

ORPAS INGENIERIA

ESTUDIOS GEOTÉCNICOS - CIMENTACIONES



**ESTUDIO DE SUELOS – CIMENTACIONES
BOCATOMA QUEBRADA GUASIMILLA
NODO SUR ECOMUN
HOBO - HUILA**

T-5524

**ORLANDO PALMA S.
ING. CIVIL**

FEBRERO DE 2023

ORPAS INGENIERIA S.A.S.

Carrera 6 No 23 - 160 Of. 303 Bogotá - Cundinamarca Tel. 8664850 - 3005538648 orpasing@yahoo.com.co

CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN	1
2.	DESCRIPCION GENERAL DEL PROYECTO	2
3.	INVESTIGACIÓN DEL SUBSUELO	4
3.1.	EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO.....	4
3.2.	ENSAYOS DE LABORATORIO	4
4.	ESTRATIGRAFÍA Y CONDICIONES GEOTÉCNICAS DEL SUBSUELO	5
5.	ASPECTOS SÍSMICOS DEL SUBSUELO.....	6
6.	ASPECTOS GEOLÓGICOS	7
7.	METODOLOGÍA PARA CALCULO DE CAPACIDAD PORTANTE Y ASENTAMIENTOS....	8
8.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	10
8.1.	TIPO Y PROFUNDIDAD DE CIMENTACIÓN	10
9.	LIMITACIONES	11

ANEXOS:

ANEXO No. 1	:	INVESTIGACIÓN DEL SUBSUELO
ANEXO No. 2	:	ANÁLISIS DE ESTABILIDAD Y DEFORMACIÓN

ORPAS INGENIERIA S.A.S.

Carrera 6 No 23 - 160 Of. 303 Bogotá - Cundinamarca Tel. 8664850 - 3005538648 orpasing@yahoo.com.co



ESTUDIO DE SUELOS – CIMENTACIONES BOCATOMA QUEBRADA GUASIMILLA NODO SUR ECOMUN HOBO - HUILA

1. INTRODUCCIÓN

En el presente informe se dan a conocer los resultados del Estudio de Suelos y Cimentaciones para la construcción de una bocatoma en la Quebrada Guasimilla, en las instalaciones de nodo sur Ecomún en la Finca Dina Luz del municipio de Hobo - Huila.

Las siguientes fueron las actividades realizadas para la ejecución de los estudios:

- * Visita de reconocimiento al sitio del proyecto, en este reconocimiento se determinaron las características geotécnicas generales del terreno y se realizó la localización de los sitios de perforación.
- * Exploración del subsuelo mediante la ejecución de cuatro (4) sondeos hasta una profundidad variable entre 1.30 y 2.50 metros con respecto al nivel actual del terreno; profundidad a la cual se obtuvo rechazo al ensayo de penetración estándar.
- * Ensayos de laboratorio para determinar las propiedades geotécnicas de los materiales que constituyen el subsuelo.
- * Análisis de estabilidad y deformación para la cimentación recomendada.
- * Conclusiones y recomendaciones.

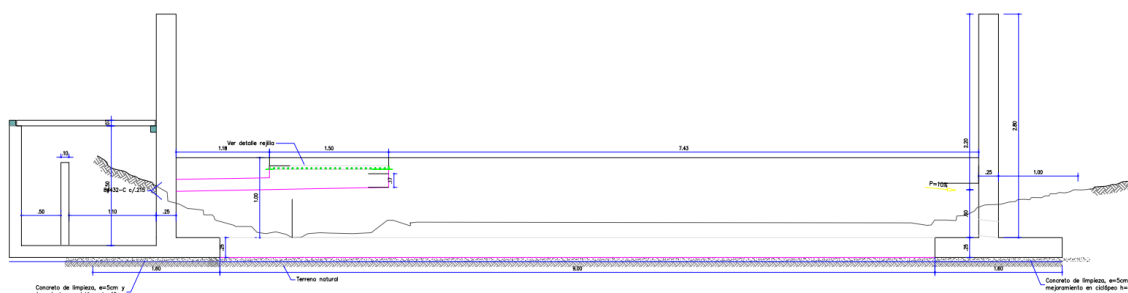


Figura 2: Corte de la bocatoma, tomada del diseño hidráulico.

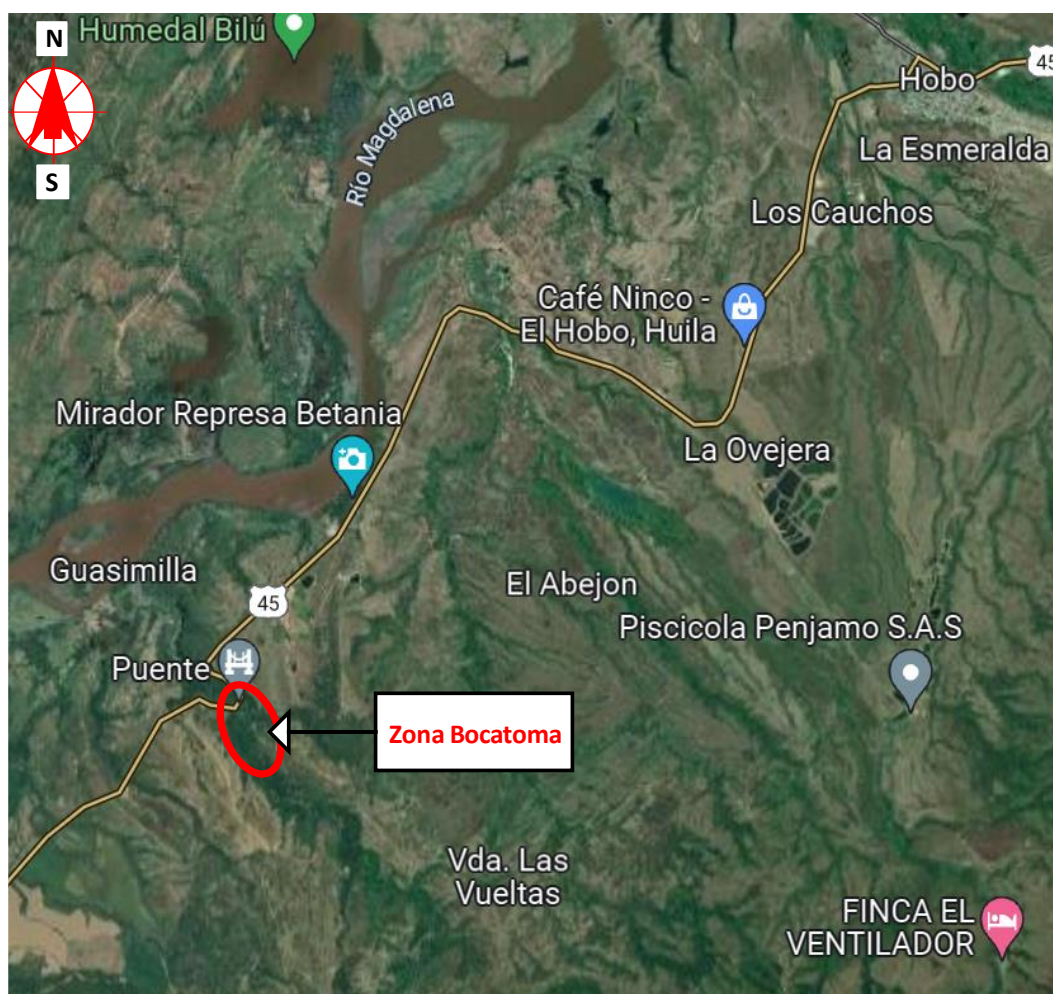


Figura 3: Localización de la bocatoma tomada de google maps.

3. INVESTIGACIÓN DEL SUBSUELO

Con el propósito de conocer el perfil del subsuelo y evaluar los parámetros que rigen su comportamiento ante la imposición de cargas, se realizaron los siguientes trabajos:

3.1. Exploración del subsuelo

Esta consistió en la ejecución de cuatro (4) sondeos hasta una profundidad variable entre 1.30 y 2.50 metros con respecto al nivel actual del terreno; profundidad a la cual se obtuvo rechazo al ensayo de penetración estándar.

En la figura No. 1 del anexo No. 1 “Investigación del Subsuelo”, se presenta un esquema con la localización de las perforaciones realizadas.

3.2. Ensayos de laboratorio

La totalidad de las muestras recuperadas se inspeccionaron detalladamente y sobre una cantidad representativa de los suelos encontrados, se llevó a cabo el siguiente programa de ensayos de laboratorio:

- a. Clasificación.
 - Límite líquido.
 - Límite plástico.
 - Granulometría con lavado sobre tamiz #200.
- b. Propiedades in situ.
 - Humedad natural.
 - Peso Unitario.
- c. Resistencia al corte.
 - Ensayo de penetración estándar.

En el anexo No. 1 “Investigación del Subsuelo”, se presentan los resultados de los ensayos de laboratorio realizados.

4. ESTRATIGRAFÍA Y CONDICIONES GEOTÉCNICAS DEL SUBSUELO

De acuerdo con los resultados obtenidos tanto de los trabajos de exploración del subsuelo, como de los ensayos de laboratorio, se elaboraron los registros definitivos de los sondeos. A continuación se describe el perfil estratigráfico del subsuelo presente en el sitio en estudio.

ESTRATO No. 1.

Desde la superficie actual del terreno y hasta una profundidad de 0.50 metros se encontró una arena fina limosa gris con grava fina a gruesa con bloques superficiales. En el sondeo 4 este estrato se encontró hasta 1.70 m.

ESTRATO No. 2.

Luego del estrato anterior y hasta la profundidad máxima explorada de 2.50 metros se encontraron bloques en matriz de arenas y gravas limosas.

NIVEL FREÁTICO

El nivel freático se encontró a una profundidad promedio de 0.60 metros con respecto al nivel actual del terreno.

A continuación, se indica los parámetros promedios del suelo encontrados:

Estrato	1	2
Profundidad (m)	0.00-0.50	0.30-1.10
Descripción	Arena limosa con grava fina a gruesa carmelita.	bloques en matriz de arenas y gravas.
Humedad natural, Wn, (%)	8	5-10
Límite líquido, WL, (%)	NL	NL
Límite plástico, WP, (%)	NP	NP
Clasificación SUCS	SM	SM
Numero de golpes/pie , N	-	21-75-R
Angulo de Fricción (Φ°)	-	31

5. ASPECTOS SÍSMICOS DEL SUBSUELO

A partir de los resultados obtenidos de la investigación del subsuelo y de acuerdo a lo establecido en las Normas Colombianas de Diseño Y Construcción Sismo Resistente (NSR-10); se establecen los siguientes parámetros sísmicos:

- Zona de amenaza sísmica: Alta, para la cual la aceleración pico efectiva (A_a) es igual a 0.30.
- El Tipo de perfil de suelo para la Bocatoma y Desarenador corresponde al **Tipo D**, que son suelos que cumplen con el criterio $50 > N \geq 15$.

6. ASPECTOS GEOLÓGICOS

De acuerdo a la plancha geológica 345 Campoalegre del INGEOMINAS, El sitio de estudio se encuentra ubicado dentro de depósitos aluviales (Qal) y Abanicos antiguos moderadamente disecados (Qaa2).

- **Depósitos aluviales (Qal):** comprenden los sedimentos actuales transportados como material de arrastre y las terrazas más bajas asociadas a las corrientes principales. Estos depósitos y materiales fluviales varían en granulometría y composición, de acuerdo con la dinámica de la corriente y las unidades geológicas que drenan. Los depósitos aluviales son las acumulaciones más jóvenes, relacionadas con la actividad de las corrientes fluviales en el Holoceno.
- **Abanicos antiguos moderadamente disecados (Qaa2):** Los abanicos antiguos aparecen en forma de terrazas o remanentes relativamente altos y con notable disección. El nivel Qaa2 está distribuido desde Puerto Seco hasta el norte de El Hobo.

Estos depósitos se apoyan sobre **formación gigante (Nggii):** que esta compuesta por conglomerados polimícticos fluviales, depósitos de flujos volcánicos y arenitas volcanoclásticas, el primero; conglomerados polimícticos fluviales, arenitas y lodolitas, el segundo; y depósitos en abanicos aluviales plegados y no plegados, conglomerados polimícticos y flujos de escombros, arenitas pobremente sorteadas y en menor cantidad limolitas arenosas, la tercera. Esta unidad está restringida al valle del río Magdalena; se observa buenos afloramientos en la carretera El Hobo-Gigante a la altura del mirador La Herradura y en la intersección con la quebrada Guasimilla, y por el carretable paralelo a la quebrada Las Vueltas (2G) entre Potrerillos y la carretera central El Hobo – Gigante.

7. METODOLOGÍA PARA CALCULO DE CAPACIDAD PORTANTE Y ASENTAMIENTOS.

Para el cálculo de capacidad portante se utilizó el mecanismo de falla propuesto por Meyerhof cuya expresión es la siguiente:

$$q_u = c N_c F_{cs} F_{cd} F_{ci} + \gamma D_f N_q F_{qs} F_{qd} F_{qi} + \frac{1}{2} \gamma_1 B N_\gamma F_{\gamma s} F_{\gamma d} F_{\gamma i}$$

Dónde:

q_u: Capacidad portante última t/m²

c : Cohesión t/m²

D_f : Profundidad de desplante de la cimentación m

B : Ancho de la cimentación m

γ₁: Peso unitario del terreno bajo la fundación t/m³

N_c, N_q, N_γ Factores de capacidad de carga debido a la cohesión, sobrecarga, y peso propio del suelo.

CAPACIDAD PORTANTE PARA CIMENTACIONES SOBRE ARENA, GRAVA Y LIMO NO PLASTICO, Condición $c = 0$, incluyendo modificación de Vesic (1973), para carga vertical:

$$q_u = \gamma' D_f N_q F_{qs} F_{qd} F_{qc} + \frac{1}{2} \gamma'_1 B N_\gamma F_{\gamma s} F_{\gamma d} F_{\gamma c}$$

$$q_{nu} = \gamma' D_f N_q F_{qs} F_{qd} F_{qc} + \frac{1}{2} \gamma'_1 B N_\gamma F_{\gamma s} F_{\gamma d} F_{\gamma c} - \gamma' D_f$$

q_{nu} = Capacidad portante neta última t/m²

CAPACIDAD PORTANTE ADMISIBLE: q_a

q_a = q_{nu} / F.S Para F.S = 3,0

Se realizó el cálculo del asentamiento para arena con base en la teoría de Schmertman cuya expresión es la siguiente:

$$S = C_1 C_2 \Delta q \sum \left(\frac{I_z}{E} \right)_i \Delta Z_i$$

Dónde:

C1: Factor empírico que tiene en cuenta la profundidad de la cimentación

$$C1 = 1 - 0.5 (\sigma'_{o} / \Delta q)$$

C2: Factor empírico que tiene en cuenta el flujo plástico del suelo con el tiempo

$$C2 = 1 + 0.2 \log_{10} (t / 0.1)$$

Δq : Presión neta a nivel de fundación

E: Módulo de Young del suelo (módulo de deformación del suelo en la mitad de la capa i)

Δz_i : Espesor de la capa i en consideración

I_z : Factor de influencia por deformación vertical con la profundidad.

➤ Factores de seguridad directos e indirectos

Se realizó el cálculo de factores de seguridad directos e indirectos según lo establecido en las Normas Colombianas de Diseño Y Construcción Sismo Resistente (NSR-10), el cual se anexa en la hoja 6 de 6 del anexo No 2.

Tabla 1: Factores de seguridad directos e indirectos.

Df	B	NF	FS ICP	γ	γ_1	Φ	Nq	N γ	qu	qd	qdado	FSICP	FSD	FSD	Condición
m	m	golpes/pie	Minimo	t/m ³	t/m ³	°			t/m ²	t/m ²	t/m ²	m		NSR10	
1,5	2	21	3,0	1,85	1,85	31	21,12	26,79	69,1	23	10,00	6,91	2,73	1,8	OK

En el anexo No. 2 “Análisis de Estabilidad y Deformación”, se presenta en forma detallada la metodología utilizada para determinar la capacidad portante admisible y los asentamientos esperados.

8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

8.1. Tipo y profundidad de cimentación

Para la bocatoma en las aletas se establece el nivel de cimentación a -1.50 m, cuya capacidad portante para cimiento corrido es de 19 t/m².

➤ Asentamiento máximo esperado < 1 cm

Para el diseño de la estructura de contención y/o tanques enterrados se deberá adaptar un diagrama triangular de presiones y emplear los siguientes parámetros:

- Peso unitario: 1.85 t/m³
- Angulo ϕ : 31°
- Coeficiente de presión lateral: Ko: 0.484
- Presión Activa de tierra: Ka: 0.320
- Presión Pasiva de tierra: Kp: 3.124

9. LIMITACIONES

Las conclusiones y recomendaciones del presente estudio se basaron en los resultados obtenidos de la exploración del subsuelo y de los resultados de los ensayos de laboratorio. Por ser datos puntuales es posible que se presenten condiciones diferentes a las aquí planteadas como típicas; de ser así se deberá dar aviso al consultor para introducir las modificaciones o adiciones a las que haya lugar.

El presente estudio se realizó y es válido para la construcción de una bocatoma en la Quebrada Guasimilla, en las instalaciones de nodo sur Ecomún en la Finca Dina Luz del municipio de Hobo - Huila.

Cajicá; Febrero de 2023.

ING. ORLANDO PALMA S.
M.P. 25202-47548 CND
Ingeniero Civil
Especialista en Geotecnia Vial y Pavimentos

ORPAS INGENIERIA

ESTUDIOS GEOTÉCNICOS - CIMENTACIONES



MEMORIAL DE RESPONSABILIDAD

Cajicá; Febrero de 2023

Señores: Planeación Municipio de Hobo - Huila

Yo **ORLANDO PALMA S.**, Ingeniero Civil con Matricula Profesional No. **25202-47548** CND, realice el Estudio de Suelos y Cimentaciones para la construcción de una bocatoma en la Quebrada Guasimilla, en las instalaciones de nodo sur Ecomún en la Finca Dina Luz del municipio de Hobo - Huila; el cual cumple con las Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente (NSR-10). Eximo a la oficina de planeación de toda responsabilidad que a causa de este pueda presentarse.

Atentamente:

ING. ORLANDO PALMA S.

M.P. 25202-47548 CND

Ingeniero Civil

Especialista en Geotecnia Vial y Pavimentos

ORPAS INGENIERIA S.A.S.

Carrera 6 No 23 - 160 Of. 303 Bogotá - Cundinamarca Tel. 8664850 - 3005538648 orpasing@yahoo.com.co



ORPAS INGENIERIA S.A.S.

Carrera 6 No 23 - 160 Of. 303 Bogotá - Cundinamarca Tel: 8664850 - 3005538648 orpasing@yahoo.com.co

ANEXO No. 1
INVESTIGACIÓN DEL SUBSUELO



INVESTIGACION DEL SUBSUELO

ESQUEMA DE LOCALIZACION DE SONDEOS BOCATOMA Y DESARENADOR

TRABAJO: 5524 NOMBRE: E.S.C. Bocatoma Nodo sur Ecomun - Hobo - Huila

COORDENADAS: _____ COTA: _____ FECHA: Febrero de 2023 FIGURA: 1-B



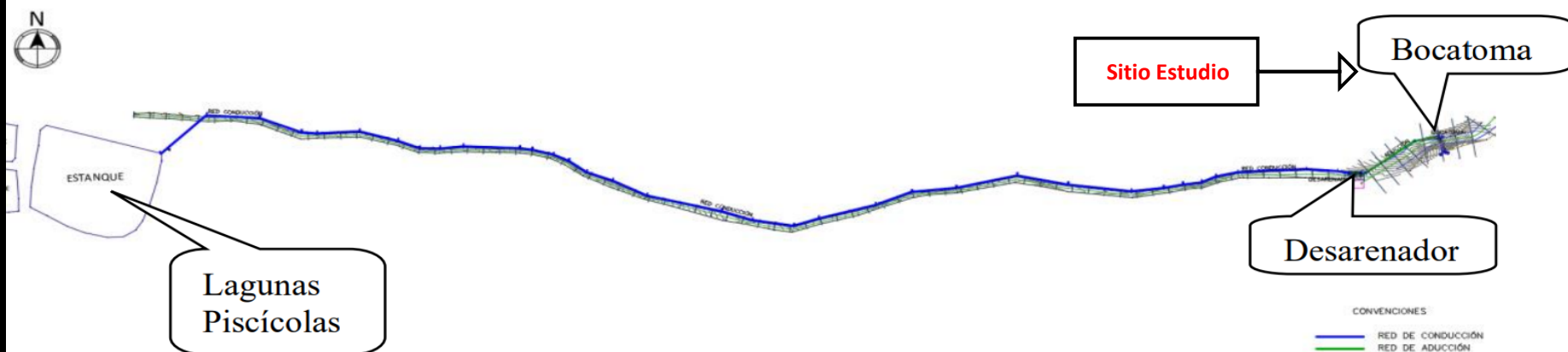


INVESTIGACION DEL SUBSUELO

ESQUEMA DE LOCALIZACION LOCAL

TRABAJO: 5524 NOMBRE: E.S.C. Bocatoma Nodo sur Ecomun - Hobo - Huila

COORDENADAS: _____ COTA: _____ FECHA: Febrero de 2023 FIGURA: 1-C



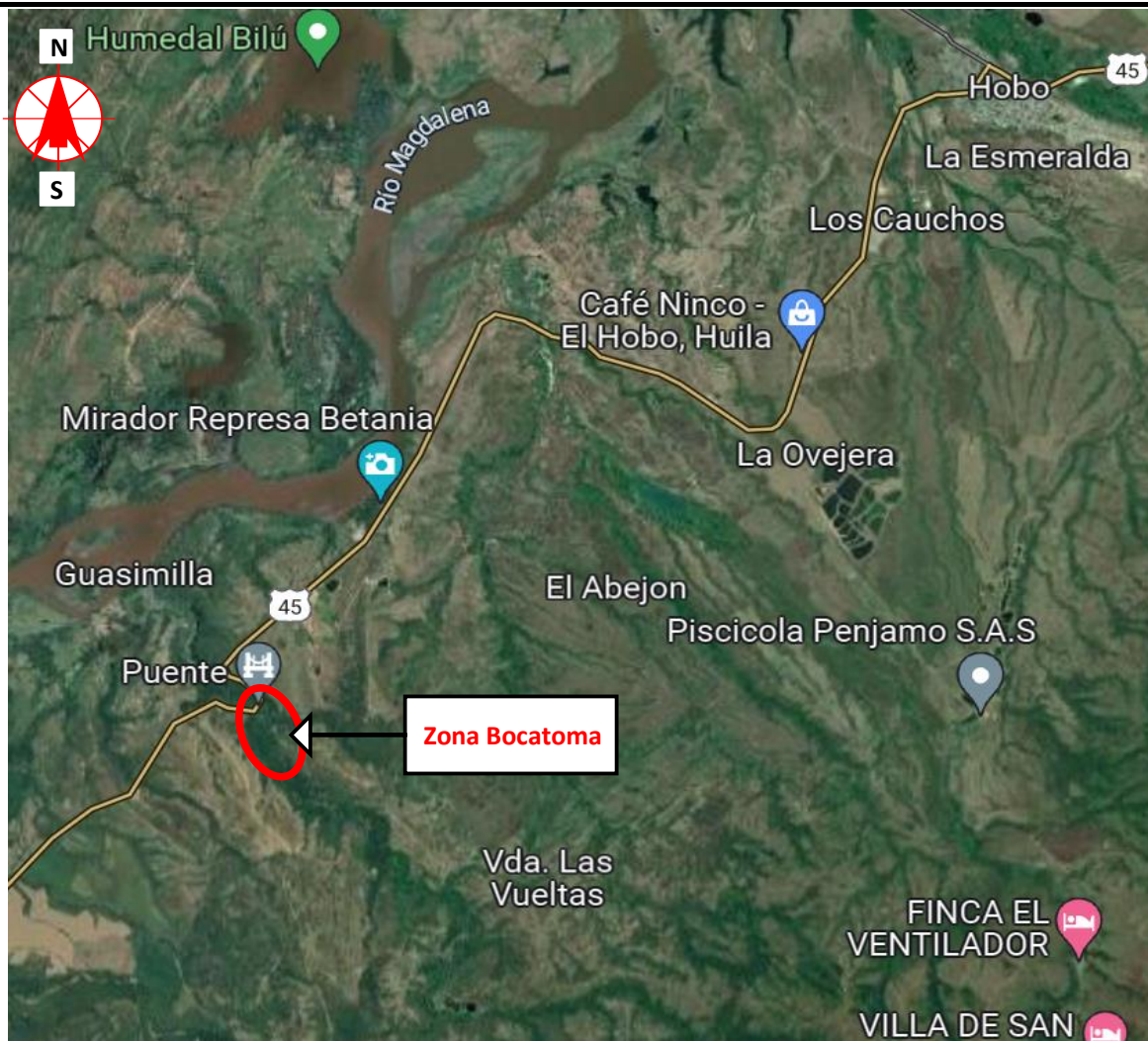


INVESTIGACION DEL SUBSUELO

LOCALIZACION REGIONAL

TRABAJO: 5524 NOMBRE: E.S.C. Bocatoma Nodo sur Ecomun - Hobo - Huila

COORDENADAS: COTA: FECHA: Febrero de 2023 FIGURA: 1-C



HOJA DE CONVENCIONES



COORDENADAS:	COTA:	FECHA:	Febrero de 2023	FIGURA:	2
--------------	-------	--------	-----------------	---------	---

No. GOLPES POR PIE

$$\sigma_1 - \sigma_3 \text{ max t/m}^2$$


S I M B O L O G I A

Nivel freático dentro del sondeo



○ =' % Pasa tamiz N° 200

○

 = Compresión inconfiada



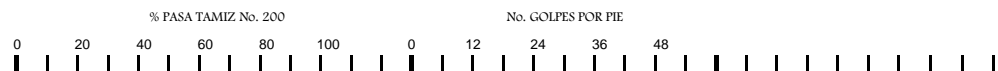


INVESTIGACION DEL SUBSUELO

SONDEO No. 4

TRABAJO: 5524 NOMBRE: E.S.C. Bocatoma Nodo sur Ecomun - Hobo - Huila LOCALIZACION: Ver fig. No. 1

COORDENADAS: _____ COTA: _____ FECHA: Febrero de 2023 FIGURA: 6



PROF. m.	CLASIF. USC	DESCRIPCION	MUESTRA	LIMITES Y HUMEDAD NATURAL	PESO UNITARIO ton/m ³	σ_1 - σ_3 max t/m ²
0,5	SM	Arena limosa gris carmelita con grava fina a media	1			
1	SM	Arena limosa gris con grava fina a media	2			
1,5						
2	SM	Bloques en matriz de arenas y gravas limosas	3			
2,5		Bloques en matriz de arenas y gravas limosas				
		FIN DE SONDEO A 2,50 m POR RECHAZO				



TABLA DE RESULTADOS

NOMBRE DEL PROYECTO:

E.S.C Bocatoma Nodo sur Ecomun - Hobo - Huila

FECHA:

Febrero de 2023

TABLA No.

1

SONDEO No.	1	1	1		2	2		3	
MUESTRA No.	1	2	3		1	2		1	
DESCRIPCION	Arena fina limosa gris con grava fina a gruesa con bloques superficiales	Bloques en matriz de arenas y gravas	Bloques en matriz de arenas y gravas		Arena fina limosa gris con grava fina a gruesa con bloques superficiales	Bloques en matriz de arenas y gravas		Bloques en matriz de arenas y gravas	
PROFUNDIDAD (m)	0,20-0,50	0,50-0,95	1,40-1,85		0,30-0,60	1,00-1,45		0,50-0,95	
HUMEDAD NATURAL, Wn, (%)	6	5	6		8	7		10	
LIMITE LIQUIDO, WL, (%)	NL	NL			NL			NL	
LIMITE PLASTICO, WP, (%)	NP	NP			NP			NP	
INDICE DE PLASTICIDAD, Ip, (%)									
CONTENIDO DE MATERIA ORGANICA (%)									
GRANULOMETRIA % QUE PASA									
	Gravas %	33	40		35			36	
	Arenas %	47	48		45			48	
	Finos %	20	12		20			16	
CLASIFICACION SUCS	SM	SM			SM			SM	
PESO UNITARIO, (Ton/m³)									
RESISTENCIA PENETROMETRO MANUAL T/m²									
RESISTENCIA A LA VELETA DE CAMPO T/m²									
RESISTENCIA A LA COMPRESION INCONFINADA T/m²									
NUMERO DE GOLPES/PIE, N		11-10-11	36-49-R			19-35-36		26-35-40	



TABLA DE RESULTADOS

NOMBRE DEL PROYECTO:

E.S.C Bocatoma Nodo sur Ecomun - Hobo - Huila

FECHA:

Febrero de 2023

TABLA No.

2

SONDEO No.	4	4	4						
MUESTRA No.	1	2	3						
DESCRIPCION	Arena limosa gris carmelita con grava fina a media	Arena limosa gris con grava fina a media	Bloques en matriz de arenas y gravas						
PROFUNDIDAD (m)	0,40-0,70	1,00-1,30	1,75-2,20						
HUMEDAD NATURAL, Wn, (%)	22	50	10						
LIMITE LIQUIDO, WL, (%)	42	57	NL						
LIMITE PLASTICO, WP, (%)	28	31	NP						
INDICE DE PLASTICIDAD, Ip, (%)	4	26							
CONTENIDO DE MATERIA ORGANICA (%)									
GRANULOMETRIA % QUE PASA									
	Gravas %	30	27	30					
	Arenas %	40	40	48					
	Finos %	30	33	22					
CLASIFICACION SUCS	SM	SM	SM						
PESO UNITARIO, (Ton/m³)									
RESISTENCIA PENETROMETRO MANUAL T/m²									
RESISTENCIA A LA VELETA DE CAMPO T/m²									
RESITENCIA A LA COMPRESION INCONFINADA T/m²									
NUMERO DE GOLPES/PIE, N			31-26-R						



HUMEDAD NATURAL

TRABAJO: 5524

FECHA: Febrero de 2023

NOMBRE: Estudio de Suelos y Cimentaciones

REALIZADO POR: Sebastian

Bocatoma Nodo sur Ecomun

Hobo - Huila

Sondeo No.	1	1	1			
Muestra No.	1	2	3			
Profundidad (m)	0,20-0,50	0,50-0,95	1,40-1,85			
Recipiente No.	438	163	247			
Peso Muestra Humeda + recipiente (g)	94,0	102,6	97,6			
Peso muestra seca + recipiente (g)	89,1	97,6	92,4			
Peso recipiente (g)	5,4	5,2	4,8			
Humedad natural , %	6	5	6			

Sondeo No.	2	2			3	
Muestra No.	1	2			1	
Profundidad (m)	0,30-0,60	1,00-1,45			0,50-0,95	
Recipiente No.	78	26			321	
Peso Muestra Humeda + recipiente (g)	78,6	86,8			91,3	
Peso muestra seca + recipiente (g)	73,2	81,3			83,4	
Peso recipiente (g)	5,1	4,8			5,2	
Humedad natural , %	8	7			10	

Sondeo No.	4	4	4			
Muestra No.	1	2	3			
Profundidad (m)	0,40-0,70	1,00-1,30	1,75-2,20			
Recipiente No.	322	449	116			
Peso Muestra Humeda + recipiente (g)	71,3	100,7	84,6			
Peso muestra seca + recipiente (g)	59,4	68,8	77,2			
Peso recipiente (g)	5,5	5,4	5,3			
Humedad natural , %	22	50	10			

Sondeo No.						
Muestra No.						
Profundidad (m)						
Recipiente No.						
Peso Muestra Humeda + recipiente (g)						
Peso muestra seca + recipiente (g)						
Peso recipiente (g)						
Humedad natural , %						

OBSERVACIONES :



LIMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN

TRABAJO: 5524
NOMBRE: Estudio de Suelos y Cimentaciones
Bocatoma Nodo sur Ecomun
DESCRIPCION: Hobo - Huila

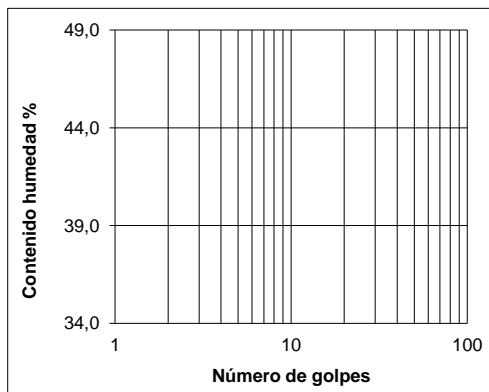
FECHA: Febrero de 2023
SONDEO N°: 1
MUESTRA N°: 1
PROFUNDIDAD : 0,20-0,50
REALIZADO POR: Sebastian
APROBADO POR: O.P.

LIMITE LIQUIDO				
ENSAYO N°	1	2	3	
Recipiente No.				
P1 (gr)				
P2 (gr)	N		L	
P3 (gr)				
HUMEDAD %				
No. DE GOLPES				

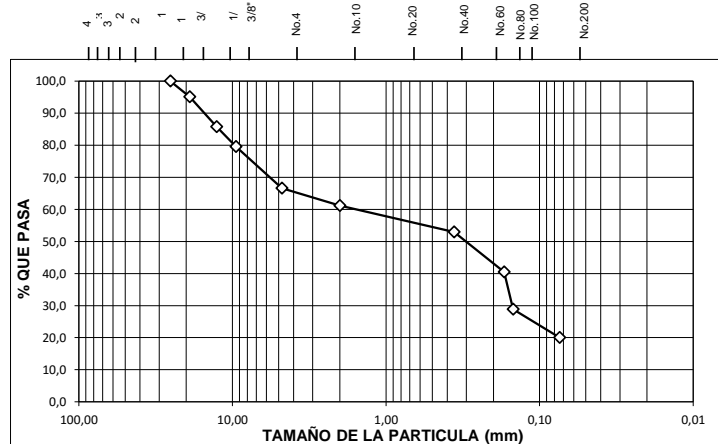
	LIMITE PLASTICO			HUMEDAD
ENSAYO N°	1	2		w %
Recipiente No.				438
P1 (gr)				94,0
P2 (gr)	N	P		89,1
P3 (gr)				5,4
HUMEDAD %				6

GRADACIÓN					
Numero	Peso seco +	Peso del	Peso Inicial	Peso lavado +	Peso final
Recipiente	Recipiente gr	Recipiente gr	gr	Recipiente gr	gr
157	617,3	36,9	580,4	501,2	464,3
Tamiz No	Abertura tamiz m.m	Peso Retenido	P Retenido corregido	% Retenido	% Que Pasa
1	25,40		0,0	0	100,0
3, / 4	19,00	28,6	28,6	5	95,1
1/2"	12,70	54,0	54,0	9	85,8
3, / 8	9,51	35,7	35,7	6,2	79,6
4	4,76	75,6	75,6	13,0	66,6
10	2,00	31,4	31,4	5,4	61,2
40	0,36	47,5	47,5	8,2	53,0
80	0,17	72,3	72,3	12,5	40,5
100	0,15	67,8	67,8	11,7	28,8
200	0,07	51,2	51,2	8,8	20,0
Sumatoria		464,1	464,3		

% HUMEDAD Vs No DE GOLPES



CURVA GRANULOMETRICA



CONTENIDO DE HUMEDAD	6 %
LIMITE LIQUIDO	NL
LIMITE PLASTICO	NP
INDICE DE PLASTICIDAD	
U.S.C.	SM

% GRAVAS	% ARENAS	% FINOS
33,4	46,6	20,0

DESCRIPCION:



LIMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN

TRABAJO: 5524
NOMBRE: Estudio de Suelos y Cimentaciones
Bocatoma Nodo sur Ecomun
DESCRIPCION: Hobo - Huila

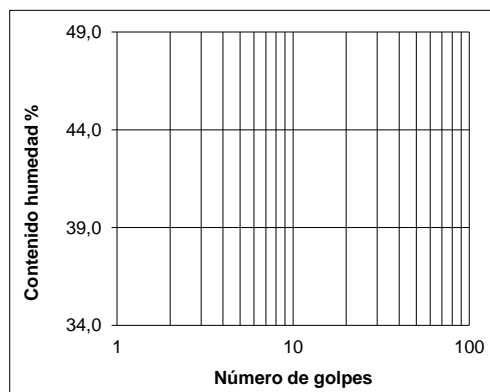
FECHA: Febrero de 2023
SONDEO N°: 1
MUESTRA N°: 2
PROFUNDIDAD : 0,50-0,95
REALIZADO POR: Sebastian
APROBADO POR: O.P.

LIMITE LIQUIDO				
ENSAYO N°	1	2	3	
Recipiente No.				
P1 (gr)				
P2 (gr)	N		L	
P3 (gr)				
HUMEDAD %				
No. DE GOLPES				

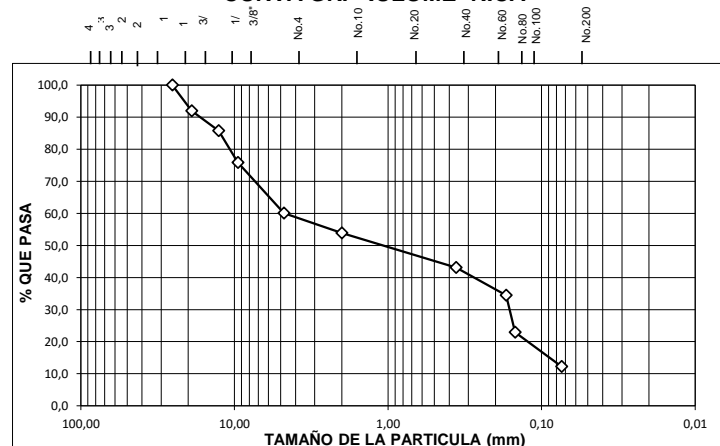
LIMITE PLASTICO				HUMEDAD
ENSAYO N°	1	2		w %
Recipiente No.				163
P1 (gr)				102,6
P2 (gr)	N	P		97,6
P3 (gr)				5,2
HUMEDAD %				5

GRADACIÓN					
Numero	Peso seco +	Peso del	Peso Inicial	Peso lavado +	Peso final
Recipiente	Recipiente gr	Recipiente gr	gr	Recipiente gr	gr
163	354,6	34,2	320,4	315,5	281,3
Tamiz No	Abertura tamiz m.m	Peso Retenido	P Retenido corregido	% Retenido	% Que Pasa
1	25,40		0,0	0	100,0
3, / 4	19,00	25,6	25,7	8	92,0
1/2"	12,70	19,7	19,8	6	85,8
3, / 8	9,51	31,8	31,9	10,0	75,8
4	4,76	50,4	50,6	15,8	60,0
10	2,00	19,6	19,7	6,1	53,9
40	0,36	34,5	34,6	10,8	43,1
80	0,17	27,6	27,7	8,7	34,4
100	0,15	36,8	37,0	11,5	22,9
200	0,07	34,1	34,2	10,7	12,2
Sumatoria		280,1	281,3		

% HUMEDAD Vs No DE GOLPES



CURVA GRANULOMETRICA



CONTENIDO DE HUMEDAD	5 %
LIMITE LIQUIDO	NL
LIMITE PLASTICO	NP
INDICE DE PLASTICIDAD	
U.S.C.	SM

% GRAVAS	% ARENAS	% FINOS
40,0	47,8	12,2

DESCRIPCION:

LIMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN

TRABAJO: 5524
NOMBRE: Estudio de Suelos y Cimentaciones
Bocatoma Nodo sur Ecomun
DESCRIPCION: Hobo - Huila

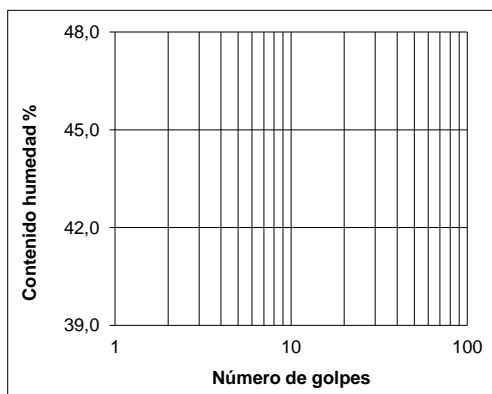
FECHA: Febrero de 2023
SONDEO N°: 2
MUESTRA N°: 1
PROFUNDIDAD : 0,30-0,60
REALIZADO POR: Sebastian
APROBADO POR: O.P.

LIMITE LIQUIDO				
ENSAYO N°	1	2	3	
Recipiente No.				
P1 (gr)				
P2 (gr)	N		L	
P3 (gr)				
HUMEDAD %				
No. DE GOLPES				

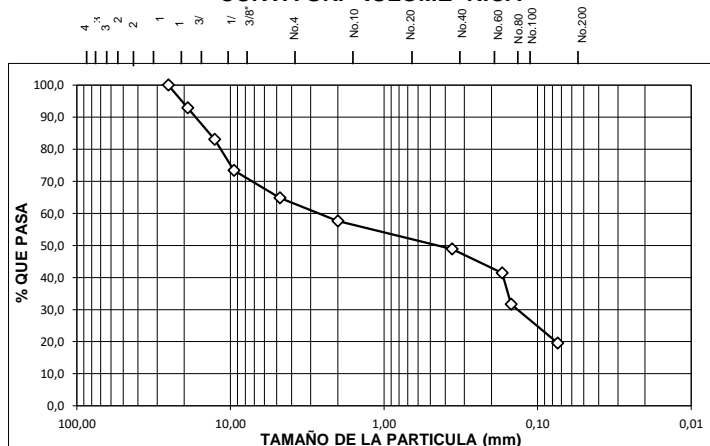
	LIMITE PLASTICO			HUMEDAD
ENSAYO N°	1	2		w %
Recipiente No.				78
P1 (gr)				78,6
P2 (gr)	N	P		73,2
P3 (gr)				5,1
HUMEDAD %				8

GRADACIÓN					
Numero	Peso seco +	Peso del	Peso Inicial	Peso lavado +	Peso final
Recipiente	Recipiente gr	Recipiente gr	gr	Recipiente gr	gr
146	378,9	33,9	345,0	311,4	277,5
Tamiz No	Abertura tamiz m.m	Peso Retenido	P Retenido corregido	% Retenido	% Que Pasa
1	25,40		0,0	0	100,0
3, / 4	19,00	24,6	24,6	7	92,9
1/2"	12,70	33,7	33,7	10	83,1
3, / 8	9,51	33,4	33,4	9,7	73,4
4	4,76	29,6	29,6	8,6	64,8
10	2,00	24,8	24,8	7,2	57,6
40	0,36	30,1	30,1	8,7	48,9
80	0,17	25,8	25,8	7,5	41,4
100	0,15	33,6	33,6	9,7	31,6
200	0,07	41,6	41,6	12,1	19,6
Sumatoria		277,2	277,5		

% HUMEDAD Vs No DE GOLPES



CURVA GRANULOMETRICA



CONTENIDO DE HUMEDAD	8 %
LIMITE LIQUIDO	NL
LIMITE PLASTICO	NP
INDICE DE PLASTICIDAD	
U.S.C.	SM

% GRAVAS	% ARENAS	% FINOS
35,2	45,2	19,6

DESCRIPCION:

LIMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN

TRABAJO: 5524
NOMBRE: Estudio de Suelos y Cimentaciones
Bocatoma Nodo sur Ecomun
DESCRIPCION: Hobo - Huila

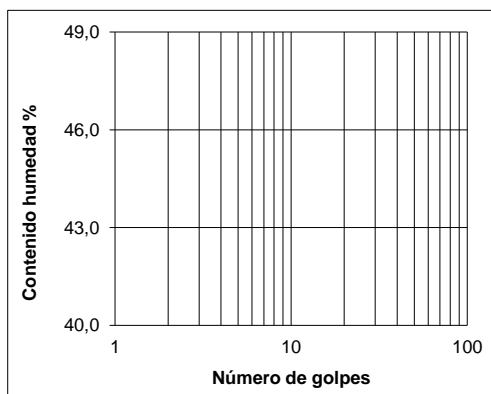
FECHA: Febrero de 2023
SONDEO N°: 3
MUESTRA N°: 1
PROFUNDIDAD : 0,50-0,95
REALIZADO POR: Sebastian
APROBADO POR: O.P.

LIMITE LIQUIDO				
ENSAYO N°	1	2	3	
Recipiente No.				
P1 (gr)				
P2 (gr)	N		L	
P3 (gr)				
HUMEDAD %				
No. DE GOLPES				

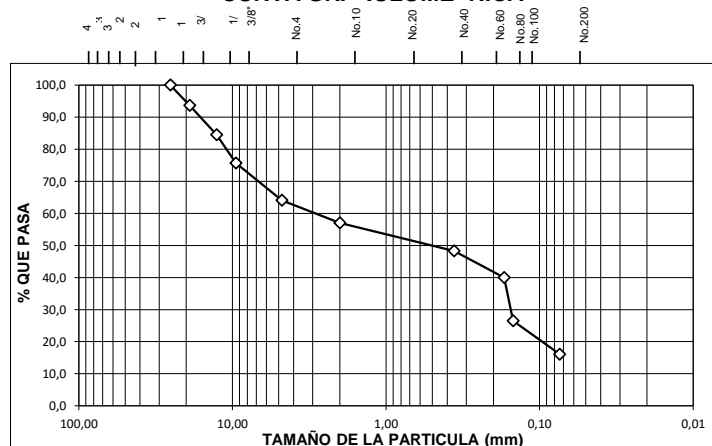
	LIMITE PLASTICO			HUMEDAD
ENSAYO N°	1	2		w %
Recipiente No.				321
P1 (gr)				91,3
P2 (gr)	N	P		83,4
P3 (gr)				5,2
HUMEDAD %				10

GRADACIÓN					
Numero	Peso seco +	Peso del	Peso Inicial	Peso lavado +	Peso final
Recipiente	Recipiente gr	Recipiente gr	gr	Recipiente gr	gr
348	426,5	34,3	392,2	363,4	329,1
Tamiz No	Abertura tamiz m.m	Peso Retenido	P Retenido corregido	% Retenido	% Que Pasa
1	25,40		0,0	0	100,0
3, / 4	19,00	24,6	24,7	6	93,7
1/2"	12,70	35,8	35,9	9	84,5
3, / 8	9,51	34,6	34,7	8,9	75,7
4	4,76	45,5	45,7	11,6	64,0
10	2,00	27,6	27,7	7,1	57,0
40	0,36	34,1	34,2	8,7	48,3
80	0,17	32,4	32,5	8,3	40,0
100	0,15	52,6	52,8	13,5	26,5
200	0,07	40,7	40,8	10,4	16,1
Sumatoria		327,9	329,1		

% HUMEDAD Vs No DE GOLPES



CURVA GRANULOMETRICA



CONTENIDO DE HUMEDAD	10 %
LIMITE LIQUIDO	NL
LIMITE PLASTICO	NP
INDICE DE PLASTICIDAD	
U.S.C.	SM

% GRAVAS	% ARENAS	% FINOS
36,0	48,0	16,1

DESCRIPCION:



LIMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN

TRABAJO: 5524
NOMBRE: Estudio de Suelos y Cimentaciones
Bocatoma Nodo sur Ecomun
DESCRIPCION: Hobo - Huila

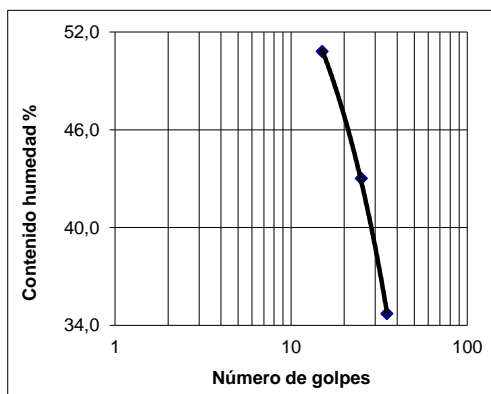
FECHA: Febrero de 2023
SONDEO N°: 4
MUESTRA N°: 1
PROFUNDIDAD : 0,40-0,70
REALIZADO POR: Sebastian
APROBADO POR: O.P.

LIMITE LIQUIDO				
ENSAYO N°	1	2	3	
Recipiente No.	A26	124	84	
P1 (gr)	19,3	19,2	19,5	
P2 (gr)	15,6	15,1	14,8	
P3 (gr)	4,9	5,4	5,4	
HUMEDAD %	34,7	43,0	50,8	
No. DE GOLPES	35	25	15	

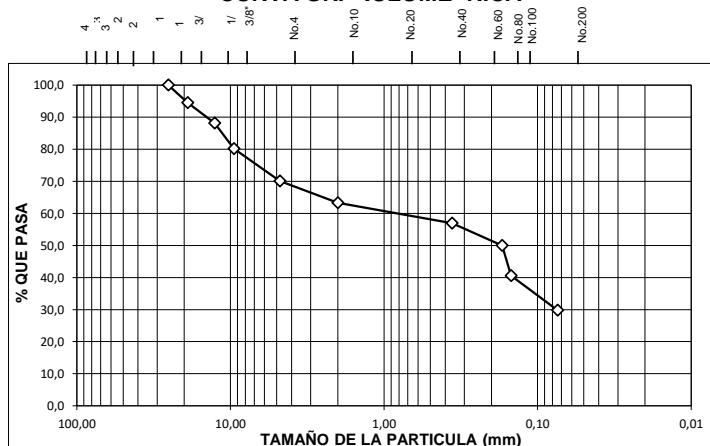
LIMITE PLASTICO				HUMEDAD
ENSAYO N°	1	2		w %
Recipiente No.	21	163		322
P1 (gr)	27,5	26,8		71,3
P2 (gr)	22,6	22,0		59,4
P3 (gr)	5,2	4,9		5,5
HUMEDAD %	28,2	28,1		22

GRADACIÓN					
Numero	Peso seco +	Peso del	Peso Inicial	Peso lavado +	Peso final
Recipiente	Recipiente gr	Recipiente gr	gr	Recipiente gr	gr
9	481,3	30,6	450,7	347,2	316,6
Tamiz No	Abertura tamiz m.m	Peso Retenido	P Retenido corregido	% Retenido	% Que Pasa
1	25,40		0,0	0	100,0
3, / 4	19,00	24,6	24,7	5	94,5
1/2"	12,70	28,5	28,6	6	88,2
3, / 8	9,51	35,7	35,8	8,0	80,2
4	4,76	45,6	45,8	10,2	70,1
10	2,00	30,2	30,3	6,7	63,3
40	0,36	28,6	28,7	6,4	57,0
80	0,17	31,4	31,5	7,0	50,0
100	0,15	42,1	42,3	9,4	40,6
200	0,07	48,6	48,8	10,8	29,8
Sumatoria		315,3	316,6		

% HUMEDAD Vs No DE GOLPES



CURVA GRANULOMETRICA



CONTENIDO DE HUMEDAD	22 %
LIMITE LIQUIDO	42 %
LIMITE PLASTICO	28 %
INDICE DE PLASTICIDAD	14 %
U.S.C.	SM

% GRAVAS	% ARENAS	% FINOS
29,9	40,3	29,8

DESCRIPCION:

LIMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN

TRABAJO: 5524
NOMBRE: Estudio de Suelos y Cimentaciones
Bocatoma Nodo sur Ecomun
DESCRIPCION: Hobo - Huila

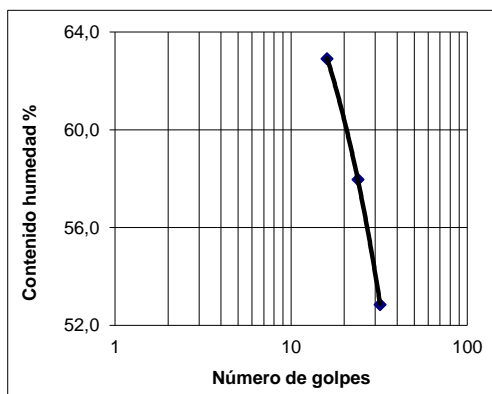
FECHA: Febrero de 2023
SONDEO N°: 4
MUESTRA N°: 2
PROFUNDIDAD : 1,00-1,30
REALIZADO POR: Sebastian
APROBADO POR: O.P.

LIMITE LIQUIDO				
ENSAYO N°	1	2	3	
Recipiente No.	300	126	295	
P1 (gr)	14,5	18,1	15,7	
P2 (gr)	11,3	13,3	11,8	
P3 (gr)	5,1	5,1	5,6	
HUMEDAD %	52,8	58,0	62,9	
No. DE GOLPES	32	24	16	

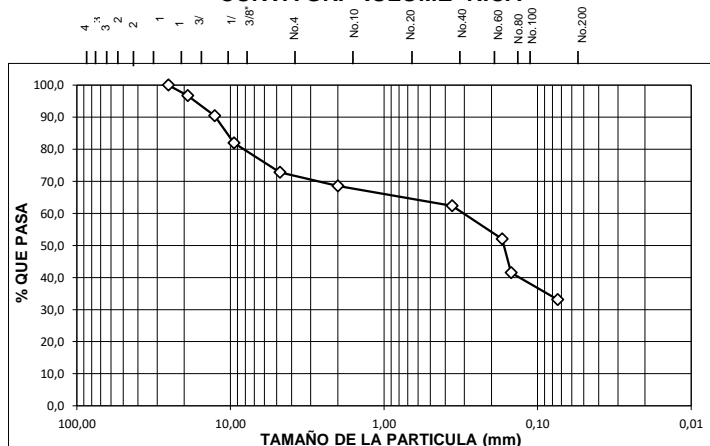
	LIMITE PLASTICO			HUMEDAD
ENSAYO N°	1	2		w %
Recipiente No.	133	113		449
P1 (gr)	26,2	25,9		100,7
P2 (gr)	21,2	21,2		68,8
P3 (gr)	5,3	5,3		5,4
HUMEDAD %	31,4	29,6		50

GRADACIÓN					
Numero	Peso seco +	Peso del	Peso Inicial	Peso lavado +	Peso final
Recipiente	Recipiente gr	Recipiente gr	gr	Recipiente gr	gr
145	480,0	31,7	448,3	331,6	299,9
Tamiz No	Abertura tamiz m.m	Peso Retenido	P Retenido corregido	% Retenido	% Que Pasa
1	25,40		0,0	0	100,0
3, / 4	19,00	14,5	14,7	3	96,7
1/2"	12,70	27,8	28,1	6	90,5
3, / 8	9,51	37,6	38,0	8,5	82,0
4	4,76	40,7	41,1	9,2	72,8
10	2,00	18,9	19,1	4,3	68,6
40	0,36	27,6	27,9	6,2	62,3
80	0,17	45,6	46,1	10,3	52,1
100	0,15	46,8	47,3	10,5	41,5
200	0,07	37,3	37,7	8,4	33,1
Sumatoria		296,8	299,9		

% HUMEDAD Vs No DE GOLPES



CURVA GRANULOMETRICA



CONTENIDO DE HUMEDAD	50 %
LIMITE LIQUIDO	57 %
LIMITE PLASTICO	31 %
INDICE DE PLASTICIDAD	26 %
U.S.C.	SM

% GRAVAS	% ARENAS	% FINOS
27,2	39,7	33,1

DESCRIPCION:



LIMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN

TRABAJO: 5524
NOMBRE: Estudio de Suelos y Cimentaciones
Bocatoma Nodo sur Ecomun
DESCRIPCION: Hobo - Huila

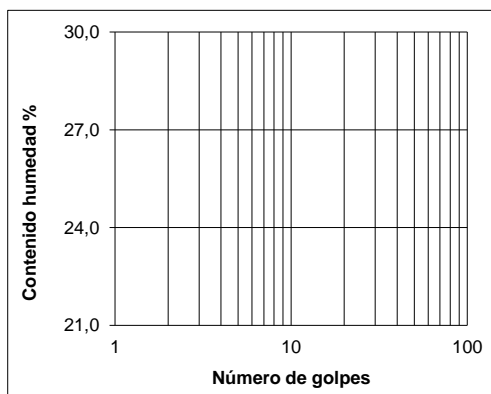
FECHA: Febrero de 2023
SONDEO N°: 4
MUESTRA N°: 3
PROFUNDIDAD : 1,75-2,20
REALIZADO POR: Sebastian
APROBADO POR: O.P.

LIMITE LIQUIDO				
ENSAYO N°	1	2	3	
Recipiente No.				
P1 (gr)				
P2 (gr)	N		L	
P3 (gr)				
HUMEDAD %				
No. DE GOLPES				

	LIMITE PLASTICO			HUMEDAD
ENSAYO N°	1	2		w %
Recipiente No.				116
P1 (gr)				84,6
P2 (gr)	N	P		77,2
P3 (gr)				5,3
HUMEDAD %				10

GRADACIÓN					
Numero	Peso seco +	Peso del	Peso Inicial	Peso lavado +	Peso final
Recipiente	Recipiente gr	Recipiente gr	gr	Recipiente gr	gr
248	357,6	31,9	325,7	284,6	252,7
Tamiz No	Abertura tamiz m.m	Peso Retenido	P Retenido corregido	% Retenido	% Que Pasa
1	25,40		0,0	0	100,0
3, / 4	19,00	25,0	25,0	8	92,3
1/2"	12,70	18,4	18,4	6	86,7
3, / 8	9,51	30,8	30,8	9,5	77,2
4	4,76	22,6	22,6	6,9	70,2
10	2,00	34,0	34,1	10,5	59,8
40	0,36	37,6	37,7	11,6	48,2
80	0,17	25,8	25,8	7,9	40,3
100	0,15	35,5	35,6	10,9	29,4
200	0,07	22,6	22,6	6,9	22,4
Sumatoria		252,3	252,7		

% HUMEDAD Vs No DE GOLPES



CURVA GRANULOMETRICA



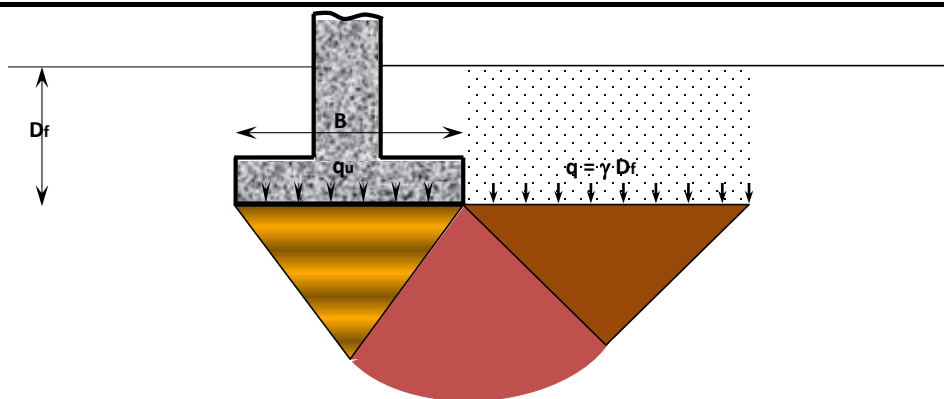
CONTENIDO DE HUMEDAD	10 %
LIMITE LIQUIDO	NL
LIMITE PLASTICO	NP
INDICE DE PLASTICIDAD	
U.S.C.	SM

% GRAVAS	% ARENAS	% FINOS
29,8	47,8	22,4

DESCRIPCION:

ANEXO No. 2

ANALISIS DE ESTABILIDAD Y DEFORMABILIDAD



Mecanismo de falla propuesto por Terzaghi

Teoría de Meyerhof (1963)

$$q_u = c N_c F_{cs} F_{cd} F_{ci} + \gamma D_f N_q F_{qs} F_{qd} F_{qi} + \frac{1}{2} \gamma_1 B N_\gamma F_{\gamma s} F_{\gamma d} F_{\gamma i}$$

Donde:

q_u : Capacidad portante última T/m²

c : Cohesión T/m²

D_f : Profundidad de desplante de la cimentación m

γ_1 : Peso unitario del terreno bajo la fundación T/m³

B : Ancho de la cimentación m

N_c, N_q, N_γ Factores de capacidad de carga debido a la cohesión, sobrecarga, y peso propio del suelo

CAPACIDAD PORTANTE PARA CIMENTACIONES SOBRE ARENA, GRAVA Y LIMO NO PLASTICO
Condición $c = 0$, incluyendo modificación de Vesic (1973), para carga vertical:

$$q_u = \gamma' D_f N_q F_{qs} F_{qd} F_{qc} + \frac{1}{2} \gamma' B N_\gamma F_{\gamma s} F_{\gamma d} F_{\gamma c}$$

$$q_{nu} = \gamma' D_f N_q F_{qs} F_{qd} F_{qc} + \frac{1}{2} \gamma' B N_\gamma F_{\gamma s} F_{\gamma d} F_{\gamma c} - \gamma' D_f$$

q_{nu} : Capacidad portante neta última T/m²

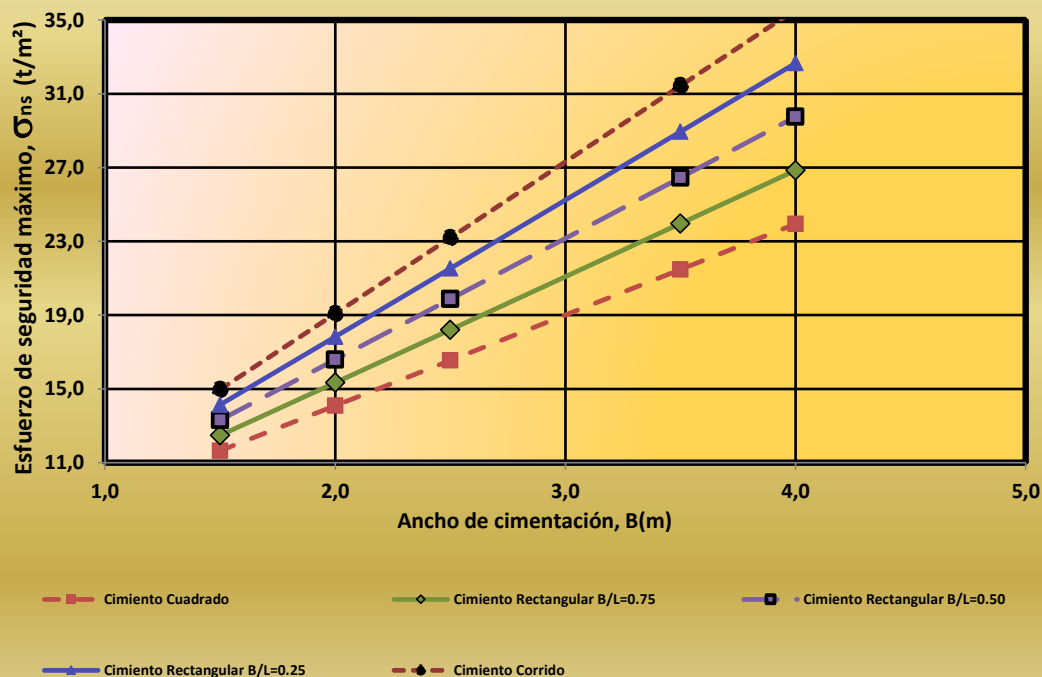
Factor de forma	Factor de profundidad	Factor de compresibilidad
(Beer - Hansen 1970) $F_{qs} = 1 + B/L \tan \Phi$ $F_{\gamma s} = 1 - 0,4 B/L$	(Hansen 1970) Condición: $D_f/B \leq 1$ $F_{yd} = 1$ $F_{qd} = 1 + 2 \tan \Phi (1 - \sin \Phi)^2 D_f / B$ Condición: $D_f/B > 1$ $F_{yd} = 1$ $F_{qd} = 1 + 2 \tan \Phi (1 - \sin \Phi)^2 \tan^{-1} D_f / B$	(Vesic 1973) $F_{qc} = F_{\gamma c} = 1$ Si $I_r \geq I_{rcr}$ $F_{qc} = F_{\gamma c} = e^{((-4,4 + 0,6 B/L) \tan \Phi + [(3,07 \sin \Phi) (\log 2 I_r) / (1 + \sin \Phi)])}$ Si $I_r < I_{rcr}$ Siendo: I_r = Índice de rigidez I_{rc} = Índice de rigidez crítico $I_r = G / (c + q' \tan \Phi)$ donde: G = Módulo cortante del suelo = $E / (2(1 + \mu))$ (t/m ²) E = M. de elasticidad $E = 76,6 \times N_f$ (t/m ²) * μ = relación de Poisson q' = presión efectiva de sobrecarga a $(D_f + B/2)$ $I_{rc} = 0,5 \times \left\{ e^{((3,30 - 0,45 B/L) \cot(45 - \Phi/2))} \right\}$ * Schmertmann 1970
Factores de capacidad de carga	$N_q = \tan^2(45 + \Phi/2) e^{\pi \tan \Phi}$	$N_\gamma = 2 * (N_q + 1) \tan \Phi$
Angulo de fricción Φ	$\Phi^* = 15 + \sqrt{12,5 * N60}$ Kishida	

CAPACIDAD PORTANTE ADMISIBLE: q_a $q_a = q_{nu} / F.S$ Para $F.S = 3,0$

ABACO DE DISEÑO DE CAPACIDAD PORTANTE ADMISIBLE

Relación B/L	D _e	D _w	N _F	N _{corre}	γ	γ ₁	Φ	N _q	N _γ	E	μ	G	c	D _f	Tipo de cimiento
	m	m	golpes/pie	golpes/pie	t/m³	t/m³	°			t/m²		t/m²	t/m²	m	
	0,2	0,6	21	21	1,85	1,85	31	21,12	26,79	1609	0,35	596	0	1,5	
	Factores de forma		Factores de profundidad		Factores de compresibilidad					Ancho de cimiento B (m)					
	f _{qs}	f _{γs}	f _{qd}	f _{γd}	q´	I _r	I _{rc}	f _{qc}	f _{γc}	1,5	2,0	2,5	3,5	4,0	
0,00	1,00	1,00	1,04	1,00	1,76	559,7	174,8	1,00	1,00	15,0	19,1	23,2	31,4	35,6	Corrido
0,25	1,15	0,90	1,03	1,00	2,22	443,1	143,2	1,00	1,00	14,1	17,8	21,5	28,9	32,7	Rectangular
0,50	1,30	0,80	1,02	1,00	2,68	366,7	117,2	1,00	1,00	13,3	16,6	19,9	26,5	29,8	
0,75	1,45	0,70	1,02	1,00	3,61	272,7	96,0	1,00	1,00	12,5	15,3	18,2	24,0	26,8	
1,00	1,61	0,60	1,01	1,00	4,07	241,7	78,6	1,00	1,00	11,7	14,1	16,5	21,5	23,9	Cuadrado

Esfuerzo admisible máximo Vs. Ancho de cimentación





ASENTAMIENTOS EN SUELOS GRANULARES

Método de schmertmann (1978)

$$S = C_1 C_2 \Delta q \sum \left(\frac{I_z}{E} \right) \Delta Z_i$$

C_1 : Factor de corrección que tiene en cuenta la profundidad de la cimentación

$$C_1 = 1 - 0.5 \left(\frac{\sigma'_o}{\Delta q} \right) > 0.5$$

σ'_o : Esfuerzo efectivo a nivel de fundación

Δq : Presión neta de fundación

C_2 : Factor de corrección que tiene en cuenta el flujo plástico del suelo con el tiempo

$$C_2 = 1 + 0.2 \log_{10} (t / 0.1)$$

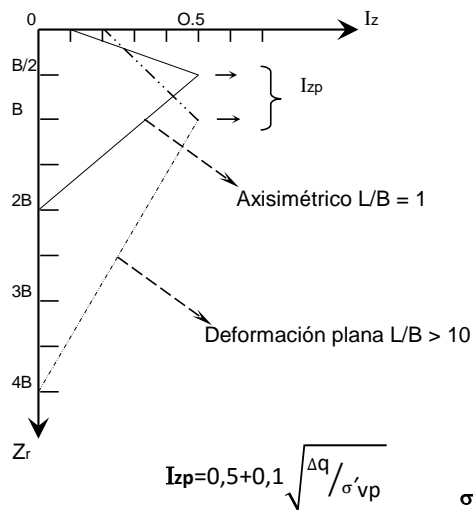
t : Periodo en años para el cual se calcula el asentamiento

Δq : Presión neta a nivel de fundación

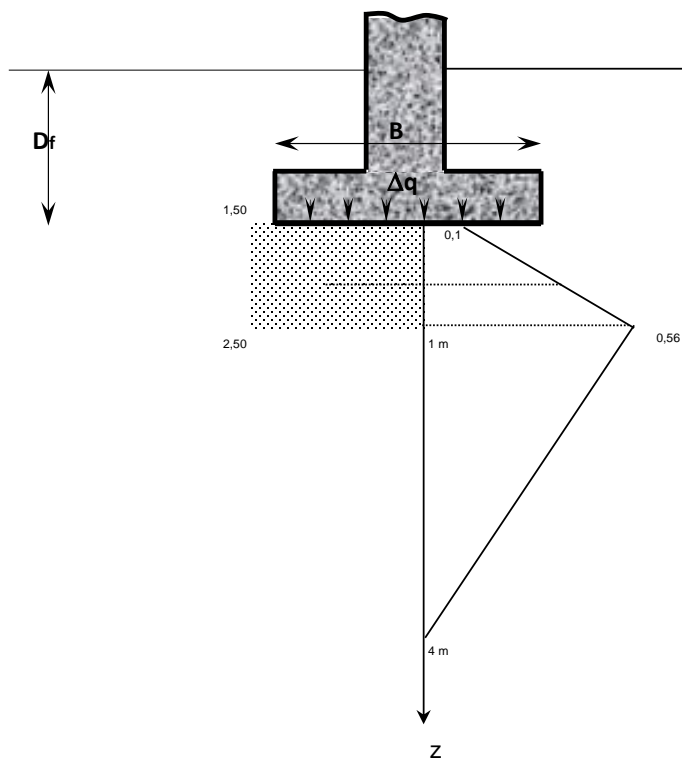
I_z : Factor de influencia por deformación vertical con la profundidad

E : Módulo de Young del suelo (módulo de deformación del suelo en la mitad de la capa i)

ΔZ_i : Espesor de la capa i en consideración



σ'_{vp} : Esfuerzo efectivo al nivel del máximo valor de la influencia



Subcapa Nº	N	Δq T/m ²	σ'_o T/m ²	σ'_{vp} T/m ²	C ₁	C ₂	E T/m ²	Δz_i m	I _{zp}	I _z	$(I_z/E)_i \Delta z_i$	S m
1	21	1,5	2,70	3,63	0,1	1,34	1609	1,0	0,56	0,35	0,0002	0,0000

Σ

0,0002

MODULO DE REACCION DE LA SUBRASANTE : K_v

D m	N golpes/pie	E T/m ²	B1 m	B m	L m	K1 T/m ³	Kc T/m ³	Kv T/m ³
1,5	21	1609	0,3	2	10	3753	3102	1365

$$E = 76,6 * N$$

K1 : Modulo de reacción medido por ensayo de carga con placa normalizada para B1 = 0,30 m

$$K_1 = 0,7 * \frac{E}{B}$$

$$K_c = K_1 * \left[\frac{B + 0,3}{2 * B} \right]^2 * \left(1 + 2 \frac{D}{B} \right)$$

B ancho de la base en m

$$K_v = K_c * \left[\frac{L + 0,5 * B}{1,5 * L} \right]$$

L > B Para arenas sumergidas Kv * 0,6 (Terzaghi)



PROYECTO Bocatoma Nudo sur Ecomun - Hobo - Huila

FECHA: Febrero de 2023

ASUNTO: Analisis de Estabilidad y Deformación

ELABORADO POR: D.B

APROBO: O.P.S

HOJA: 6 DE 6

CALCULO DE FACTORES DE SEGURIDAD DIRECTOS E INDIRECTOS

$$q_u = \gamma D N_q + 1/2 \gamma B N_\gamma$$

Donde:

 q_u : Capacidad portante última T/m²

D : Profundidad de desplante de la cimentación m

 γ : Peso unitario del terreno bajo la fundación T/m³

B : Ancho de la cimentación m

 N_q y N_γ : Factores de capacidad de carga que dependen del ángulo de fricción interna ϕ debidos a la sobrecarga y y peso del suelo respectivamente

FS = Factor de seguridad

$$q_d = q_u / FS \quad \text{Para } F.S_{ICP} \text{ Minimo} = 3,0 \text{ condición Carga muerta + carga viva normal}$$

 q_d = capacidad portante de diseño adoptada

$$FSI = q_u / q_d \text{ adoptado}$$

$$\Phi_{\text{diseño}} = \tan^{-1}[(\tan \Phi) / FS]$$

$$FSD = FSB_u = \Phi / \Phi_{\text{diseño}}$$

FSD NSR10 = Valor dado por la norma

Df	B	NF	FS ICP	γ	γ_1	Φ	N_q	N_γ	q_u	q_d	q_{dado}	FSICP	FSD	FSD	Condición
m	m	golpes/pie	Minimo	t/m ³	t/m ³	°			t/m ²	t/m ²	t/m ²	m		NSR10	
1,5	2	21	3,0	1,85	1,85	31	21,12	26,79	69,1	23,03	10,00	6,91	2,734	1,8	OK