6		SS(De 2,80 - 3,25 : 7, 6, 5, 11)	11	
	4		SC	Arena Arcillosa color café oscuro de 3,25 a 4,15	7Y8		SS(De 3,25 - 3,70 : 6, 6, 7, 13) SS(De 3,70 - 4,15 : 8, 8, 8, 16)	13 16	
			CL	Arcilla Inorganica De Media A Baja Plasticidad color naranja manchas grises de 4,15 a 5,05	9Y10		SS(De 4,15 - 4,60 : 9, 8, 7, 15) SS(De 4,60 - 5,05 : 10, 9, 9, 18)	15 18	
	5		SC	Arena Arcillosa color beige rojizo de 5,05 a 6	11Y12		SS(De 5,05 - 5,50 : 10, 7, 8, 15) SS(De 5,50 - 6,00 : 16, 15, 17, 32)	15 32	
	6		SC	Arena Arcillosa color beige rojizo de 6 a 7	-		AV (De 6,00 - 7,00 : 0, 0, 0, 0)		SS
	7		SC	Arena Arcillosa color café oscuro de 7 a 7,9	13Y14		SS(De 7,00 - 7,45 : 12, 11, 13, 24) SS(De 7,45 - 7,90 : 15, 16, 17, 33)	24 33	
	8		SC	Arena Arcillosa color café oscuro de 7,9 a 8,9	-		AV (De 7,90 - 8,90 : 0, 0, 0, 0)		
	9		SC	Arena Arcillosa color gris oscuro de 8,9 a 9,8	15Y16		SS(De 8,90 - 9,35 : 19, 18, 19, 37) SS(De 9,35 - 9,80 : 19, 21, 22, 43)	37 43	
	10		SC	Arena Arcillosa color gris oscuro de 9,8 a 10,8	-		AV (De 9,80 - 10,80 : 0, 0, 0, 0)		
	11		CL	Arcilla Inorganica De Media A Baja Plasticidad color gris oscuro de 10,8 a 11,25	17		SS(De 10,80 - 11,25 : 18, 19, 19, 38)	38	
			CL	Arcilla Inorganica De Media A Baja Plasticidad color gris oscuro de 11,25 a 12,15	18Y19		SS(De 11,25 - 11,70 : 18, 22, 23, 45) SS(De 11,70 - 12,15 : 23, 24, 27, 51)	45 51	
	12								

Convenciones
- N campo, SPT
- N/A, No aplica
- N/E, No especificado
- Nivel Freático

Muestreadores
- Shelby
- Rotación
- Split S.
- Wequipo
- Barreno
- Exc. Manual

Personal de campo
Perforador: JAIDER CASTAÑEDA
Supervisor: CARLOS BENJUMEA

Trabajo de Oficina
Digitó: JAINNER CAMACHO
Revisó: PAULA BARRAGAN
Fecha: 44958

Datos Perforación
Fecha Inicio: 44971
Fecha Final: 44971
Estabiliz.:
Diám. Perf. (cm):

ANEXO 4.

PARAMETROS GEOMECANICOS DE LOS PERFILES DE DISEÑO.

ANEXO 4. ESTIMACION PARAMETROS GEOMECANICOS DE LOS PERFILES DE DISEÑO

4.1 PERFIL DE DISEÑO

4.1.1 RESUMEN CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL SUELO Y ADOPCIÓN DE PARÁMETROS VOLUMÉTRICOS EN EL PERFIL DE DISEÑO

PROYECTO:	**ESTUDIO DE SUELOS ADICIÓN TRÁNSITO DE BARRANCABERMEJA**	**LOCALIZACION**	S1	**NIVEL FREATICO DE DISEÑO**	**2,30**
PEFIL DE DISEÑO	**ZONA 1**	**PROFUNDIDAD TOTAL (m)**	**12,00**	**No DE HOJAS**	Seis

Propiedades Físicas e indices de los suelos

Estrato No	Perfil Estratigráfico	Clasif. Suelo SUCS	Tipo de suelo C / G	letra Inicial Clasif. suelo	Profundidad De m	Profundidad a m	Espesor Estrato m	% FINOS	Humedad w %	Límite líquido L.L	Límite Plástico L.P	Indice Plástico I.P
1	Arena arcillosa color café	SC	G	S	0,00	1,00	1,00	24,89	14,56	27,46	15,82	11,65
2	Arena arcillosa color café	SC	G	S	1,00	4,60	3,60	26,24	21,07	30,80	20,01	10,79
3	Arcilla inorgánica color café	CL	C	C	4,60	5,50	0,90	55,66	20,48	26,13	14,73	11,40
4	Arena arcillosa color café	SC	G	S	5,50	9,35	3,85	48,10	18,27	33,09	19,48	13,60
5	Arena arcillosa color café	SC	G	S	9,35	12,00	2,65	41,29	19,57	37,55	17,81	19,74

Características geomecánicas, determinadas en campo o laboratorio

Estrato No	Perfil Estratigráfico	Clasif. Suelo SUCS	Resist. Comp. Simple Cu Kg/cm² Vel. Campo	Torc. Labor	Penetrom.	comp. Simple	Promedio	Corte directo ϕ	Corte directo c' Kpa	Ncampo promedio golpes/pie	N' corregido N.Freático
1	Arena arcillosa color café	SC								19	19
2	Arena arcillosa color café	SC								4	4
3	Arcilla inorgánica color café	CL								22	22
4	Arena arcillosa color café	SC								38	27
5	Arena arcillosa color café	SC								54	35

Cálculo de Parámetros gravimétricos

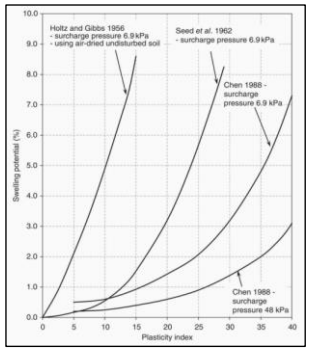
Estrato No	Perfil Estratigráfico	Tipo de Suelo SUCS	Compor. suelo NSR H.2.5	Gravedad especifica[1]	Peso Húm Laboratorio KN/m3	Peso seco Laboratorio KN/m3	Peso Húmedo[2] S. Granular KN/m3	Peso Húmedo[2] S. fino KN/m3	Peso Húm Resumen KN/m3	Peso seco[3] Resumen KN/m3	Peso Húm. Promedio KN/m3	Peso seco Promedio KN/m3
1	Arena arcillosa color café	SC	Granular	2,67			18,22		18,22	15,91	18,22	15,91
2	Arena arcillosa color café	SC	Granular	2,65			15,33		15,33	12,66	15,33	12,66
3	Arcilla inorgánica color café	CL	Cohesivo	2,80	23,75	20,13		19,07	23,75	20,13	23,75	20,13
4	Arena arcillosa color café	SC	Granular	2,67			20,22		20,22	17,10	20,22	17,10
5	Arena arcillosa color café	SC	Granular	2,67			22,00		22,00	18,40	22,00	18,40

Notas: 1. Gs, adoptada según el tipo de suelo. 2. Interpolado de valores propuestos por Terzaghi y Peck 3. Calculado en función de la humedad

Relaciones gravimetricas calculadas o estimadas

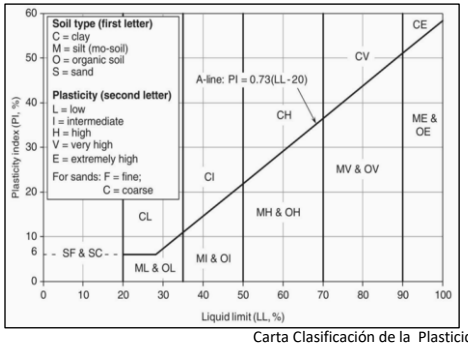
Estrato No	Perfil Estratigráfico	Clasif. Suelo SUCS	Inicial Suelo	Relacion de vacios e	Peso Saturado KN/m3	Relación Poisson[1] u	Porc. De Saturac- S
1	Arena arcillosa color café	SC	S	0,68	19,95	0,35	57,29
2	Arena arcillosa color café	SC	S	1,09	17,89	0,35	51,12
3	Arcilla inorgánica color café	CL	C	0,39	24,55	0,45	100,00
4	Arena arcillosa color café	SC	S	0,49	21,23	0,35	100,00
5	Arena arcillosa color café	SC	S	0,52	22,80	0,35	100,00

Notas: 1. Estimada, según el tipo de suelo



Características suelos

Estrato No	Perfil Estratigráfico	Clasif. Suelo SUCS	Indice Liquidez IL	Estado Suelo fino	Consistencia de los Suelos Finos	Consistencia de los Suelos granulares	Plasticidad Reino Unido B.S.	Potencial Expansión Seed (1962)	Potencial Expansión Chen (1982)
1	Arena arcillosa color café	SC				Densidad Media			
2	Arena arcillosa color café	SC				Muy Suelto			
3	Arcilla inorgánica color café	CL	0,504	plastico	Rígida		Baja	No aplica	Bajo
4	Arena arcillosa color café	SC				Densidad Media			
5	Arena arcillosa color café	SC				Densidad Media			



Carta Clasificación de la Plasticidad, British Estándar, BS

Estrato No	Cálculo Potencial de expansión Seed et al (1962)		Chen (1988)	
1	0,864			
2	0,716			
3	0,819	**No aplica**	0,66	**Bajo**
4	1,261			
5	3,127			

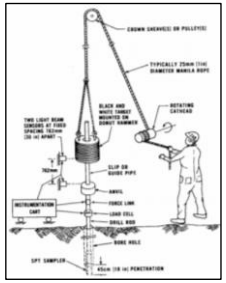
Swelling potential (%)	Description
0–1.5	Low
1.5–5.0	Medium
5.0–25	High
25+	Very high

Burmister

4.2.1.2 CORRECCION DE VALORES DEL ENSAYO DE PENETRACION ESTANDAR AL PERFIL DE DISEÑO

Correción por Energía N_{60} y sobrecapa $N1_{(60)}$

Nivel Freático	2,30	m
Datos del Equipo:		
Tipo de Martillo	Anular	
Energia transferida equipo usado	50	%
Energía de referencia	60	%
Diametro perforación:	2,5-4,5	pulg
Tipo de muestreador	Estandar	



$N_{60}=N_{campo\ corregido\ NF}*C$; $C= C_E*C_R*CS*C_B$; Donde:

C_R = *Correción por longitud de varilla*

C_R = 0,75 ; 0 <= L <= 3 m (Skempton)

C_R = 1/(0,98986+4,3166/(esf. Efect)^2); para Z > 3,0m (Cetin)

C_E = *0,83* *Corrección por energía de ref. del 60%*

C_s = *1,00* *Para muestreador estandar*

C_B = *1,00* *Para perforación de diámetro entre 2,5 a 4,5 pulg.*

CORRECION POR ENERGIA, EQUIPO Y CARACTERISTICAS DE LA PERFORACION

Estrato No	Perfil Estratigráfico	Tipo de Suelo SUCS	Profundidad estrato Inicial m	Final m	Promedio m	Espesor m	Correción Por varilla C_R	corrección Total C	$N_{(50)}$ de campo	$N_{(50)}$ corregido N.Freático	$N_{(50)}$ corregido perf.	$N_{(60)}$ $C*N_{(50)\ cor}$ golpe/pie
1	Arena arcillosa color café	SC	0,00	1,00	0,50	1,00	0,75	0,63	19	19	14	**12**
2	Arena arcillosa color café	SC	1,00	4,60	2,80	3,60	0,75	0,63	4	4	3	**3**
3	Arcilla inorgánica color café	CL	4,60	5,50	5,05	0,90	0,85	0,71	22	22	19	**16**
4	Arena arcillosa color café	SC	5,50	9,35	7,43	3,85	0,95	0,79	38	27	25	**21**
5	Arena arcillosa color café	SC	9,35	12,00	10,68	2,65	1,00	0,83	54	35	35	**29**

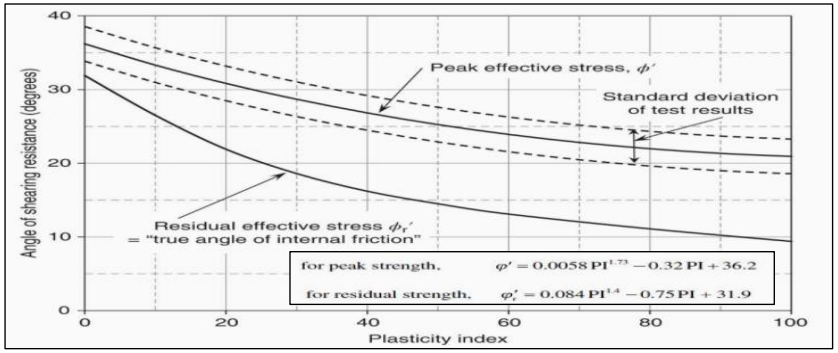
CORRECCION POR SOBRECAPA

Estrato No	Perfil Estratigráfico	Tipo de Suelo SUCS	Peso Unitario KN/m^3	Prof. Promedio m	Esf. estrato KN/m^2	Esf. Total mitad KN/m^2	Presión de Poro u KN/m^2	Esfuerzo efectivo KN/m^2	C_N calculado	C_N Usado <=1,70	$(N1)_{60}$ $C_N*N_{(60)}$ golpes/pie
1	Arena arcillosa color café	SC	18,22	0,50	18,22	9,11	0,00	9,11	3,31	1,70	**20**
2	Arena arcillosa color café	SC	17,89	2,80	64,39	50,42	5,00	45,42	1,48	1,48	**4**
3	Arcilla inorgánica color café	CL	24,55	5,05	22,10	93,66	27,50	66,16	1,23	1,00	**16**
4	Arena arcillosa color café	SC	21,23	7,43	81,72	145,56	51,25	94,31	1,03	1,03	**22**
5	Arena arcillosa color café	SC	22,80	10,68	60,42	216,63	83,75	132,88	0,87	0,87	**25**

Notas:

1. Los martillos de tipo Anular usados en colombia, transfieren un 50% de la energía teórica (Babar 2016)
2. El valor de correción de sobrecapa se determinó según Liao and Whitman (1986) y es menor o igual a 1.7, Seed et al (2001, 2003),ver informe.
3. La correción por nivel freático solo se aplica en suelos granulares con $N_{(50)}$ de campo mayor a 15, por debajo del N.F
4. Los suelos finos, no se corrigen Por sobrecapa y C_N=1

4.1.3. CALCULO PARAMETROS GEOMECANICOS Y DE DEFORMABILIDAD



Gibson (1953)

Typical values of the angle of shearing resistance of compacted sands and gravels.

Soil description	Class*	φ(°)
Well graded sand-gravel mixtures	GW	>38
Poorly graded sand-gravel mixtures	GP	>37
Silty gravels, poorly graded gravel-sand-silt	GM	>34
Clayey gravels, poorly graded gravel-sand-clay	GC	>31
Well-graded clean sand, gravelly sand	SW	38
Poorly graded clean sand, gravelly sand	SP	37

Typical values of the angle of shearing resistance of cohesionless soils.

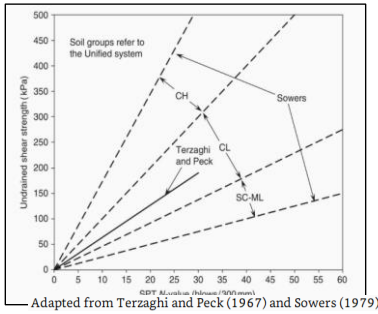
Soil description	φ(°)	
	Loose	Dense
Uniform sand, round grains	27	34
Well-graded sand, angular grains	33	45
Sandy gravel	35	50
Silty sand	27–33	30–34
Inorganic silt	27–30	30–35

Typical values of the effective angle of shearing resistance of compacted clays.

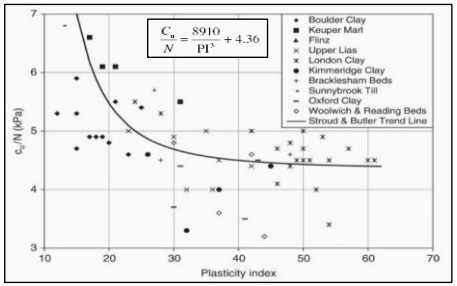
Soil description	Class*	φ' (°)
Silty clays, sand-silt mix	SM	34
Clayey sands, sand-clay mix	SC	31
Silts and clayey silts	ML	32
Clays of low plasticity	CL	28
Clayey silts, elastic silts	MH	25
Clays of high plasticity	CH	19

PARAMETROS GEOMECANICOS

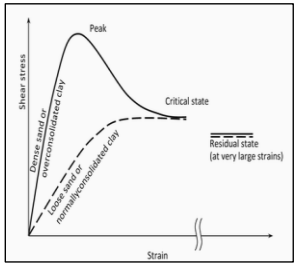
Estrato No	Perfil Estratigráfico	Tipo de Suelo SUCS	IP %	Clasificación Plasticidad Finos	$N_{(60)}$ golpe/pie	ϕ Labor. Corte dir.	ϕ Granular			ϕ Cohesivo		ϕ	
							Wall 1988	Hatanaka 1996	Peck 1974	Pico Peck	Residual Bjerrum	Promedio	Adoptado
1	Arena arcillosa color café	SC	11,65		12		30,70	33,00	32,00			31,90	34,00
2	Arena arcillosa color café	SC	10,79		3		28,00	21,94	27,20			25,71	27,20
3	Arcilla inorgánica color café	CL	11,40	Media	16					29,19	22,26	29,19	28,50
4	Arena arcillosa color café	SC	13,60		21		33,20	33,98	32,60			33,26	33,10
5	Arena arcillosa color café	SC	19,74		29		35,40	35,36	33,50			34,75	35,00



Adapted from Terzaghi and Peck (1967) and Sowers (1979)



Stroud and Butler (1975)



Burmister

PI	Classification
0	Non-plastic
1–5	Slightly plastic
5–10	Low plastic
10–20	Medium plastic
20–40	High plastic
>40	Very high plastic

Estrato No	Perfil Estratigráfico	Tipo de Suelo SUCS	$N_{(60)}$ golpe/pie	c' (Kpa) Australian	Sorensen 2013	Promedio	Adoptado	Cu Sower/Stroud Kpa	Mod. Young Eu (Kulhawy) Mpa	Mod. Young E_y Mpa	Modulo Edomét. Mpa
1	Arena arcillosa color café	SC	12	5,25	1,20	3,23	0,40	12,00	33,60	30,24	48,53
2	Arena arcillosa color café	SC	3	0,00	0,30	0,15	1,20	3,00	6,30	5,67	9,10
3	Arcilla inorgánica color café	CL	16	4,05	7,04	5,55	2,03	70,40	112,00	108,27	410,67
4	Arena arcillosa color café	SC	21	4,58	2,10	3,34	6,10	21,00	58,80	52,92	84,93
5	Arena arcillosa color café	SC	29	6,00	7,25	6,63	9,64	72,50	81,20	73,08	117,29

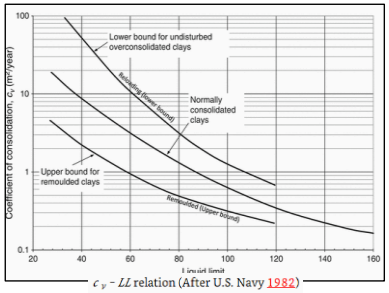
Australian Standards for retaining walls (AS 4678)

Soil group	Typical soils in group	Soil parameters c' (kPa)	φ' (degrees)
Poor	Soft and firm clay of medium to high plasticity; silty clays; loose variable clayey fills; loose sandy silts	0–5	17–25
Average	Stiff sandy clays; gravelly clays; compact clayey sands and sandy silts; compacted clay fills	0–10	26–32
Good	Gravelly sands, compacted sands, controlled crushed sandstone and graveled fills, dense well graded sands	0–5	32–37
Very good	Weak weathered rock, controlled fills of road base, gravel and recycled concrete	0–25	36–43

PARAMETROS DE CONSOLIDACION

Compressibility	C_c
Slight or low	<0.2
Moderate of intermediate	0.2–0.4
High	>0.4

Kulhawy and Mayne (1990)



c_v - LL relation (After U.S. Navy 1982)

Estrato No	Perfil Estratigráfico	Tipo de Suelo SUCS	Consistencia	Cc Terzaghi (1967)	Cc Kulhawy (1990)	Cc Promedio	Cc Adoptado	Cs ó C_R Mesri (1977)	Cs ó C_R Mesri (1973)	Cs ó C_R Promedio	Cv m^2/año U.S. Navy
1	Arena arcillosa color café	SC	Densidad Media								
2	Arena arcillosa color café	SC	Muy Suelto								
3	Arcilla inorgánica color café	CL	Rígida	0,145	0,154	0,150			0,002	0,002	27,162
4	Arena arcillosa color café	SC	Densidad Media								
5	Arena arcillosa color café	SC	Densidad Media								

Cc = Indice de Compresión, Cr = Indice de recompresión, Cv = Coeficiente de consolidación

Estrato No	Perfil Estratigráfico	Tipo de Suelo SUCS	Esfuerzo efectivo MN/m^2	e_{01}	eo	Pomedio e	CR	RR	OCR σ_p/σ' Mayne	Preconsol. σ'_p Kpa	NC/SC
1	Arena arcillosa color café	SC	9,11	0,68		0,68					
2	Arena arcillosa color café	SC	45,42	1,09		1,09					
3	Arcilla inorgánica color café	CL	66,16	0,39		0,39			0,545	36,03	NC
4	Arena arcillosa color café	SC	94,31	0,49		0,49					
5	Arena arcillosa color café	SC	132,88	0,52		0,52					

e_o = Relación de vacios inicial, CR y RR = Relación de Consolidación primaria y secundaria , OCR = Relación de sobreconsolidación, σ'_p= Esf. De preconsolidación.

4.2.1.4 RESUMENES

RESUMEN RESULTADOS PROPIEDADES INDICES Y FISICAS

Estrato No	Perfil Estratigráfico	Humedad %	Límite líquido L.L	Límite Plástico L.P	Indice Plástico I.P	% FINOS	Peso Húmedo KN/m3	Peso Saturado KN/m3	Gravedad especifica	Relacion de vacios e	Porc. De Saturac- S
1	Arena arcillosa color café	12,55	0,00	0,00	0,00	12,04	18,22	20,73	2,66	0,55	60,99
2	Arena arcillosa color café	22,76	40,02	21,10	18,92	24,85	20,25	21,04	2,68	0,52	117,00
3	Arcilla inorgánica color café	27,98	43,01	22,83	20,18	42,76	17,00	18,00	2,67	1,09	100,00
4	Arena arcillosa color café	18,96	27,64	17,95	9,69	41,16	22,22	23,02	2,66	0,50	100,00
5	Arena arcillosa color café	17,91	39,18	26,14	13,04	37,71	21,47	22,27	2,67	0,48	100,00

RESUMEN RESULTADOS CORRECCION SPT

Estrato No	Perfil Estratigráfico	Prof. Prom m	Esf. Total vertical KN/m^2	Presión de Poro u KN/m^2	Esfuerzo efectivo KN/m^2	N $_{(50)}$ de campo	N $_{(50)}$ corregido N.Freático	corrección Varillaje C	$N_{(60)}$ $C^*N_{(50)\ cor}$ golpe/pie	Correc. Sobrecapa C_N	$(N1)_{60}$ $C_N{}^*N_{(60)}$ golpes/pie
1	Arena arcillosa color café	0,50	9,11	0,00	9,11	19,00	19,00	0,63	12,00	1,70	20,00
2	Arena arcillosa color café	2,80	56,10	18,00	38,10	4,00	4,00	0,63	3,00	1,62	5,00
3	Arcilla inorgánica color café	5,05	102,07	40,50	61,57	22,00	22,00	0,71	16,00	1,27	20,00
4	Arena arcillosa color café	7,43	154,49	64,25	90,24	38,00	38,00	0,79	30,00	1,05	32,00
5	Arena arcillosa color café	10,75	229,99	97,50	132,49	54,00	54,00	0,83	45,00	0,87	39,00

RESUMEN PARAMETROS DE RESISTENCIA Y COMPRESIBILIDAD

Estrato No	Perfil Estratigráfico	Clasif. SUCS	ϕ	c´ Kpa	Cu Kpa	Ey Mpa	Ed Mpa	Ko	Ka	Kp	Hcrít (m) Terzagy
1	Arena arcillosa color café	SC	26,00	0,25		30,24	48,53	0,562	0,390	2,561	
2	Arena arcillosa color café	SC	27,40	1,50		5,67	9,10	0,540	0,370	2,705	
3	Arcilla inorgánica color café	CL	32,80	2,00		40,32	64,71	0,458	0,297	3,364	
4	Arena arcillosa color café	SC	34,00	3,00		75,60	121,33	0,441	0,283	3,537	
5	Arena arcillosa color café	SC	35,00	4,00		125,55	201,50	0,426	0,271	3,690	

Notas: Ko = Coeficiente de Reposo, Ka y Kp = Coeficiente de Presión de Tierras según Rankine (Caso β=0).

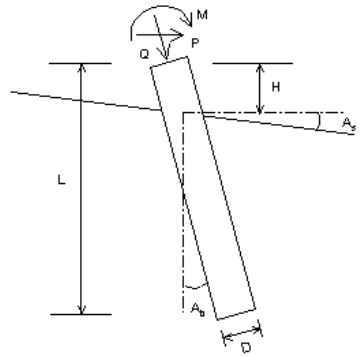
H_{CRIT} (m) = Altura crítica con corte vertical y sin entibado con una sobrecarga en el borde de la excavación de 10Kpa, para la excavación del cimiento.

ANEXO 5. MEMORIA DE CALCULO.

PILOTES DE 12 PULGADAS

VERTICAL ANALYSIS

Figure 1



Drilled Pile (dia <=24 in. or 61 cm)

Loads:

Load Factor for Vertical Loads= 1,0
Load Factor for Lateral Loads= 1,0
Loads Supported by Pile Cap= 0 %
Shear Condition: Static

Vertical Load, Q= 100,0 -kN
Shear Load, P= 0,0 -kN
Moment, M= 0,0 -kN-m

Profile:

Pile Length, L= 8,0 -m
Top Height, H= -0.7 -m
Slope Angle, As= 0
Batter Angle, Ab= 0

Soil Data:

Depth -m	Gamma -kN/m3	Phi	C -kN/m2	K -MN/m3	e50 or Dr %	Nspt
0	19.1	34	0.4	29.2	53.92	20
1	18.1	27.2	1,2	15.0	1.52	4
2.3	8.3	27.2	1,2	15.0	1.52	4
4.6	9.7	28.5	2.03	46.3	1.10	7
5.5	11.1	33.1	6.1	226.8	0.57	20
9.35	11.7	35.0	9.64	404.8	0.43	32
12	12.0	36.0	11.7	510.0	0.38	39

Pile Data:

Depth -m	Width -cm	Area -cm2	Per. -cm	I -cm4	E -MP	Weight -kN/m
0,0	31	754.8	97.4	45333.2	20683	1.736
8,0						

Vertical capacity:

Weight above Ground= 0,00 Total Weight= 9,13-kN *Soil Weight is not included
Side Resistance (Down)= 169,106-kN Side Resistance (Up)= 106,029-kN
Tip Resistance (Down)= 188,083-kN Tip Resistance (Up)= 0,000-kN
Total Ultimate Capacity (Down)= 357,189-kN Total Ultimate Capacity (Up)= 115,158-kN
Total Allowable Capacity (Down)= 147,247-kN Total Allowable Capacity (Up)= 62,144-kN
OK! Qallow > Q

Settlement Calculation:

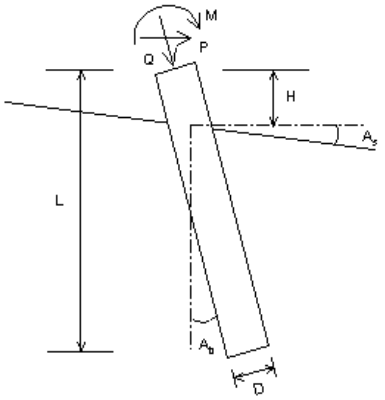
At Q= 100,00-kN Settlement= 0,07798-cm
At Xallow= 2,00-cm Qallow= 356,23474-kN

Note: If the program cannot find a result or the result exceeds the upper limit. The result will be displayed as 9999.

PILOTES DE 16 PULGADAS

VERTICAL ANALYSIS

Figure 1



Drilled Pile (dia <=24 in. or 61 cm)

Loads:
Load Factor for Vertical Loads= 1,0
Load Factor for Lateral Loads= 1,0
Loads Supported by Pile Cap= 0 %
Shear Condition: Static

Vertical Load, Q= 200,0 -kN
Shear Load, P= 0,0 -kN
Moment, M= 0,0 -kN-m

Profile:
Pile Length, L= 8,0 -m
Top Height, H= -0.7 -m
Slope Angle, As= 0
Batter Angle, Ab= 0

Soil Data:

Depth -m	Gamma -kN/m3	Phi	C -kN/m2	K -MN/m3	e50 or Dr %	Nspt
0	19.1	34	0.4	29.2	53.92	20
1	18.1	27.2	1,2	15.0	1.52	4
2.3	8.3	27.2	1,2	15.0	1.52	4
4.6	9.7	28.5	2.03	46.3	1.10	7
5.5	11.1	33.1	6.1	226.8	0.57	20
9.35	11.7	35.0	9.64	404.8	0.43	32
12	12.0	36.0	11.7	510.0	0.38	39

Pile Data:

Depth -m	Width -cm	Area -cm2	Per. -cm	I -cm4	E -MP	Weight -kN/m
0,0	40	1256.6	125.7	125663.7	20683	2.890
8,0						

Vertical capacity:
Weight above Ground= 0,00 Total Weight= 15,20-kN *Soil Weight is not included
Side Resistance (Down)= 218,241-kN Side Resistance (Up)= 136,836-kN
Tip Resistance (Down)= 329,716-kN Tip Resistance (Up)= 0,000-kN
Total Ultimate Capacity (Down)= 547,956-kN Total Ultimate Capacity (Up)= 152,034-kN
Total Allowable Capacity (Down)= 219,026-kN Total Allowable Capacity (Up)= 83,616-kN
OK! Qallow > Q

Settlement Calculation:
At Q= 200,00-kN Settlement= 0,14122-cm
At Xallow= 2,00-cm Qallow= 533,45074-kN

Note: If the program cannot find a result or the result exceeds the upper limit. The result will be displayed as 9999.

ingeconsulta sas

INGECONSULTA S.A.S
INGENIERIA CIVIL

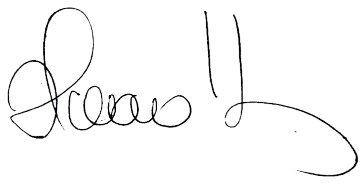
Barrancabermeja, 8 marzo de 2023

Señores,
Inspección de tránsito y transporte de Barrancabermeja

Asunto: Certificación de Estudio Geotécnico

Certifico que he realizado el Estudio de Suelos Geotécnico del proyecto "ESTUDIO DE SUELOS COMPLEMENTARIO PARA LA AMPLIACIÓN DE LA INSPECCIÓN DE TRÁNSITO Y TRANSPORTE DE BARRANCABERMEJA". A construirse en el distrito de Barrancabermeja, Departamento de Santander, de acuerdo con los requisitos técnicos vigentes, establecidos en la normatividad colombiana, cuyos resultados se encuentran consignados en el informe y memorias de cálculo.

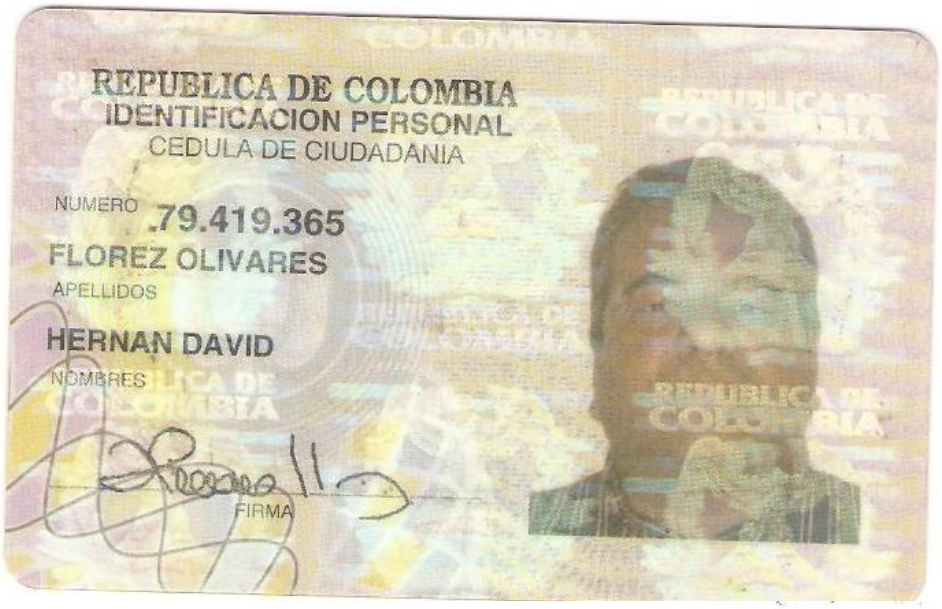
Para los fines pertinentes, anexo copia de mi Tarjeta o Matrícula Profesional y certificado de vigencia de la misma y copia de la cédula de ciudadanía.



HERNAN DAVID FLOREZ OLIVARES
INGENIERO CIVIL Msc Geotecnia
M.P. No
C.C. No. 79.419.365 de Bogotá

INGECONSULTA S.A.S
INGENIERIA CIVIL

CEDULA





REPÚBLICA DE COLOMBIA
COPNIA
Consejo Profesional Nacional de Ingeniería

Certificado de vigencia y antecedentes disciplinarios
CVAD-2022-1576852

CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERÍA
COPNIA

EL DIRECTOR GENERAL

CERTIFICA:

1. Que HERNAN DAVID FLOREZ OLIVARES, identificado(a) con CEDULA DE CIUDADANIA 79419365, se encuentra inscrito(a) en el Registro Profesional Nacional que lleva esta entidad, en la profesión de INGENIERIA CIVIL con MATRICULA PROFESIONAL 25202-31164 desde el 16 de Febrero de 1989, otorgado(a) mediante Resolución Nacional 21.

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

3. Que el(la) referido(a) MATRICULA PROFESIONAL se encuentra **VIGENTE**

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

5. Que la presente certificación se expide en Bogotá, D.C., a los diecinueve (19) días del mes de Septiembre del año dos mil veintidos (2022).

Rubén Dario Ochoa Arbeláez

_____
Firmal del titular (*)

(*)Con el fin de verificar que el titular autoriza su participación en procesos estatales de selección de contratistas. La falta de firma del titular no invalida el Certificado
El presente es un documento público expedido electrónicamente con firma digital que garantiza su plena validez jurídica y probatoria según lo establecido en la Ley 527 de 1999. Para verificar la firma digital, consulte las propiedades del documento original en formato .pdf.
Para verificar la integridad e inalterabilidad del presente documento consulte en el sitio web https://tramites.copnia.gov.co/Copnia_Microsite/CertificateOfGoodStanding/CertificateOfGoodStandingStart indicado el número del certificado que se encuentra en la esquina superior derecha de este documento.


Consejo Profesional Nacional de Ingeniería
y Arquitectura
MATRICULA No. 2520231164CND
Ingeniero Civil
APELLIDOS
Florez Olivares
NOMBRES
Hernan David
C.C. 79.419.365
UNIVERSIDAD
De La Salle

COPIA CONTR