CONSTRUCCIÓN DE UNIDADES SANITARIAS EN EL MUNICIPIO DE HATO COROZAL, CASANARE.

ESTUDIO DE SUELOS Y GEOTECNIA

JUNIO 2026

TABLA DE CONTENIDO

1. GENERALIDADES 6
1.1 OBJETIVO DEL ESTUDIO 6
1.2 UBICACIÓN DEL SITIO DE ESTUDIO 6
1.3 CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO 7
2. EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO 7
2.1 CARACTERÍSTICAS Y DISTRIBUCIÓN DE LAS EXPLORACIONES 7
2.2 ENSAYOS DE CAMPO Y LABORATORIO 9
3. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE CAMPO Y LABORATORIO 10
3.1 PROPIEDADES BÁSICAS DEL PERFIL DE SUELO 10
3.2 DESCRIPCIÓN DEL PERFIL DE SUELO 13
3.3 NIVEL FREÁTICO O AGUA SUBTERRÁNEA 14
4. EVALUACIÓN GEOTÉCNICA 14
4.1 CALCULO DE CAPACIDAD DE SOPORTE 14
4.2 CALCULO DE ASENTAMIENTOS 20
4.3 MODULO DE REACCIÓN DEL SUELO 22
5. EXCAVACIONES 25
5.1 COEFICIENTE LATERAL DE PRESION DE TIERRAS 25
6. COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD DEL SUELO *(k)* 26
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 29
8. ANEXOS 32

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Mapa de ubicación del sitio de estudio 6

Ilustración 2. Mapa de localización de las exploraciones 8

Ilustración 3. Perfil estratigráfico del sondeo 1 10

Ilustración 4. Perfil estratigráfico del sondeo 2 10

Ilustración 5. Perfil estratigráfico del sondeo 3 11

Ilustración 6. Perfil estratigráfico del sondeo 4 11

Ilustración 7. Valores aproximados del módulo de balasto K_{300} 24

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Coordenadas de localización y profundidad de las exploraciones 8

Tabla 2. Correlación entre número de golpes ensayo SPT 13

Tabla 3. Valores capacidad de carga admisible a diferentes profundidades del sondeo 1. 16

Tabla 4. Valores capacidad de carga admisible a diferentes profundidades del sondeo 2. 16

Tabla 5. Valores capacidad de carga admisible a diferentes profundidades del sondeo 3. 17

Tabla 6. Valores capacidad de carga admisible a diferentes profundidades del sondeo 4. 18

Tabla 7. Cálculo de asentamientos – sondeo 1. 21

Tabla 8. Cálculo de asentamientos – sondeo 2. 21

Tabla 9. Cálculo de asentamientos – sondeo 3. 21

Tabla 10. Cálculo de asentamientos – sondeo 4. 22

Tabla 11. Valores del Módulo de Reacción del Suelo para cimentación cuadrada y rectangular. 23

Tabla 12. Valores de coeficientes de tierras activo (Ka) y pasivo (Kp) 26

Tabla 13. Valores de coeficiente de permeabilidad *k* en cm/seg 27

Tabla 14. Valores de coeficiente de permeabilidad *k* en cm/seg 28

INTRODUCCIÓN

El presente informe contiene los resultados del estudio de Geotécnico del "CONSTRUCCIÓN DE UNIDADES SANITARIAS EN EL MUNICIPIO DE HATO COROZAL, CASANARE.". Incluye el reconocimiento de campo, la investigación del subsuelo, análisis y recomendaciones necesarias para el diseño y construcción de las obras de cimentación, con el fin de garantizar un comportamiento adecuado de la estructura.

El reconocimiento geológico y geotécnico del sitio del proyecto, se lleva a cabo explorando el subsuelo mediante la ejecución de cuatro (4) sondeos como exploración directa, en los cuales se realizan las pruebas de campo y se toman las muestras de laboratorio de acuerdo a las Normas A.S.T.M e INVIAS, necesarias para identificar y clasificar los diferentes tipos de suelo. Posteriormente se efectúan los ensayos de laboratorio para determinar las características físico-mecánicas del subsuelo necesarias para el análisis de la fundación.

Se presenta el perfil estratigráfico, los parámetros sísmicos del perfil de suelo, parámetros geotécnicos para el diseño estructural, sistema de cimentación adecuado, análisis de deformación, memorias de los resultados, conclusiones y recomendaciones. Lo anterior teniendo en cuenta y el código colombiano de construcciones sismorresistente NSR-10.

1. GENERALIDADES

1.1 OBJETIVO DEL ESTUDIO

Investigar y analizar las condiciones físico-mecánicas del subsuelo donde se realizará el proyecto. Una vez definido el tipo de suelo y sus características se plantean las recomendaciones para el diseño y construcción de las obras requeridas.

1.2 UBICACIÓN DEL SITIO DE ESTUDIO

El sitio del proyecto se ubica en viviendas dispersas de las veredas, Las Tapias, La Chapa, La Capilla, Las Monas, El Banco, El Cedral, Suní, Las Palmas, Santa Rita, Santa Teresa, San José, San Luis y Veremos del municipio de Hato Corozal – Departamento de Casanare. Más exactamente entre las coordenadas: Oeste: 71°55'24.60"O a 71°48'21.09"O y Norte: 5°55'11.52"N a 6°4'5.36"N. Ver ilustración 1:

Ilustración 1. Mapa de ubicación del sitio de estudio



Fuente: El consultor, 2026.

1.3 CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO

El proyecto consiste en la construcción de unidades sanitarias individuales para la recolección, tratamiento y disposición final de las aguas residuales domésticas de comunidades rurales dispersas. Las unidades sanitarias conforman soluciones individuales en saneamiento básico con nivel bajo de complejidad constructiva. Las unidades sanitarias están conformadas por: 1). Caseta de la unidad sanitaria que incluye: cimentaciones, mampostería, enchapes, pisos, cubierta en teja termoacústica, sanitario, ducha, lavamanos, lavadero, tanque 500Lts sobre columna, conexiones hidrosanitarias y eléctricas. 2). Sistema de tratamiento plástico integrado, trampa de grasas y un campo de infiltración.

2. EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO

2.1 CARACTERÍSTICAS Y DISTRIBUCIÓN DE LAS EXPLORACIONES

Según la NSR-10 en el capítulo H.3., el tipo de proyecto a construir se clasifica como de categoría *baja*. Por lo anterior, la investigación del subsuelo para identificar el perfil estratigráfico, características físico-mecánicas y posición del nivel freático; se lleva a cabo con la ejecución de cuatro (4) exploraciones directas distribuidas en el área del proyecto. Teniendo en cuenta las características del suelo se realizan las exploraciones directas hasta alcanzar una profundidad máxima de 3.0m (Ver NSR-10, H.3.2.5.c).

Categoría de la unidad de construcción	Según los niveles de construcción	Según las cargas máximas de servicio en columnas (kN)
Baja	Hasta 3 niveles	Menores de 800 kN
Media	Entre 4 y 10 niveles	Entre 801 y 4,000 kN
Alta	Entre 11 y 20 niveles	Entre 4,001 y 8,000 kN
Especial	Mayor de 20 niveles	Mayores de 8,000 kN

Clasificación de las unidades de construcción por categorías (NSR-10, Tabla H.3.1-1)

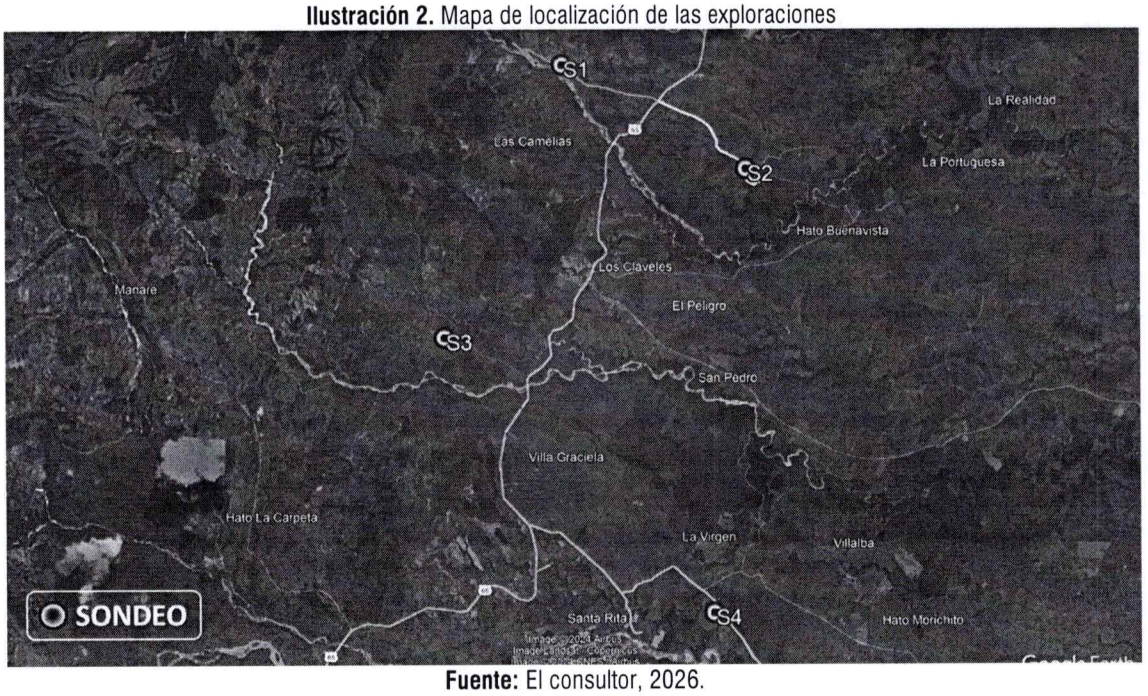
Categoría Baja	Categoría Media	Categoría Alta	Categoría Especial
Profundidad Mínima de sondeos: 6 m. Número mínimo de sondeos: 3	Profundidad Mínima de sondeos: 15 m. Número mínimo de sondeos: 4	Profundidad Mínima de sondeos: 25 m. Número mínimo de sondeos: 4	Profundidad Mínima de sondeos: 30 m. Número mínimo de sondeos: 5

Número mínimo de sondeos y profundidad por cada unidad de construcción Categoría de la unidad de construcción (NSR-10, Tabla H.3.2-1)

NSR-10, H.3.2.5 (Profundidad de los sondeos)

(c) 2.5 veces el ancho de la zapata de mayor dimensión.
(d) Longitud total del pilote más largo, mas 4 veces el diámetro del pilote o 2 veces el ancho del grupo de pilotes.
(e) 2.5 veces el ancho del cabezal de mayor dimensión para grupos de pilotes.
(f) En el caso de excavaciones, la profundidad de los sondeos debe ser como mínimo 1.5 veces la profundidad de excavación pero debe llegar a 2.0 veces la profundidad de excavación en suelos designados como E y F en el Título A.
(d) En los casos donde se encuentre roca firme, o aglomerados rocosos o capas de suelos firmes asimilables a rocas, a profundidades inferiores a las establecidas, el 50% de los sondeos deberán alcanzar las siguientes penetraciones en material firme (material designado como A, B o C en la Tabla A.2.4.4-1 del Título A de este Reglamento.), de acuerdo con la categoría de la unidad de construcción:
- Categoría Baja: los sondeos pueden suspenderse al llegar a estos materiales;
- Categoría Media, penetrar un mínimo de 2 metros en dichos materiales, o dos veces el diámetro de los pilotes en éstos apoyados;
- Categoría Alta y Especial, penetrar un mínimo de 4 metros o 2.5 veces el diámetro de pilotes respectivos, siempre y cuando se verifique la continuidad de la capa o la consistencia adecuada de los materiales y su consistencia con el marco geológico local.

Ilustración 2. Mapa de localización de las exploraciones



Fuente: El consultor, 2026.

Tabla 1. Coordenadas de localización y profundidad de las exploraciones

N° SONDEO	DESCRIPCIÓN	PROFUNDIDAD	UBICACIÓN
1	S1	3 m	71°51'16.44"O - 6° 3'19.56"N
2	S2	3 m	71°48'41.44"O - 6° 2'2.22"N
3	S3	3 m	71°52'42.40"O - 5°59'33.70"N
4	S4	3 m	71°48'51.52"O - 5°56'0.28"N

Fuente: El consultor, 2024.

2.2 ENSAYOS DE CAMPO Y LABORATORIO

Dentro de los ensayos de campo para los sondeos, la exploración del subsuelo se realiza por medio del *Ensayo de Penetración Estándar (SPT)*. Prueba dinámica que permite obtener la resistencia del suelo en sitio, a medida que se hacen las perforaciones.

La mecánica de la prueba y el equipo a utilizar corresponden a lo descrito en la norma ASTM D 1586-67 equivalente a la norma I.N.V.E. 111. Consiste en hincar en el estrato de interés un tomamuestras del tipo Cuchara Partida (Split Spoon Sampler) de diámetro 2", golpeándolo con un martillo de 63,5 Kg de peso, que se deja caer en forma libre desde 30" de altura, contando el número de golpes necesarios para lograr una penetración de 1 Pie, este número, se anota como N y es el resultado de la prueba. La prueba, se repitió, en cada una de las exploraciones, a intervalos de profundidad de 1 m, se logró perforar hasta las profundidades indicadas en los perfiles estratigráficos encontrando rechazo (más de 50 golpes x 15 cm).

Debido a que el terreno también está compuesto de materiales granulares (gravas) se utiliza el cono o punta para permitir la prospección manual, realizando se realizó la Prueba de Penetración Dinámica de Cono (DCPT).

Con el objetivo determinar las propiedades básicas de los diferentes tipos de suelo; en cada una de las exploraciones se toman muestras representativas de las unidades estratigráficas, recuperando muestras inalteradas por medio de la cuchara partida o alteradas tipo bolsa. Una vez identificadas y seleccionadas en campo son llevadas al laboratorio para realizar los siguientes ensayos:

- Análisis granulométrico por tamizado (Determinación de los tamaños de las partículas de los suelos). I.N.V.E. 123.
- Determinación en el laboratorio del contenido de agua (humedad) de muestras de suelo, roca y mezclas de suelo agregado. I.N.V.E. 123.
- Determinación del límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de los suelos. I.N.V.E. 125 y 126.

3. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE CAMPO Y LABORATORIO

3.1 PROPIEDADES BÁSICAS DEL PERFIL DE SUELO

De los ensayos de campo, resultados de laboratorio, registros estratigráficos y reconocimiento del sitio de estudio, se elabora el perfil estratigráfico de cada una de las exploraciones como se presentan en las siguientes ilustraciones:

Ilustración 3. Perfil estratigráfico del sondeo 1

Exploracion: *SONDEO 1*				Localizacion: 71°51'16.44"O - 6° 3'19.56"N															
PROFUNDIDAD (m)	NIVEL FREATICO	CORTE LITOLOGICO	DESCRIPCION	MUESTRA	Nº DE GOLPES / PIE	HUMEDAD (%)	PASA # 4 (%)	PASA # 200 (%)	LIMITE LIQUIDO (%)	LIMITE PLASTICO (%)	IND. PLASTICIDAD (%)	CLASIFICACION - U.S.C	P. UNITARIO seco (kN/m3)	P. UNITARIO hum. (kN/m3)	Cu (kN/m2)	Qu (kN/m2)	MODULO ELASTICO E (kN/m2)	ANGULO DE FRICCION ϕ(º)
0,00																		
0,20 0,40 0,60			LIMO ARENOSO COLOR CAFE Y OCRE	1	3 3	16	88	65	NL	NP	NIP	ML		18	9,4	18,8	6875	14,5
0,90 1,00 1,20 1,40 1,60 1,80 2,00 2,30 2,40 2,60 2,80 3,00			BOLOS Y GRAVAS EN MATRIZ ARENO LIMOSA DE COLOR CAFÉ Y OCRE	2	43 47 (R) 48 51 (R)	9,2	47	22	NL	NP	NIP	GM		18,9	0	0	53560	34,1

Fuente: El consultor, 2024.

Ilustración 4. Perfil estratigráfico del sondeo 2.

Exploracion: SONDEO 2				Localizacion: 71°48'41.44"O - 6° 2'2.22"N														
PROFUNDIDAD (m)	NIVEL FREATICO	CORTE LITOLOGICO	DESCRIPCION	MUESTRA	Nº DE GOLPES / PIE	HUMEDAD (%)	PASA # 4 (%)	PASA # 200 (%)	LIMITE LIQUIDO (%)	LIMITE PLASTICO (%)	IND. PLASTICIDAD (%)	CLASIFICACION - U.S.C	P. UNITARIO seco (kN/m3)	P. UNITARIO hum. (kN/m3)	Cu (kN/m2)	Qu (kN/m2)	MODULO ELASTICO E (kN/m2)	ANGULO DE FRICCION ϕ(º)
0,00																		
0,20																		
0,40																		
0,70					3													
0,90			ARENA LIMOSA COLOR CAFE Y OCRE	1	3	13	97	63	NL	NP	NIP	SM		17,04	10,3	20,6	6988	14,5
1,00					4													
1,20					3													
1,40					41													
1,60					42													
1,80					(R)													
2,00					46													
2,30			BOLOS Y GRAVAS EN MATRIZ ARENO LIMOSA DE COLOR CAFÉ Y OCRE	2	48	8,5	63	39	NL	NP	NIP	GM		18,84	0	0	49960	33,8
2,40					(R)													
2,60																		
2,80																		
3,00																		

Fuente: El consultor, 2024.

Ilustración 5. Perfil estratigráfico del sondeo 3.

Exploracion: SONDEO 3				Localizacion: 71°52'42.40"O - 5°59'33.70"N														
PROFUNDIDAD (m)	NIVEL FREATICO	CORTE LITOLOGICO	DESCRIPCION	MUESTRA	Nº DE GOLPES / PIE	HUMEDAD (%)	PASA # 4 (%)	PASA # 200 (%)	LIMITE LIQUIDO (%)	LIMITE PLASTICO (%)	IND. PLASTICIDAD (%)	CLASIFICACION - U.S.C	P. UNITARIO seco (kN/m3)	P. UNITARIO hum. (kN/m3)	Cu (kN/m2)	Qu (kN/m2)	MODULO ELASTICO E (kN/m2)	ANGULO DE FRICCION ϕ(º)
0,00																		
0,20																		
0,40			LIMO CON ARENA COLOR CAFE Y OCRE	1	4	16	99	78	NL	NP	NIP	SM		18,2	12,5	25	7250	15,0
0,70					4													
0,90					43													
1,00					47													
1,20					(R)													
1,40					50													
1,60					53													
1,80			BOLOS Y GRAVAS EN MATRIZ ARENO LIMOSA DE COLOR CAFÉ Y OCRE	2	(R)	8,1	49	26	NL	NP	NIP	GM		19,0	0	0	54760	34,3
2,00																		
2,30																		
2,40																		
2,60																		
2,80																		
3,00																		

Fuente: El consultor, 2024.

Ilustración 6. Perfil estratigráfico del sondeo 4.

Exploracion: *SONDEO 4*																				
Localizacion: 71°48'51.52"O - 5°56'0.28"N																				
PROFUNDIDAD (m)	NIVEL FREATICO	CORTE LITOLOGICO	DESCRIPCION	MUESTRA	Nº DE GOLPES / PIE	HUMEDAD (%)	PASA # 4 (%)	PASA # 200 (%)	LIMITE LIQUIDO (%)	LIMITE PLASTICO (%)	IND. PLASTICIDAD (%)	CLASIFICACION - U.S.C	P. UNITARIO seco (kN/m3)	P. UNITARIO hum. (kN/m3)	Cu (kN/m2)	Qu (kN/m2)	MODULO ELASTICO E (kN/m2)	ANGULO DE FRICCION ϕ(°)
0,00																				
0,20 0,40 0,70 **0,90** 1,00 **1,20** 1,40 **1,60**			ARENA LIMOSA COLOR CAFE Y OCRE	1	3 5 3	14	96	60	NL	NP	NIP	SM		17,04	11,6	23,1	7138	14,9
1,80 **2,00** **2,30** 2,40 2,60 2,80 **3,00**			BOLOS Y GRAVAS EN MATRIZ ARENO LIMOSA DE COLOR CAFÉ Y OCRE	2	38 43 (R) 44 46 (R)	7,2	62	36	NL	NP	NIP	GM		18,7	0	0	48160	33,6

Fuente: El consultor, 2024.

Se estiman los parámetros efectivos de resistencia con los valores N del SPT teniendo en cuenta la siguiente formulación.

-Suelos granulares no cohesivos Según Casagrande la correlación entre N número golpes en el ensayo normal de penetración SPT , el peso seco,γ, y ángulo de fricción ø es el siguiente:

Tabla 2. Correlación entre número de golpes ensayo SPT

Material	Compacidad	Densidad Relativa	N (SPT)	γ_{seca} (g/cm^3)	Relación de vacíos	Ángulo de fricción interna
GW: gravas bien graduadas, mezclas de grava y arena	Densa	75%	90	2.21	0.22	40°
	Media	50%	55	2.08	0.28	36°
	Suelta	25%	< 28	1.97	0.36	32°
GP: gravas mal graduadas, mezclas de grava y arena	Densa	75%	70	2.04	0.33	38°
	Media	50%	50	1.92	0.39	35°
	Suelta	25%	< 20	1.83	0.47	32°
SW: arenas bien graduadas, arenas gravosas	Densa	75%	65	1.89	0.43	37°
	Media	50%	35	1.79	0.49	34°
	Suelta	25%	< 15	1.70	0.57	30°
SP: arenas mal graduadas, arenas gravosas	Densa	75%	50	1.76	0.52	36°
	Media	50%	30	1.67	0.60	33°
	Suelta	25%	< 10	1.59	0.65	29°
SM: arenas limosas	Densa	75%	45	1.65	0.62	35°
	Media	50%	25	1.55	0.74	32°
	Suelta	25%	< 8	1.49	0.80	29°
ML: limos inorgánicos, arenas muy finas	Densa	75%	35	1.49	0.80	33°
	Media	50%	20	1.41	0.90	31°
	Suelta	25%	< 4	1.35	1.00	27°

donde: γ seca: peso unitario seco

Fuente: Casagrande, A. (1948) "Classification and Identification of Soils", Transactions ASCE, 113, p.901,992.

Schmertman (1970) plantea las siguientes correlaciones para suelos mixtos:

Schmertman (1970)	
para N<25	*para N>25*
$\phi = 5,35 \cdot Ln\ (NSPT) + 14,44$	$\phi = 24 + 5,77 \cdot Ln(0,1667 \cdot NSPT)$
$Cu = 0,22\ Ln(NSPT) - 0,40$	$Cu = 0,22\ Ln(NSPT) - 0,40$

3.2 DESCRIPCIÓN DEL PERFIL DE SUELO

Teniendo en cuenta la estratigrafía observada, ensayos de laboratorio y de campo; el perfil de suelo esta constituido esencialmente por una capa superior arena y limo color café y ocre (SM) de hasta 1.60m de espesor en algunas exploraciones, seguido de una capa de bolos y gravas en matriz areno limosa café y ocre (GM) hacia la base. Las propiedades físico-mecánicas encontradas en el perfil de suelo explorado, reflejan características favorables con relación a los requerimientos de la fundación del proyecto (Ver ilustraciones 3 a 6).

De la localización geológica y geomorfológica del sitio de estudio nos lleva a clasificar el suelo explorado, como un depósito de edad cuaternaria normalmente consolidado (N.C.), lo que indica que durante el tiempo geológico y actual no ha soportado cargas de tipo permanente y transitorio.

3.3 NIVEL FREÁTICO O AGUA SUBTERRÁNEA

Teniendo en cuenta los resultados de las exploraciones y la profundidad máxima alcanzada. Durante la ejecución de los ensayos de campo, no se encontró el nivel freático en ninguna de las exploraciones, como se puede evidenciar en las ilustraciones 3 a 6.

4. EVALUACIÓN GEOTÉCNICA

4.1 CALCULO DE CAPACIDAD DE SOPORTE

Con base en los resultados de investigación del subsuelo, en cuanto a su resistencia y compresibilidad, teniendo en cuenta la topografía del terreno y suelo de fundación al igual que las características estructurales del proyecto, se dimensiona la cimentación para las condiciones más críticas de carga adoptando una capacidad portante neta de seguridad. El esfuerzo límite básico de falla de cimentaciones superficiales puede calcularse de acuerdo con la siguiente formulación: (Terzaghi).

$$\sigma_o = c*Nc + q*N_q + \frac{\gamma * B * N_\gamma}{2}$$

Donde Nc, N_q y N_γ son factores adimensionales de capacidad portante calculados según las siguientes ecuaciones:

$$N_q = e^{\pi * \tan\phi} \tan^2\left(\frac{\pi}{4} + \frac{\phi}{2}\right) \qquad Nc = (N_q - 1)*\cot\phi \qquad N_\gamma = 2(N_q - 1)*\tan\phi$$

Donde:

σ_o = Capacidad Portante Total Ultima

Nc = Factor de capacidad portante, término de cohesión

Nq = Factor de capacidad portante, término de confinamiento

N_γ = Factor de capacidad portante, término de sobrecarga

Df = D = profundidad de cimentación

B = ancho de la cimentación

c = cohesión del suelo

ϕ = ángulo de fricción interna del suelo

Para la determinación del esfuerzo admisible o esfuerzo neto de seguridad (σ_{NS}), se determina primero el esfuerzo neto de sobrecarga (σ_N), el cual es el resultado de la diferencia entre la capacidad portante o esfuerzo total último σ_o y el esfuerzo de sobre capa al nivel de fundación q (γ_{hum}*D_f). Luego se determina el esfuerzo o capacidad portante neta de seguridad (σ_{NS}), teniendo en cuenta un factor de seguridad de 3 de acuerdo a los indicados en el capítulo H.4.7.1 de la norma NSR – 10.

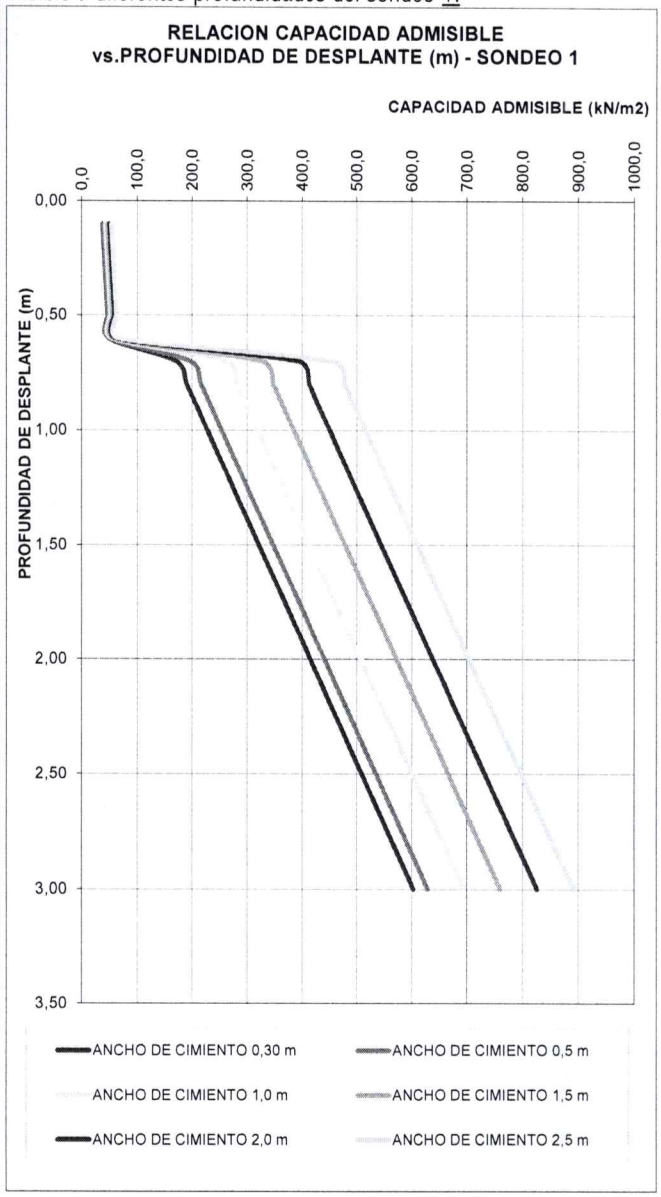
La profundidad (D_f, Nq) es predominante en suelos de cohesión baja. Solamente un pequeño aumento de D incrementa sustancialmente el valor de σ_o.

El ancho de la base 0,5 BN_γ da un incremento de capacidad de soporte para ambos tipos de suelos. Si B = 3 o 4 su aporte es insignificante.

Teniendo en cuenta que las exploraciones realizadas se evidencia suelos aptos para cimentación. En la tablas 3 a 6 se resumen los valores de capacidad portante obtenidos para diferentes anchos de cimiento, con base en los parámetros más críticos de las exploraciones ejecutadas.

Tabla 3. Valores capacidad de carga admisible a diferentes profundidades del sondeo 1.

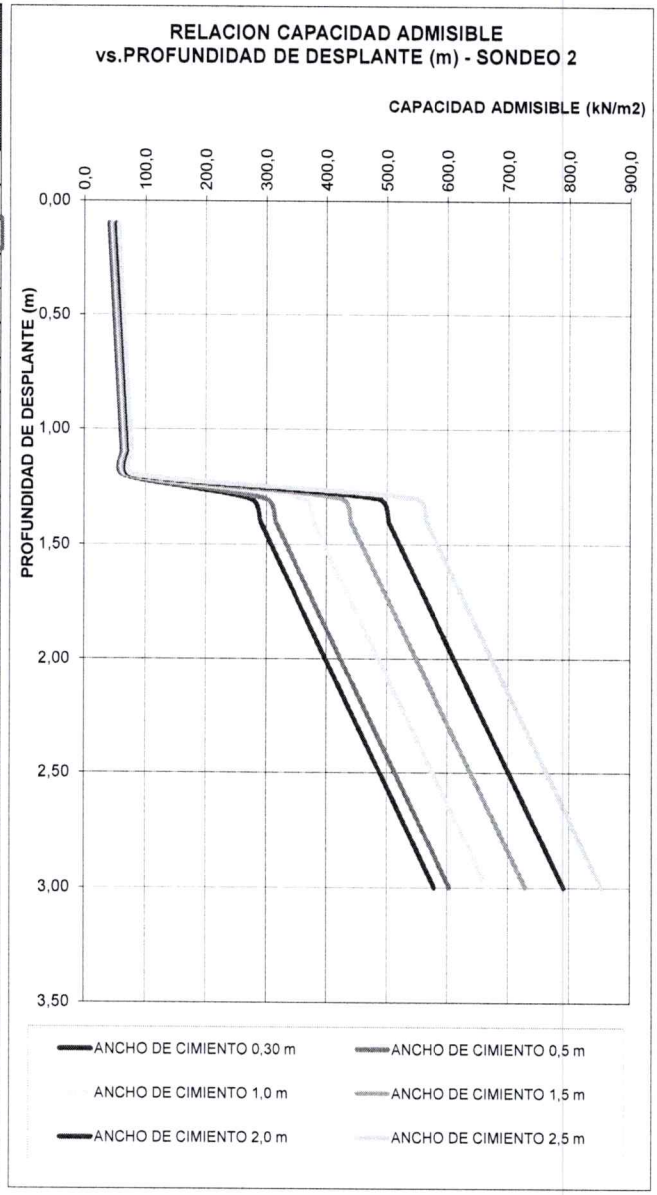
ANCHO DE CIMIENTO (m)	0,30	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	C (kN/m2)	Ø
Df (m)	CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE (kN/m^2)							
0,10	37,90	39,37	43,06	46,76	50,45	54,14	9,4	14,5
0,20	40,15	41,63	45,32	49,01	52,70	56,40	9,4	14,5
0,30	42,41	43,88	47,58	51,27	54,96	58,65	9,4	14,5
0,40	44,66	46,14	49,83	53,52	57,21	60,91	9,4	14,5
0,50	46,92	48,39	52,09	55,78	59,47	63,16	9,4	14,5
0,60	49,17	50,65	54,34	58,03	61,73	65,42	9,4	14,5
0,70	170,84	197,11	262,80	328,49	394,18	459,87	0,0	34,1
0,80	189,61	215,89	281,58	347,27	412,96	478,65	0,0	34,1
0,90	208,39	234,66	300,35	366,04	431,73	497,42	0,0	34,1
1,00	227,16	253,44	319,13	384,82	450,51	516,20	0,0	34,1
1,10	245,94	272,21	337,90	403,59	469,28	534,97	0,0	34,1
1,20	264,71	290,99	356,68	422,37	488,06	553,75	0,0	34,1
1,30	283,49	309,76	375,45	441,14	506,83	572,52	0,0	34,1
1,40	302,26	328,54	394,23	459,92	525,61	591,30	0,0	34,1
1,50	321,03	347,31	413,00	478,69	544,38	610,07	0,0	34,1
1,60	339,81	366,09	431,78	497,47	563,16	628,85	0,0	34,1
1,70	358,58	384,86	450,55	516,24	581,93	647,62	0,0	34,1
1,80	377,36	403,64	469,33	535,02	600,70	666,39	0,0	34,1
1,90	396,13	422,41	488,10	553,79	619,48	685,17	0,0	34,1
2,00	414,91	441,18	506,87	572,56	638,25	703,94	0,0	34,1
2,10	433,68	459,96	525,65	591,34	657,03	722,72	0,0	34,1
2,20	452,46	478,73	544,42	610,11	675,80	741,49	0,0	34,1
2,30	471,23	497,51	563,20	628,89	694,58	760,27	0,0	34,1
2,40	490,01	516,28	581,97	647,66	713,35	779,04	0,0	34,1
2,50	508,78	535,06	600,75	666,44	732,13	797,82	0,0	34,1
2,60	527,56	553,83	619,52	685,21	750,90	816,59	0,0	34,1
2,70	546,33	572,61	638,30	703,99	769,68	835,37	0,0	34,1
2,80	565,11	591,38	657,07	722,76	788,45	854,14	0,0	34,1
2,90	583,88	610,16	675,85	741,54	807,23	872,92	0,0	34,1
3,00	602,66	628,93	694,62	760,31	826,00	891,69	0,0	34,1



Teniendo en cuenta los resultados de capacidad de carga para cada ancho de cimiento del sondeo 1 y de acuerdo a los requerimientos del proyecto se determina un valor de capacidad de carga admisible de σ_{NS} = **42,41 kN/m^2** para una profundidad de cimentación de **0.30m** y ancho mínimo de 0.30m (Ver tabla 3).

Tabla 4. Valores capacidad de carga admisible a diferentes profundidades del sondeo 2.

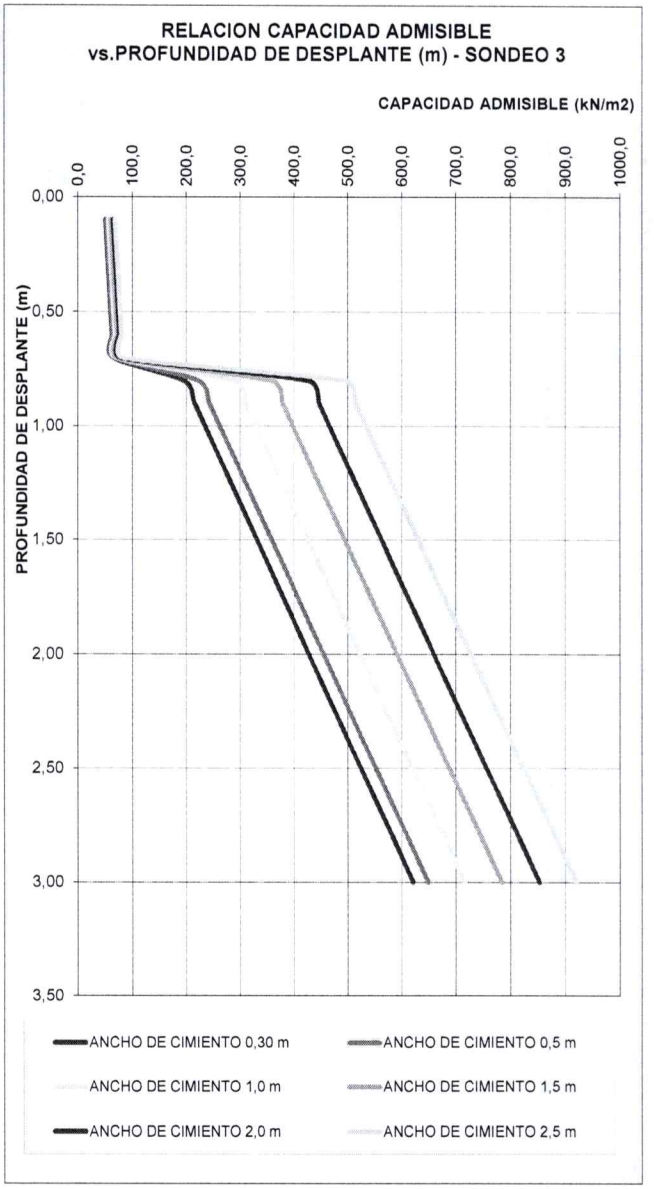
ANCHO DE CIMIENTO (m)	0,30	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	C (kN/m2)	Ø
Df (m)	CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE (kN/m²)							
0,10	40,86	42,26	45,75	49,25	52,74	56,24	10,3	14,5
0,20	42,99	44,39	47,89	51,38	54,88	58,37	10,3	14,5
0,30	45,13	46,53	50,02	53,52	57,01	60,51	10,3	14,5
0,40	47,26	48,66	52,16	55,65	59,15	62,64	10,3	14,5
0,50	49,40	50,80	54,29	57,79	61,28	64,78	10,3	14,5
0,60	51,53	52,93	56,43	59,92	63,42	66,91	10,3	14,5
0,70	53,67	55,07	58,56	62,06	65,55	69,05	10,3	14,5
0,80	55,80	57,20	60,70	64,19	67,69	71,18	10,3	14,5
0,90	57,94	59,34	62,83	66,33	69,82	73,32	10,3	14,5
1,00	60,07	61,47	64,97	68,46	71,96	75,45	10,3	14,5
1,10	62,21	63,61	67,10	70,60	74,09	77,59	10,3	14,5
1,20	64,34	65,74	69,24	72,73	76,23	79,72	10,3	14,5
1,30	272,07	297,07	359,57	422,06	484,56	547,06	0,0	33,8
1,40	290,11	315,11	377,61	440,11	502,61	565,11	0,0	33,8
1,50	308,16	333,16	395,65	458,15	520,65	583,15	0,0	33,8
1,60	326,20	351,20	413,70	476,20	538,69	601,19	0,0	33,8
1,70	344,24	369,24	431,74	494,24	556,74	619,24	0,0	33,8
1,80	362,29	387,29	449,79	512,28	574,78	637,28	0,0	33,8
1,90	380,33	405,33	467,83	530,33	592,83	655,32	0,0	33,8
2,00	398,38	423,37	485,87	548,37	610,87	673,37	0,0	33,8
2,10	416,42	441,42	503,92	566,42	628,91	691,41	0,0	33,8
2,20	434,46	459,46	521,96	584,46	646,96	709,46	0,0	33,8
2,30	452,51	477,51	540,00	602,50	665,00	727,50	0,0	33,8
2,40	470,55	495,55	558,05	620,55	683,05	745,54	0,0	33,8
2,50	488,59	513,59	576,09	638,59	701,09	763,59	0,0	33,8
2,60	506,64	531,64	594,14	656,63	719,13	781,63	0,0	33,8
2,70	524,68	549,68	612,18	674,68	737,18	799,68	0,0	33,8
2,80	542,73	567,73	630,22	692,72	755,22	817,72	0,0	33,8
2,90	560,77	585,77	648,27	710,77	773,26	835,76	0,0	33,8
3,00	578,81	603,81	666,31	728,81	791,31	853,81	0,0	33,8



Teniendo en cuenta los resultados de capacidad de carga para cada ancho de cimiento del sondeo 2 y de acuerdo a los requerimientos del proyecto se determina un valor de capacidad de carga admisible de σ_{NS} = **45,13 kN/m²** para una profundidad de cimentación de **0.30m** y ancho mínimo de 0.30m (Ver tabla 4).

Tabla 5. Valores capacidad de carga admisible a diferentes profundidades del sondeo 3.

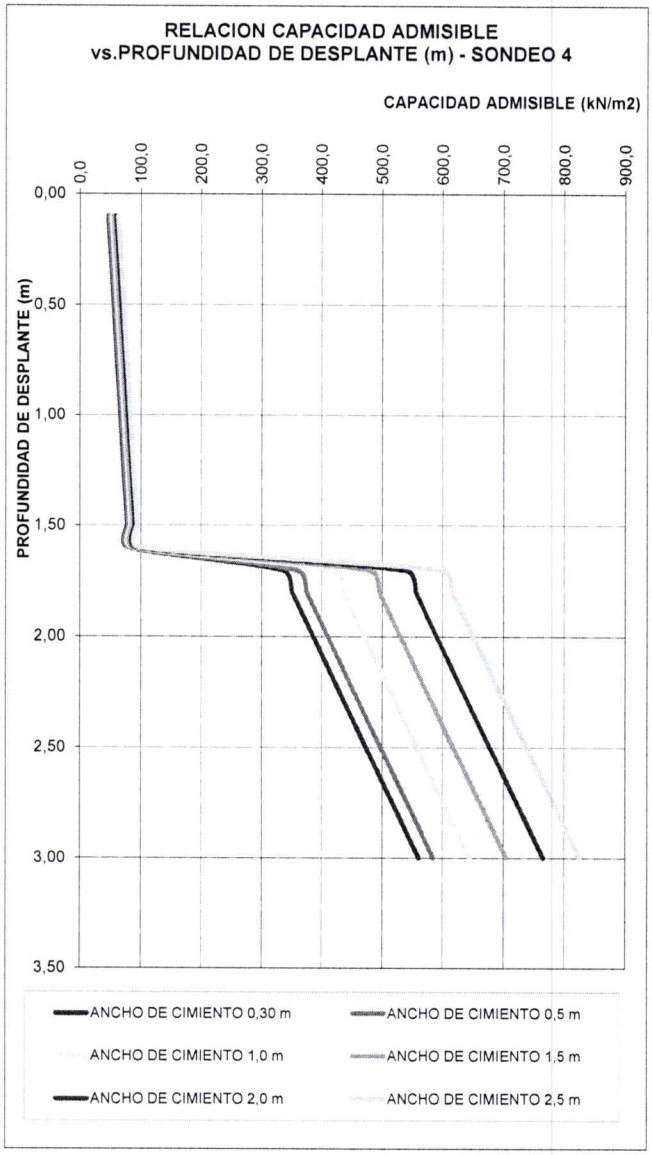
ANCHO DE CIMIENTO (m)	0,30	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	C (kN/m2)	Ø
Df (m)	CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE (kN/m^2)							
0,10	50,54	52,14	56,16	60,17	64,19	68,21	12,5	15,0
0,20	52,93	54,53	58,55	62,57	66,58	70,60	12,5	15,0
0,30	55,32	56,92	60,94	64,96	68,97	72,99	12,5	15,0
0,40	57,71	59,32	63,33	67,35	71,36	75,38	12,5	15,0
0,50	60,10	61,71	65,72	69,74	73,75	77,77	12,5	15,0
0,60	62,49	64,10	68,11	72,13	76,15	80,16	12,5	15,0
0,70	64,88	66,49	70,50	74,52	78,54	82,55	12,5	15,0
0,80	195,61	222,86	290,99	359,12	427,25	495,38	0,0	34,3
0,90	214,95	242,20	310,33	378,47	446,60	514,73	0,0	34,3
1,00	234,29	261,55	329,68	397,81	465,94	534,07	0,0	34,3
1,10	253,64	280,89	349,02	417,15	485,28	553,41	0,0	34,3
1,20	272,98	300,23	368,36	436,49	504,62	572,75	0,0	34,3
1,30	292,32	319,57	387,70	455,83	523,96	592,09	0,0	34,3
1,40	311,66	338,91	407,04	475,17	543,30	611,43	0,0	34,3
1,50	331,00	358,25	426,38	494,51	562,65	630,78	0,0	34,3
1,60	350,34	377,60	445,73	513,86	581,99	650,12	0,0	34,3
1,70	369,69	396,94	465,07	533,20	601,33	669,46	0,0	34,3
1,80	389,03	416,28	484,41	552,54	620,67	688,80	0,0	34,3
1,90	408,37	435,62	503,75	571,88	640,01	708,14	0,0	34,3
2,00	427,71	454,96	523,09	591,22	659,35	727,48	0,0	34,3
2,10	447,05	474,30	542,43	610,56	678,69	746,83	0,0	34,3
2,20	466,39	493,65	561,78	629,91	698,04	766,17	0,0	34,3
2,30	485,74	512,99	581,12	649,25	717,38	785,51	0,0	34,3
2,40	505,08	532,33	600,46	668,59	736,72	804,85	0,0	34,3
2,50	524,42	551,67	619,80	687,93	756,06	824,19	0,0	34,3
2,60	543,76	571,01	639,14	707,27	775,40	843,53	0,0	34,3
2,70	563,10	590,35	658,48	726,61	794,74	862,87	0,0	34,3
2,80	582,44	609,70	677,83	745,96	814,09	882,22	0,0	34,3
2,90	601,79	629,04	697,17	765,30	833,43	901,56	0,0	34,3
3,00	621,13	648,38	716,51	784,64	852,77	920,90	0,0	34,3



Teniendo en cuenta los resultados de capacidad de carga para cada ancho de cimiento del sondeo 3 y de acuerdo a los requerimientos del proyecto se determina un valor de capacidad de carga admisible de σ_{NS} = **55,32 kN/m^2** para una profundidad de cimentación de **0.30m** y ancho mínimo de 0.30m (Ver tabla 5).

Tabla 6. Valores capacidad de carga admisible a diferentes profundidades del sondeo 4.

ANCHO DE CIMIENTO (m)	0,30	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	C (kN/m2)	Ø
Df (m)	CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE (kN/m^2)							
0,10	46,64	48,12	51,83	55,53	59,24	62,95	11,6	14,9
0,20	48,86	50,34	54,05	57,75	61,46	65,16	11,6	14,9
0,30	51,08	52,56	56,26	59,97	63,68	67,38	11,6	14,9
0,40	53,29	54,78	58,48	62,19	65,89	69,60	11,6	14,9
0,50	55,51	56,99	60,70	64,40	68,11	71,82	11,6	14,9
0,60	57,73	59,21	62,92	66,62	70,33	74,03	11,6	14,9
0,70	59,95	61,43	65,13	68,84	72,54	76,25	11,6	14,9
0,80	62,16	63,65	67,35	71,06	74,76	78,47	11,6	14,9
0,90	64,38	65,86	69,57	73,27	76,98	80,69	11,6	14,9
1,00	66,60	68,08	71,79	75,49	79,20	82,90	11,6	14,9
1,10	68,82	70,30	74,00	77,71	81,41	85,12	11,6	14,9
1,20	71,03	72,51	76,22	79,93	83,63	87,34	11,6	14,9
1,30	73,25	74,73	78,44	82,14	85,85	89,56	11,6	14,9
1,40	75,47	76,95	80,66	84,36	88,07	91,77	11,6	14,9
1,50	77,68	79,17	82,87	86,58	90,28	93,99	11,6	14,9
1,60	79,90	81,38	85,09	88,80	92,50	96,21	11,6	14,9
1,70	333,26	357,32	417,46	477,60	537,74	597,89	0,0	33,6
1,80	350,74	374,80	434,94	495,08	555,22	615,37	0,0	33,6
1,90	368,22	392,28	452,42	512,56	572,71	632,85	0,0	33,6
2,00	385,70	409,76	469,90	530,04	590,19	650,33	0,0	33,6
2,10	403,18	427,24	487,38	547,53	607,67	667,81	0,0	33,6
2,20	420,67	444,72	504,86	565,01	625,15	685,29	0,0	33,6
2,30	438,15	462,20	522,34	582,49	642,63	702,77	0,0	33,6
2,40	455,63	479,68	539,83	599,97	660,11	720,25	0,0	33,6
2,50	473,11	497,16	557,31	617,45	677,59	737,73	0,0	33,6
2,60	490,59	514,65	574,79	634,93	695,07	755,21	0,0	33,6
2,70	508,07	532,13	592,27	652,41	712,55	772,69	0,0	33,6
2,80	525,55	549,61	609,75	669,89	730,03	790,18	0,0	33,6
2,90	543,03	567,09	627,23	687,37	747,51	807,66	0,0	33,6
3,00	560,51	584,57	644,71	704,85	765,00	825,14	0,0	33,6



Teniendo en cuenta los resultados de capacidad de carga para cada ancho de cimiento del sondeo 4 y de acuerdo a los requerimientos del proyecto se determina un valor de capacidad de carga admisible de σ_{NS} = **51,08 kN/m^2** para una profundidad de cimentación de **0.30m** y ancho mínimo de 0.30m (Ver tabla 6).

4.2 CALCULO DE ASENTAMIENTOS

Para determinar los asentamientos inmediatos es necesario conocer el perfil estratigráfico del suelo de fundación, las propiedades físico mecánicas, determinar si el suelo es normalmente consolidado o sobreconsolidado. El suelo de fundación no ha soportado cargas a través del tiempo, lo que significa que el suelo es normalmente consolidado (N.C.).

Los asentamientos primarios o inmediatos se basan en la teoría de la elasticidad, es decir que tienen en cuenta el Módulo de Elasticidad E y la Relación de Poisson ν del suelo de fundación, y se determinan para el centro y en una esquina del cimento por medio de la siguiente formulación:

$S_i = \frac{q * B * (1-\nu 2) * Is}{E}$, en la esquina $\qquad$ $S_i = \frac{4 * q * B * (1-\nu 2) * Is}{E}$, en el centro

Donde:

S_i = Asentamiento inmediato

q = Esfuerzo o carga neta aplicada a la cimentación

B = ancho de la cimentación

ν = Relación de Poisson

E = Módulo de Elasticidad

I_s = Factor de influencia de asentamientos

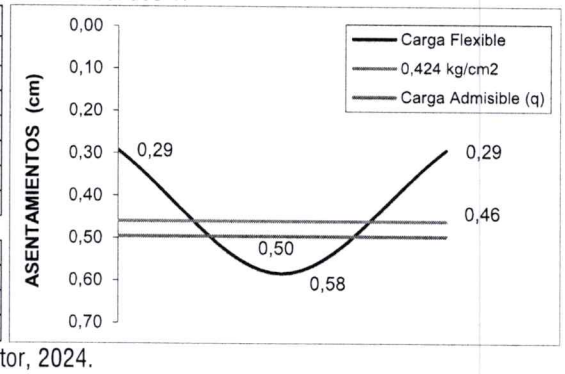
Se realiza el cálculo de asentamiento con los parámetros de cada sondeo teniendo en cuenta la capacidad de carga admisible calculada.

- **Sondeo 1**

Tabla 7. Cálculo de asentamientos – sondeo 1.

Carga admisible (q):	0,424	kg/cm²	0,42	kg/cm²
Módulo de Young (E):	68,75	kg/cm²	68,75	kg/cm²
Coeficiente de Poisson (v):	0,25		0,25	
Ancho cimentación (b):	0,30	m	30	cm
Largo cimentación (l):	0,30	m	30	cm
m:			1,00	
lp:			0,56	
Factor de seguridad:	3,00		3,00	

	Asentamientos carga flexible			
Carga rígida	Esquina	Centro	Valor medio	Carga total
(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(T)
0,46	0,29	0,58	0,50	0,38



Fuente: El consultor, 2024.

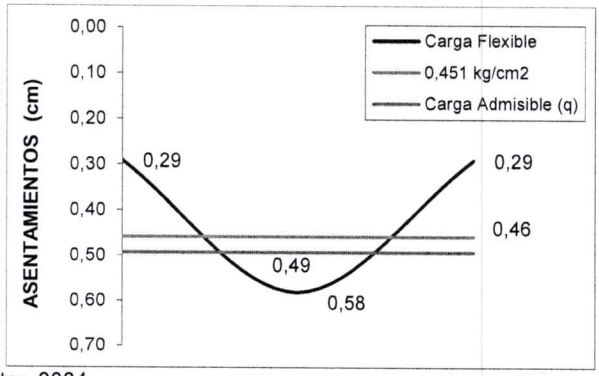
Para un cimiento de ancho 0.30m y cimentado a 0.30 m de profundidad, el valor de asentamiento total promedio obtenido para el sondeo 1 es **0.50 cm**. Considerado como un asentamiento permisible y que no afecta la estabilidad de la estructura.

- **Sondeo 2**

Tabla 8. Cálculo de asentamientos – sondeo 2.

Carga admisible (q):	0,451	kg/cm²	0,45	kg/cm²
Módulo de Young (E):	69,88	kg/cm²	69,88	kg/cm²
Coeficiente de Poisson (v):	0,33		0,33	
Ancho cimentación (b):	0,30	m	30	cm
Largo cimentación (l):	0,30	m	30	cm
m:			1,00	
lp:			0,56	
Factor de seguridad:	3,00		3,00	

	Asentamientos carga flexible			
Carga rígida	Esquina	Centro	Valor medio	Carga total
(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(T)
0,46	0,29	0,58	0,49	0,41



Fuente: El consultor, 2024.

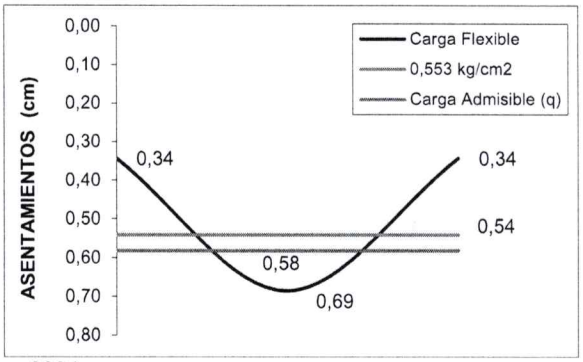
Para un cimiento de ancho 0.30m y cimentado a 0.30 m de profundidad, el valor de asentamiento total promedio obtenido para el sondeo 2 es **0.49 cm**. Considerado como un asentamiento permisible y que no afecta la estabilidad de la estructura.

- **Sondeo 3**

Tabla 9. Cálculo de asentamientos – sondeo 3.

Carga admisible (q):	0,553	kg/cm²	0,55	kg/cm²
Módulo de Young (E):	72,50	kg/cm²	72,50	kg/cm²
Coeficiente de Poisson (v):	0,33		0,33	
Ancho cimentación (b):	0,30	m	30	cm
Largo cimentación (l):	0,30	m	30	cm
m:			1,00	
Ip:			0,56	
Factor de seguridad:	3,00		3,00	

	Asentamientos carga flexible			
Carga rígida	Esquina	Centro	Valor medio	Carga total
(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(T)
0,54	0,34	0,69	0,58	0,50



Fuente: El consultor, 2024.

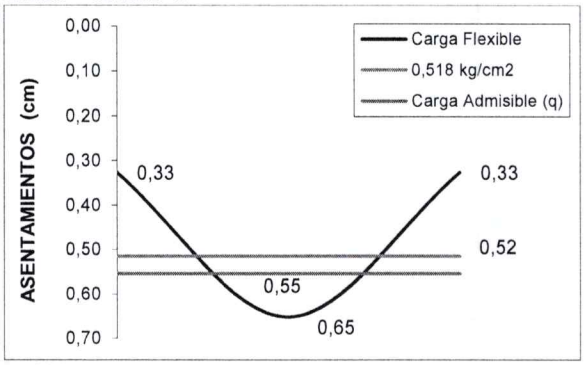
Para un cimiento de ancho 0.30m y cimentado a 0.30 m de profundidad, el valor de asentamiento total promedio obtenido para el sondeo 3 es **0.58 cm**. Considerado como un asentamiento permisible y que no afecta la estabilidad de la estructura.

- **Sondeo 4**

Tabla 10. Cálculo de asentamientos – sondeo 4.

Carga admisible (q):	0,518	kg/cm²	0,52	kg/cm²
Módulo de Young (E):	71,38	kg/cm²	71,38	kg/cm²
Coeficiente de Poisson (v):	0,33		0,33	
Ancho cimentación (b):	0,30	m	30	cm
Largo cimentación (l):	0,30	m	30	cm
m:			1,00	
Ip:			0,56	
Factor de seguridad:	3,00		3,00	

	Asentamientos carga flexible			
Carga rígida	Esquina	Centro	Valor medio	Carga total
(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(T)
0,52	0,33	0,65	0,55	0,47



Fuente: El consultor, 2024.

Para un cimiento de ancho 0.30m y cimentado a 0.30 m de profundidad, el valor de asentamiento total promedio obtenido para el sondeo 3 es **0.58 cm**. Considerado como un asentamiento permisible y que no afecta la estabilidad de la estructura.

4.3 MODULO DE REACCIÓN DEL SUELO

A partir del ensayo de placa de carga, mediante formulación planteada por Terzaghi, que contempla las dimensiones del cimiento, se puede obtener el módulo de balasto. En general, este método es para

zapatas, porque en el caso de losas es más complejo y se debe estudiar la rigidez del conjunto de estructura-cimentación, aunque como se verá, es posible adaptarlo para obtener un primer orden de magnitud. Dada una losa rectangular y un coeficiente de balasto obtenido mediante ensayo de placa de carga de 30x30cm definimos:

b: ancho equivalente de la cimentación (m)
l: lado mayor o longitud de la losa (m) "
Ks,30: módulo obtenido en placa de 30x30cm (kN/m3)
Ks,cuadrada: módulo del cimiento cuadrado (kN/m3
Ks,rectangular: módulo del cimiento rectangular (kN/m3)

Para el cálculo del módulo de balasto del cimiento rectangular será necesario primero calcular el de la cuadrada.

El módulo de balasto del cimiento rectangular en función del de la placa cuadrada se define por (Terzaghi 1955).

Ks, rectangular= (2/3) Ks, cuadrada [1+ b/(2l)], donde Ks, cuadrada se determina en función del tipo de suelo y del ensayo de placa de carga de 30x30:

Suelos cohesivos (arcillas):

Ks, cuadrado cohesivo= Ks,30 [0,30/b]

Suelos arenosos o granulares:

Ks, cuadrado arenoso= Ks,30 [(b+0,30)/(2b)]2

Tabla 11. Valores del Módulo de Reacción del Suelo para cimentación cuadrada y rectangular.

b: ancho equivalente del cimiento (m):	l: lado mayor o longitud de la losa (m) ",	Ks,30: módulo obtenido en placa de 30x30cm (kN/m3). ",	Ks, RECTANGULAR (Kn/m3)	Ks, CUADRADA (Granulares)
0,3	1	1,5E+05	1,2E+05	3,0E+05
0,5	2	1,5E+05	6,8E+04	2,4E+05
1	3	1,5E+05	3,5E+04	2,0E+05
1,5	4	1,5E+05	2,4E+04	1,8E+05
2	5	1,5E+05	1,8E+04	1,7E+05

Ilustración 7. Valores aproximados del módulo de balasto K_{300}.

(Placa cuadrada ℓ = 300 mm)

División primaria	Grupo de suelos y descripción típica	Símbolo	N/mm³
Gravas y suelos con gravas	Gravas con buena granulometría o mezclas de arena y grava. Pocos finos.	GW	0,28 – 0,40
	Mezclas de arcilla-arena-grava, con buena granulometría. Excelente trabazón.	GC	0,24 – 0,40
	Gravas con pobre granulometría y mezclas de arenas y gravas. Pocos finos.	GP	0,18 – 0,28
	Gravas con finos, gravas limosas, gravas arcillosas. Mezclas arcilla, arena y grava con mala granulometría.	GF	0,15 – 0,28
Arenas y suelos arenosos	Arenas con buena granulometría y arenas con gravas. Pocos finos.	SW	0,15 – 0,35
	Mezclas de arenas y arcillas con buena granulometría. Excelente trabazón.	SC	0,15 – 0,35
	Arenas con mala granulometría. Pocos finos.	SP	0,13 – 0,20
	Arenas con finos, arenas limosas, arenas arcillosas. Mezclas arena-arcilla con mala granulometría.	SF	0,11 – 0,20
Suelos de grano fino con baja o media plasticidad	Limos inorgánicos y arenas finas. Polvo rocoso, arenas finas limosas o arcillosas con ligera plasticidad.	ML	0,9 – 0,20
	Arcillas inorgánicas de plasticidad baja o media, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas pobres.	CL	0,9 – 0,13
	Limos orgánicos y limo-arcillas de baja plasticidad.	OL	0,07 – 0,11

5. EXCAVACIONES

De acuerdo a las características del proyecto si se requiere hacer una excavación para la adecuación de la estructura se recomienda controlar las excavaciones y además dar un adecuado manejo de aguas superficiales y subsuperficiales, teniendo en cuenta que lateralmente se presentan cargas temporales generadas por los equipos y personal empleado durante el proceso constructivo, y así evitar fallas en los sistemas estructurales o deformaciones excesivas del terreno que pueda ocasionar alteraciones al suelo de fundación y en los taludes de excavación.

Teniendo en cuenta que las características del suelo explorado y los requerimientos del proyecto, las excavaciones con talud natural vertical a 90° sólo se pueden realizar de manera temporal a una profundidad máxima de 1.2m de profundidad. Para profundidades superiores, las excavaciones sólo se pueden realizar conformando la pared del talud con una pendiente 1:1.5 sin que se desmorone, asegurando la estabilidad de la excavación.

5.1 COEFICIENTE LATERAL DE PRESION DE TIERRAS

La presión que el suelo o depósito ejerce sobre las paredes de la cimentación, depende en términos generales del desplazamiento del conjunto. La hipótesis de diseño corresponde a que el relleno ceda, generando una disminución de la presión hasta un mínimo que se identifica como el estado activo.

El valor del coeficiente activo de presión de tierras es entonces KA:

$$K_A = \frac{1 - Sen\phi}{1 + Sen\phi} = Tan^2\left(\frac{\pi}{4} - \frac{\phi}{2}\right)$$

Los coeficientes de tierras activo y pasivo calculados según Coulomb y Mononobe – Okabe se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 12. Valores de coeficientes de tierras activo (Ka) y pasivo (Kp)

Sondeo	Ø	COULOMB		Mononobe-Okabe	
		ka	kp	ka	kp
1-M1	14,5	0,60	1,67	0,83	1,67
1-M2	34,1	0,28	3,55	0,48	3,55
2-M1	14,5	0,60	1,67	0,83	1,67
2-M2	33,8	0,29	3,51	0,48	3,51
3-M1	15,0	0,59	1,70	0,81	1,70
3-M2	34,3	0,28	3,58	0,48	3,58
4-M1	14,9	0,59	1,69	0,81	1,69
4-M2	33,6	0,29	3,48	0,48	3,48

Fuente: El consultor, 2024.

6. COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD DEL SUELO (*k*)

Velocidad de descarga que define como la cantidad de agua que circula en la unidad de tiempo a través de una superficie perpendicular a las líneas de filtración.

k es el coeficiente de permeabilidad, que se expresa como una función de la constante de permeabilidad del material, viscosidad y el peso específico del fluido circulante.

Planteado así, el valor de k, expresado en cm/seg, puede ser considerado como la velocidad del agua a través de un suelos cuando esta sujeta a un gradiente hidráulico.

Los factores que influyen en el valor del coeficiente de permeabilidad del suelo son la relación de vacíos, temperatura del agua, estructura y estratificación, agujeros y fisuras, aire encerrado y materiales extraños en los vacíos.

$$k = \frac{V * L}{H * A * t}$$

Donde:
- V= volumen promedio drenado
- L= longitud del tubo empleado en el ensayo
- H= perdida promedio de carga hidráulica
- A= área sección transversal del tubo

Tabla 13. Valores de coeficiente de permeabilidad *k* en cm/seg

100	10	1	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-4}	10^{-5}	10^{-6}	10^{-7}	10^{-8}	10^{-9}

Drenaje	Bueno			Pobre	Prácticamente impermeable
Tipo de suelo	Grava limpia	Arenas limpias y mezclas limpias de arena y grava	Arenas muy finas, limos orgánicos e inorgánicos, mezclas de arena, limo y arcilla, morenas glaciares, depósitos de arcilla estratificada		Suelos "impermeables", es decir, arcillas homogéneas situadas por debajo de la zona de descomposición
			Suelos "impermeables", modificados por la vegetación o la descomposición.[d]		
Determinación directa de k	Ensayo directo del suelo "in situ" por ensayos de bombeo. Se requiere mucha experiencia, pero bien realizados son bastante exactos.				
	Permeámetro de carga hidráulica constante. No se requiere mayor experiencia.				
Determinación indirecta de k		Permeámetro de carga hidráulica decreciente. No se requiere mayor experiencia y se obtienen buenos resulta-dos	Permeámetro de carga hidráulica decreciente. Resultados dudosos. Se requiere mucha experiencia.		Permeámetro de carga hidráulica decreciente. Resultados de regular a bueno. Se requiere mucha experiencia.
	Por cálculo, partiendo de la curva granulométrica. Sólo aplicable en el caso de arenas y gravas limpias sin cohesión.				Cálculos basados en los ensayos de consolidación. Resultados buenos. Se necesita mucha experiencia

Fuente: Holtz, R and Kovacs, W (1981).

El ensayo realizado in-situ consiste en realizar una perforación manual de hasta 1m de profundidad, instalar un tubo pvc verticalmente en la excavación, rellenar los espacios externos del tubo con material de la excavación. Posterior a eso se llena con agua, la que luego podrá filtrarse hacia el suelo. La tasa de cambio del nivel superficial de agua se observa midiendo la profundidad del nivel de agua debajo del extremo superior del tubo en intervalos de 10minutos hasta que la diferencia entre lecturas sea despreciable.

En la tabla 14 se presenta los coeficientes de permeabilidad calculados para cada predio, en los cuales se puede evidenciar que la velocidad varia entre 0,117 cm/seg y 0.163 cm/seg, lo que indica una que los suelos estudiados presentan *buena permeabilidad*, característica de las arenas y limos.

Tabla 14. Valores de coeficiente de permeabilidad *k* en cm/seg

VEREDA	NOMBRE DEL PREDIO	DATOS DEL TUBO		TIEMPO	PERDIDAD DE CARGA HIDRAULICA			COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD
		Longitud (cm)	Diametro (cm)	(seg)	H1 (cm)	H2 (cm)	H3 (cm)	k (cm/s)
Porvenir	Finca La Ceiba	70,1	10,16	600	12,6	12,4	12,3	0,117
Porvenir	Finca Las Palmeras	72,5	10,16	600	12,7	12,8	12,8	0,121
Las Palmas	Finca El Corozo	85,4	10,16	600	13,4	13,1	13,3	0,142
Las Palmas	Finca La Cascorba	74,2	10,16	600	12,8	12,5	12,6	0,124
Las Palmas	Finca El Principio	81,3	10,16	600	13,6	13,7	13,4	0,136
Las Palmas	Finca El Principio	75,9	10,16	600	12,9	13,1	13,3	0,127
San Luis de Aricaporo	Finca La Felicidad	94,6	10,16	600	20,1	20,4	20,2	0,158
San Luis de Aricaporo	Finca La Tormenta	90,2	10,16	600	19,5	19,4	19,3	0,150
Las Palmas	Finca Napoles	86,6	10,16	600	15,1	15,6	15,5	0,144
Las Palmas	Rancho El Milagro	74,1	10,16	600	13,6	13,4	13,7	0,124
Chire	Finca Los Mandarinos	92,5	10,16	600	18,4	18,6	18,5	0,154
Chire	Finca La Porfia	94,6	10,16	600	19,5	19,7	19,5	0,158
Chire	Finca Sultana	73,7	10,16	600	13,8	13,9	13,7	0,123
Chire	Finca Casa Verde	77,8	10,16	600	14,6	14,8	14,7	0,130
Chire	Finca Los Toronjos	81,1	10,16	600	16,4	16,3	16,4	0,135
Chire	Finca Las Cayenas	86,2	10,16	600	18,2	18,3	18,4	0,144
El Banco Buenos Aires	Finca El Jardin	95,1	10,16	600	20,6	20,7	20,4	0,159
El Banco Buenos Aires	Caseta Comunal (JAC)	88,3	10,16	600	19,4	19,6	19,7	0,147
El Banco Buenos Aires	Finca Palmira 1	71,7	10,16	600	12,8	12,6	12,5	0,120
El Banco Buenos Aires	Finca La Tranquilidad	93,6	10,16	600	19,4	19,3	19,1	0,156
El Banco Buenos Aires	Finca Floresta	87,2	10,16	600	17,4	17,7	17,3	0,145
Chire	Finca La Soledad	89,9	10,16	600	18,5	18,8	18,8	0,150
Chire	FincaLa Reforma	93,5	10,16	600	21,3	21,4	21,3	0,156
Las Camelias	Finca El Descanso	99,6	10,16	600	22,4	22,8	22,6	0,166
Las Camelias	Finca El Secreto	80,9	10,16	600	15,6	15,7	15,5	0,135
Las Camelias	Predio ELK	77,5	10,16	600	14,3	14,6	14,5	0,129
Las Camelias	Finca Sinai	83,9	10,16	600	16,1	16	16,2	0,140
Las Camelias	Finca La Reforma	71,8	10,16	600	12,6	12,7	12,8	0,120
Veremos	Finca La Vigia	74,8	10,16	600	13,4	13,4	13,6	0,125
Veremos	Finca Betxaida	71,2	10,16	600	12,2	12,3	12	0,119
Veremos	Finca Villa Luna	73,9	10,16	600	12,4	12,4	12,7	0,123
Veremos	Finca Los Arrayanes	87,4	10,16	600	14,1	14	13,9	0,146
Veremos	Finca Villa Rocio	74,9	10,16	600	13,8	13,6	13,7	0,125
Las Camelias	Finca Las Flores	97,1	10,16	600	22	22,1	21,9	0,162
Santa Rita	Finca El Paraiso	86,7	10,16	600	16,7	16,5	16,4	0,145
Santa Rita	Finca La Esperanza	91,8	10,16	600	18,9	18,7	18,9	0,153
Santa Rita	Finca Villanueva	76,3	10,16	600	13,8	13,9	14,1	0,127
Santa Rita	Finca La Bendicion	85,5	10,16	600	17,4	17,2	17,1	0,143
Santa Rita	Finca Los Mandarinos	79,4	10,16	600	13,6	13,5	13,5	0,132
Santa Rita	Finca Los Naranjos	82,1	10,16	600	13,5	13,4	13,3	0,137
Santa Rita	Rancho Bonito	73,6	10,16	600	12,8	12,5	12,6	0,123
Santa Rita	Finca La Nueva Esperanza	88,8	10,16	600	15,4	15,7	15,6	0,148
Santa Rita	Finca El Garcero	76,6	10,16	600	14,5	14,9	14,7	0,128
San José	Finca La Morelia	97,9	10,16	600	20,6	20,8	20,5	0,163
San José	Finca El Paraiso	90,3	10,16	600	19,4	19,7	16,6	0,151
San José	Finca Albania	75,7	10,16	600	12,9	12,8	12,7	0,126
San José	Finca La Fortuna	79,9	10,16	600	13,4	13,3	13,5	0,133
Veremos	Finca El Saman	80,5	10,16	600	14,1	14,3	14,5	0,134

Fuente: El consultor, 2024.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Teniendo en cuenta las características de las unidades a construir se calcula la capacidad de carga a un nivel mínimo para la estructura, que corresponde a una profundidad mínima de **0.30** metros por debajo del nivel del terreno. A esta profundidad el valor de capacidad de carga admisible del sondeo 1 es de σ_{NS} = **42,41 kN/m²** para un ancho mínimo de 0.30m (Ver tabla 3).

- Los resultados de capacidad de carga para cada ancho de cimiento del sondeo 2 y de acuerdo a los requerimientos del proyecto se determina un valor de capacidad de carga admisible de σ_{NS} = **45,13 kN/m²** para una profundidad de cimentación de **0.30m** y ancho mínimo de 0.30m (Ver tabla 4).

- Los resultados de capacidad de carga para cada ancho de cimiento del sondeo 3 y de acuerdo a los requerimientos del proyecto se determina un valor de capacidad de carga admisible de σ_{NS} = **55,32 kN/m²** para una profundidad de cimentación de **0.30 m** y ancho mínimo de 0.30m (Ver tabla 5).

- Los resultados de capacidad de carga para cada ancho de cimiento del sondeo 4 y de acuerdo a los requerimientos del proyecto se determina un valor de capacidad de carga admisible de σ_{NS} = **51,08 kN/m²** para una profundidad de cimentación de **0.30 m** y ancho mínimo de 0.30m (Ver tabla 6).

- Para un cimiento de ancho 0.30m y cimentado a 0.30 m de profundidad, el valor de asentamiento total promedio obtenido para el sondeo 1 es **0.50 cm**. Considerado como un asentamiento permisible y que no afecta la estabilidad de la estructura.

- Para un cimiento de ancho 0.30m y cimentado a 0.30 m de profundidad, el valor de asentamiento total promedio obtenido para el sondeo 2 es **0.49 cm**. Considerado como un asentamiento permisible y que no afecta la estabilidad de la estructura.

- Para un cimiento de ancho 0.30m y cimentado a 0.30 m de profundidad, el valor de asentamiento total promedio obtenido para el sondeo 3 es **0.58 cm**. Considerado como un asentamiento permisible y que no afecta la estabilidad de la estructura.

- Para un cimiento de ancho 0.30m y cimentado a 0.30 m de profundidad, el valor de asentamiento total promedio obtenido para el sondeo 3 es **0.58 cm**. Considerado como un asentamiento permisible y que no afecta la estabilidad de la estructura

- La cimentación de la estructura, se construirá sobre un arenas y limos. Corresponde a un suelo clasificado según el sistema unificado de clasificación de suelos USC como SM-ML.

- En la tabla 14 se presenta los coeficientes de permeabilidad calculados para cada predio, en los cuales se puede evidenciar que la velocidad varía entre 0,117 cm/seg y 0.163 cm/seg, lo que indica una que los suelos estudiados presentan *buena permeabilidad*, característica de las arenas y limos

- El proceso constructivo excavación-cimentación debe efectuarse en el menor tiempo posible con el fin de controlar el levantamiento del fondo de la excavación debido al rebote de estratos y/o presiones negativas de subpresión. Si bien las excavaciones para la cimentación se consideran estables, se recomienda el manejo de las aguas de escorrentía superficial.

- La construcción de la cimentación debe hacerse preferiblemente en época de verano para evitar alteraciones y remoldeos en la base de cimentación, problemas de inestabilidad en las excavaciones.

- Para dar una correcta interpretación y aplicabilidad al estudio de suelos este debe ser contemplado en su totalidad sin limitaciones a los capítulos de conclusiones y recomendaciones.

- Las conclusiones y recomendaciones consignadas en el presente informe se basan en los resultados de las exploraciones de campo, resultados de laboratorio, y análisis geotécnico realizado. En caso de encontrar condiciones diferentes a las establecidas en el presente informe o si se prevé un cambio sustancial de la construcción o un aumento de cargas debe informarse para emitir las respectivas recomendaciones geotécnicas.

Elaboro:

FREDY MAURICIO PADILLA PLATA
Ingeniero Civil
Esp. en Geotecnia
M.P. 25202-261634 CND

8. ANEXOS

INGARQ

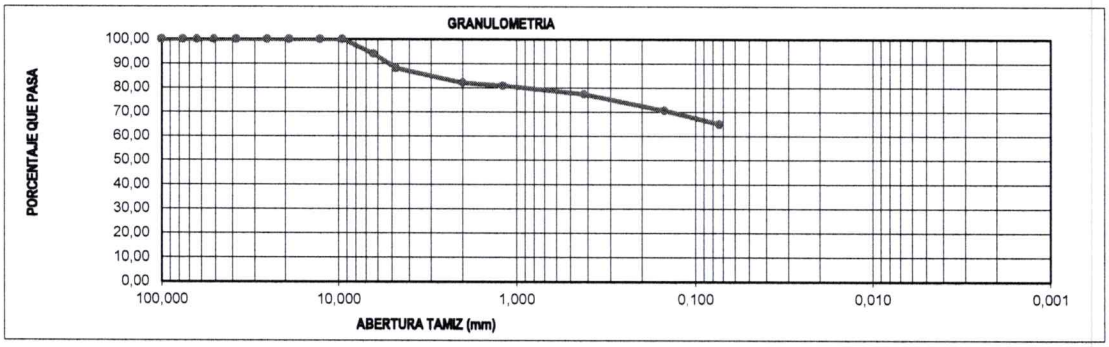
ANALISIS GRANULOMETRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

NORMA I.N.V. E-123

PROYECTO: CONSTRUCCIÓN DE UNIDADES BASICAS SANITARIAS EN VIVIENDAS RURALES
LOCALIZACION: HATO COROZAL - CASANARE
PROFUNDIDAD (m): 0,2-0,6
FECHA: jul-26
SONDEO: 1
SOLICITÓ: MUNICIPIO DE HATO COROZAL
MUESTRA: 1

Ws (g):	784,00	WPasa 200 lav (g):	502,60
Ws-lav (g):	281,40	WPasa 200 tamizado (g):	6,40
W despues de tamizar (g):	275,00		

	Tamiz (mm)	(%) Pasa	(%) Acumulado	(%) Retenido	W Retenido (gr)
	100,000	100,00	0,00	0,00	0,00
3"	76,200	100,00	0,00	0,00	0,00
2 1/2"	63,500	100,00	0,00	0,00	0,00
2"	50,800	100,00	0,00	0,00	0,00
1 1/2"	38,100	100,00	0,00	0,00	0,00
1"	25,400	100,00	0,00	0,00	0,00
3/4"	19,050	100,00	0,00	0,00	0,00
1/2"	12,700	100,00	0,00	0,00	0,00
3/8"	9,525	100,00	0,00	0,00	0,00
No. 3	6,350	94,01	0,00	0,00	0,00
No. 4	4,750	88,01	11,99	11,99	94,00
No. 10	2,00	82,02	17,98	5,99	47,00
No. 16	1,191	80,74	19,26	1,28	10,00
No. 40	0,419	77,30	22,70	3,44	27,00
No. 100	0,150	70,54	29,46	6,76	53,00
No. 200	0,074	64,92	35,08	5,61	44,00
	PASA 200	0,00	100,00	64,92	509,00



Pasa tamiz N° 4 (5mm): **88,01** %
Pasa tamiz N° 200 (0,080 mm): **64,92** %
D60: mm
D30: mm
D10 (diámetro efectivo): mm
Coeficiente de uniformidad (Cu):
Grado de curvatura o gradacion (Cc, Cz):

DESCRIPCION:	limo arenoso color café

OBSERVACIONES: _____

REVISO		APROBO
JEFE DE LABORATORIO		GERENTE

ingarqtorresyvenegas@hotmail.com - Cel. 314 3322972
Carrera 19 No. 10a-21 Yopal

INGARQ

CLASIFICACION DE SUELOS

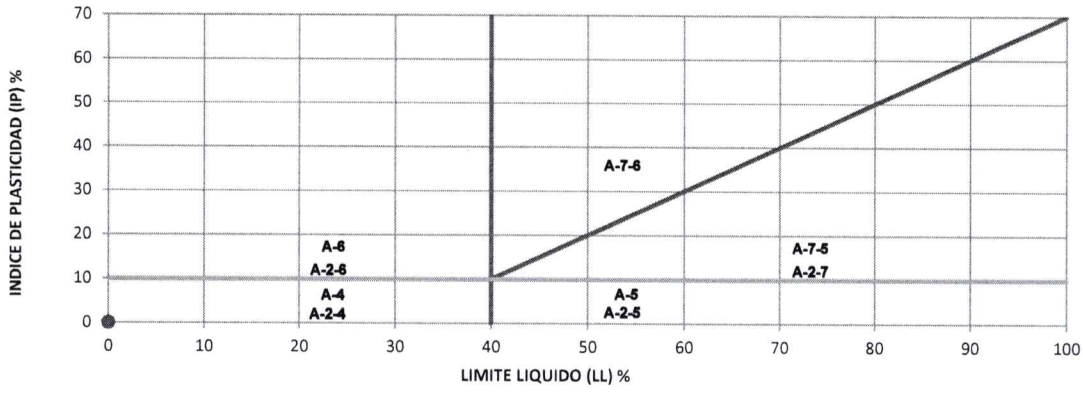
AAHSTO - S.U.C.S.

PROYECTO:	CONSTRUCCIÓN DE UNIDADES BASICAS SANITARIAS EN VIVIENDAS RURALES		
LOCALIZACION:	HATO COROZAL - CASANARE	**PROFUNDIDAD (m):**	0-1,50
FECHA:	jul-26	**SONDEO:**	1
SOLICITÓ:	MUNICIPIO DE HATO COROZAL	**MUESTRA:**	1

Límite líquido LL	0,00 %
Límite plastico LP	0,00 %
Índice plasticidad IP	0,00 %

Clasificación AAHSTO

CLASIFICACION FRACCION LIMOSA-ARCILLOSA (AASHTO)

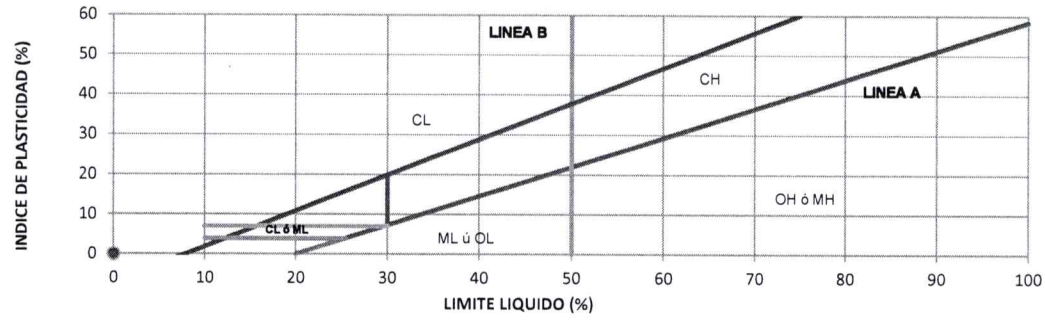


Material limoso-arenoso
Pobre a malo como subgrado
A-4 Suelo limoso

Valor del índice de grupo (IG):

Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)

ABACO DE CASAGRANDE



Suelo de partículas finas.
Limo baja plasticidad arenoso ML

REVISO		APROBO
JEFE DE LABORATORIO		GERENTE

ingarqtorresyvenegas@hotmail.com - Cel. 314 3322972
Carrera 19 No. 10a-21 Yopal

INGARQ

LIMITES ATTERBERG (DETERMINACIÓN DEL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS)

NORMA DEL I.N.V. E-125-126

PROYECTO: CONSTRUCCIÓN DE UNIDADES BASICAS SANITARIAS EN VIVIENDAS RURALES

LOCALIZACIÓN: HATO COROZAL - CASANARE **FECHA:** jul-26

DESCRIPCIÓN: limo arenoso color café

SONDEO: 1 **MUESTRA:** 1 **PROFUNDIDAD m:** 0,2-0,6

LIMITE LIQUIDO			
Determinación No.	1	2	3
No. de Golpes			
Peso rec.+sue. húm. (P1) (gr)			
Peso rec.+sue. seco (P2) (gr)		NL	
Peso recipiente (P3) (gr)			
Recipiente No.			
Peso del agua (gr)			
Peso del suelo seco (gr)			
Humedad (%)			

LIMITE PLASTICO	
1	2
*	*
NP	

CURVA DE FLUJO



Resultados:

Límite Líquido :	**0,0**
Límite Plástico :	**0,0**
Indice de Plasticidad:	**0,0**

REVISO		APROBO
JEFE DE LABORATORIO		GERENTE

ingarqtorresyvenegas@hotmail.com - Cel. 314 3322972
Carrera 19 No. 10a-21 Yopal

INGARQ
Torres & Venegas

CONTENIDO DE AGUA (HUMEDAD NATURAL) DE SUELO, ROCA Y MEZCLAS DE SUELO-AGREGADO

HUMEDAD NATURAL

NORMA I.N.V. E-122

PROYECTO:	CONSTRUCCIÓN DE UNIDADES BASICAS SANITARIAS EN VIVIENDAS RURALES		
LOCALIZACIÓN:	HATO COROZAL - CASANARE	**SONDEO:**	1
DESCRIPCIÓN:	limo arenoso color café	**MUESTRA No.**	1
FECHA:	jul-26	**PROFUNDIDAD m :**	0,2-0,6

	DATOS	PESO (g)
Wc	Masa del recipiente	12,35
w1	Masa del recipiente y del material húmedo	64,53
W2	Masa del recipiente y del material seco	57,18
Ww	Masa del agua	7,35
Ws	Masa de las partículas sólidas	44,83
W	Contenido de agua %	**16,40%**

OBSERVACIONES

REVISO		APROBO
JEFE DE LAB		GERENTE

ingarqtorresyvenegas@hotmail.com - Cel. 314 3322972
Carrera 19 No. 10a-21 Yopal

INGARQ

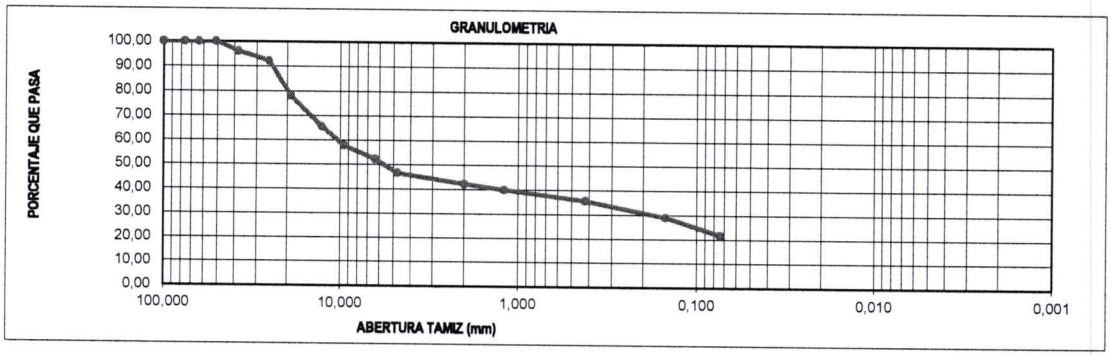
ANALISIS GRANULOMETRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

NORMA I.N.V. E-123

PROYECTO: CONSTRUCCIÓN DE UNIDADES BASICAS SANITARIAS EN VIVIENDAS RURALES
LOCALIZACION: HATO COROZAL - CASANARE
PROFUNDIDAD (m): 0,6-3,0
FECHA: jul-26
SONDEO: 1
SOLICITÓ: MUNICIPIO DE HATO COROZAL
MUESTRA: 2

Ws (g): 873,00
Ws-lav (g): 693,00
W despues de tamizar (g): 684,00
WPasa 200 lav (g): 180,00
WPasa 200 tamizado (g): 9,00

Tamiz (mm)		(%) Pasa	(%) Acumulado	(%) Retenido	W Retenido (gr)
	100,000	100,00	0,00	0,00	0,00
3"	76,200	100,00	0,00	0,00	0,00
2 1/2"	63,500	100,00	0,00	0,00	0,00
2"	50,800	100,00	0,00	0,00	0,00
1 1/2"	38,100	96,05	0,00	0,00	0,00
1"	25,400	92,10	7,90	7,90	69,00
3/4"	19,050	78,01	21,99	14,09	123,00
1/2"	12,700	65,52	34,48	12,49	109,00
3/8"	9,525	57,85	42,15	7,67	67,00
No. 3	6,350	52,23	42,15	0,00	0,00
No. 4	4,750	46,62	53,38	11,23	98,00
No. 10	2,00	42,27	57,73	4,35	38,00
No. 16	1,191	39,86	60,14	2,41	21,00
No. 40	0,419	35,51	64,49	4,35	38,00
No. 100	0,150	28,87	71,13	6,64	58,00
No. 200	0,074	21,65	78,35	7,22	63,00
	PASA 200	0,00	100,00	21,65	189,00



Pasa tamiz N° 4 (5mm): **46,62 %**
Pasa tamiz N° 200 (0,080 mm): **21,65 %**
D60: **10,42 mm**
D30: **0,20 mm**
D10 (diámetro efectivo): **mm**
Coeficiente de uniformidad (Cu):
Grado de curvatura o gradacion (Cc, Cz):

DESCRIPCION:	Grava limosa de color café

OBSERVACIONES:

REVISO		APROBO
JEFE DE LABORATORIO		GERENTE

ingarqtorresyvenegas@hotmail.com - Cel. 314 3322972
Carrera 19 No. 10a-21 Yopal

INGARQ

CLASIFICACION DE SUELOS

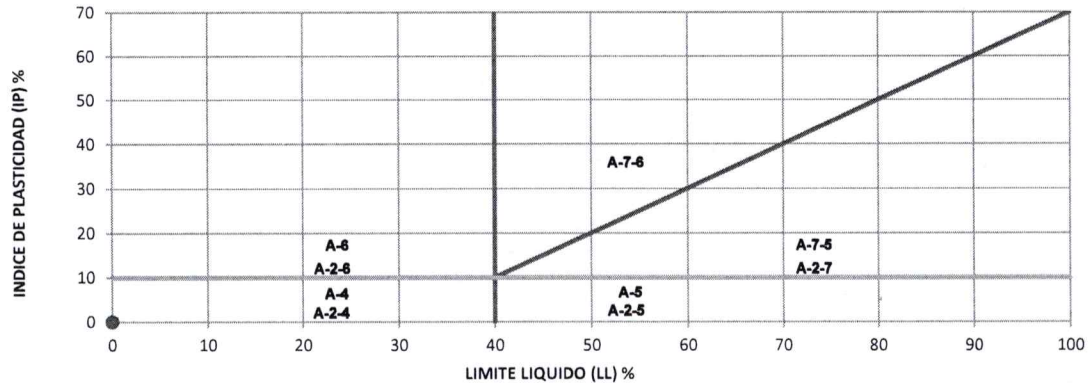
AAHSTO - S.U.C.S.

PROYECTO:	CONSTRUCCIÓN DE UNIDADES BASICAS SANITARIAS EN VIVIENDAS RURALES		
LOCALIZACION:	HATO COROZAL - CASANARE	**PROFUNDIDAD (m):**	0-1,50
FECHA:	jul-26	**SONDEO:**	1
SOLICITÓ:	MUNICIPIO DE HATO COROZAL	**MUESTRA:**	2

Límite líquido LL	0,00 %
Límite plastico LP	0,00 %
Índice plasticidad IP	0,00 %

Clasificación AAHSTO

CLASIFICACION FRACCION LIMOSA-ARCILLOSA (AASHTO)

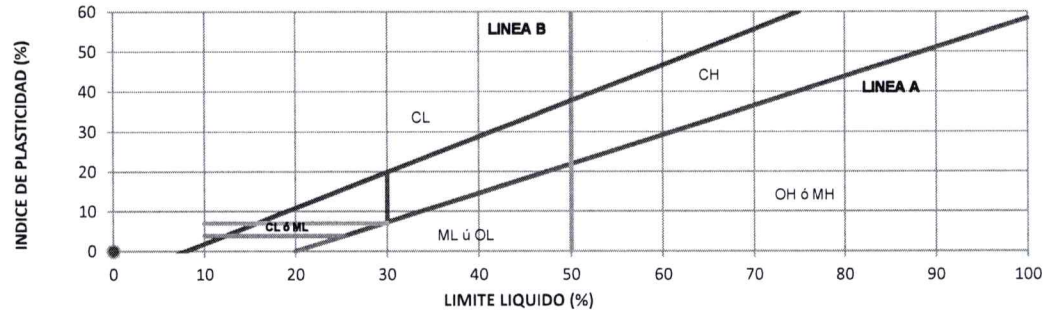


Material granular
Excelente a bueno como subgrado
A-1-b Fragmentos de roca, grava y arena

Valor del índice de grupo (IG):

Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)

ABACO DE CASAGRANDE



Suelo de partículas gruesas. Suelo de partículas gruesas con finos (suelo sucio).
Grava limosa con arena GM

REVISO		APROBO
JEFE DE LABORATORIO		GERENTE

ingarqtorresyvenegas@hotmail.com - Cel. 314 3322972
Carrera 19 No. 10a-21 Yopal

INGARQ

LIMITES ATTERBERG (DETERMINACIÓN DEL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS)

NORMA DEL I.N.V. E-125-126

PROYECTO: CONSTRUCCIÓN DE UNIDADES BASICAS SANITARIAS EN VIVIENDAS RURALES

LOCALIZACIÓN: HATO COROZAL - CASANARE **FECHA:** jul-26

DESCRIPCIÓN: Grava limosa de color café

SONDEO: 1 **MUESTRA:** 2 **PROFUNDIDAD m:** 0,6-3,0

LIMITE LIQUIDO			
Determinación No.	1	2	3
No. de Golpes			
Peso rec.+sue. húm. (P1) (gr)			
Peso rec.+sue. seco (P2) (gr)		NL	
Peso recipiente (P3) (gr)			
Recipiente No.			
Peso del agua (gr)			
Peso del suelo seco (gr)			
Humedad (%)			

LIMITE PLASTICO	
1	2
*	*
NP	

CURVA DE FLUJO



Resultados:

Límite Líquido :	**0,0**
Límite Plástico :	**0,0**
Indice de Plasticidad:	**0,0**

REVISO		APROBO
JEFE DE LABORATORIO		GERENTE

ingarqtorresyvenegas@hotmail.com - Cel. 314 3322972
Carrera 19 No. 10a-21 Yopal

INGARQ
Torres & Venegas

CONTENIDO DE AGUA (HUMEDAD NATURAL) DE SUELO, ROCA Y MEZCLAS DE SUELO-AGREGADO

HUMEDAD NATURAL

NORMA I.N.V. E-122

PROYECTO:	CONSTRUCCIÓN DE UNIDADES BASICAS SANITARIAS EN VIVIENDAS RURALES		
LOCALIZACIÓN:	HATO COROZAL - CASANARE	**SONDEO:**	1
DESCRIPCIÓN:	Grava limosa de color café	**MUESTRA No.**	2
FECHA:	jul-26	**PROFUNDIDAD m :**	0,6-3,0

	DATOS	PESO (g)
Wc	Masa del recipiente	11,24
w1	Masa del recipiente y del material húmedo	59,87
W2	Masa del recipiente y del material seco	55,76
Ww	Masa del agua	4,11
Ws	Masa de las partículas sólidas	44,52
W	Contenido de agua %	**9,23%**

OBSERVACIONES

REVISO		APROBO
JEFE DE LAB		GERENTE

ingarqtorresyvenegas@hotmail.com - Cel. 314 3322972
Carrera 19 No. 10a-21 Yopal

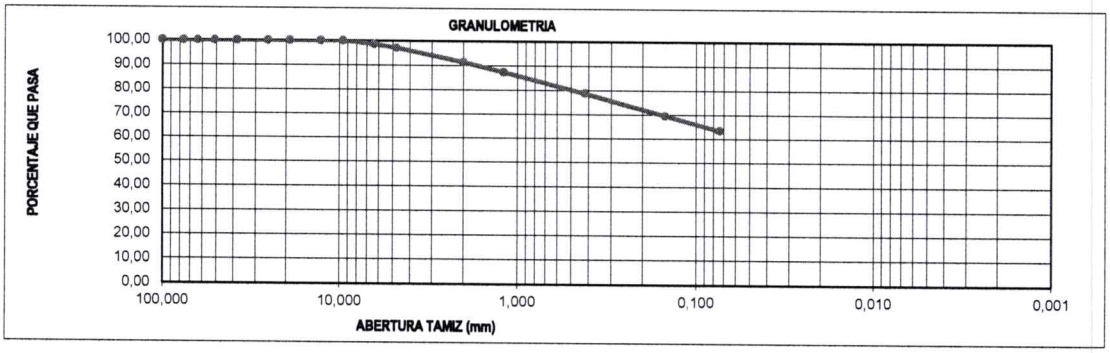
INGARQ

ANALISIS GRANULOMETRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

NORMA I.N.V. E-123

PROYECTO:	CONSTRUCCIÓN DE UNIDADES BASICAS SANITARIAS EN VIVIENDAS RURALES		
LOCALIZACION:	HATO COROZAL - CASANARE	**PROFUNDIDAD (m):**	0,2-1,20
FECHA:	jul-26	**SONDEO:**	2
SOLICITÓ:	MUNICIPIO DE HATO COROZAL	**MUESTRA:**	1
Ws (g):	783,00	WPasa 200 lav (g):	192,00
Ws-lav (g):	591,00	WPasa 200 tamizado (g):	304,00
W despues de tamizar (g):	287,00		

	Tamiz (mm)	(%) Pasa	(%) Acumulado	(%) Retenido	W Retenido (gr)
	100,000	100,00	0,00	0,00	0,00
3"	76,200	100,00	0,00	0,00	0,00
2 1/2"	63,500	100,00	0,00	0,00	0,00
2"	50,800	100,00	0,00	0,00	0,00
1 1/2"	38,100	100,00	0,00	0,00	0,00
1"	25,400	100,00	0,00	0,00	0,00
3/4"	19,050	100,00	0,00	0,00	0,00
1/2"	12,700	100,00	0,00	0,00	0,00
3/8"	9,525	100,00	0,00	0,00	0,00
No. 3	6,350	98,53	0,00	0,00	0,00
No. 4	4,750	97,06	2,94	2,94	23,00
No. 10	2,00	91,32	8,68	5,75	45,00
No. 16	1,191	87,23	12,77	4,09	32,00
No. 40	0,419	78,67	21,33	8,56	67,00
No. 100	0,150	69,48	30,52	9,20	72,00
No. 200	0,074	63,35	36,65	6,13	48,00
	PASA 200	0,00	100,00	63,35	496,00



Pasa tamiz N° 4 (5mm):	**97,06**	%
Pasa tamiz N° 200 (0,080 mm):	**63,35**	%
D60:		mm
D30:		mm
D10 (diámetro efectivo):		mm
Coeficiente de uniformidad (Cu):		
Grado de curvatura o gradacion (Cc, Cz):		

DESCRIPCION:	limo arenoso color café

OBSERVACIONES: _____

REVISO		APROBO
JEFE DE LABORATORIO		GERENTE

ingarqtorresyvenegas@hotmail.com - Cel. 314 3322972
Carrera 19 No. 10a-21 Yopal

INGARQ

CLASIFICACION DE SUELOS

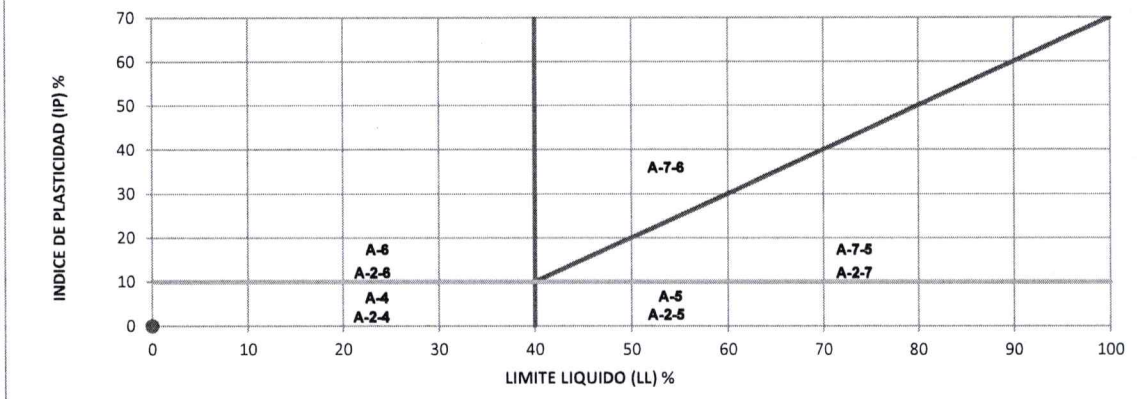
AAHSTO - S.U.C.S.

PROYECTO:	CONSTRUCCIÓN DE UNIDADES BASICAS SANITARIAS EN VIVIENDAS RURALES		
LOCALIZACION:	HATO COROZAL - CASANARE	**PROFUNDIDAD (m):**	0,2-1,20
FECHA:	jul-26	**SONDEO:**	2
SOLICITÓ:	MUNICIPIO DE HATO COROZAL	**MUESTRA:**	1

Límite líquido LL	0,00	%
Límite plastico LP	0,00	%
Índice plasticidad IP	0,00	%

Clasificación AAHSTO

CLASIFICACION FRACCION LIMOSA-ARCILLOSA (AASHTO)

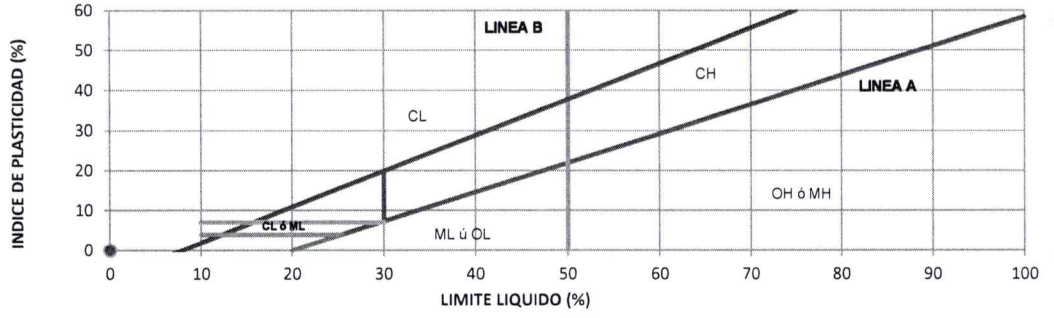


Material limoso-arenoso
Pobre a malo como subgrado
A-4 Suelo limoso

Valor del índice de grupo (IG):

Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)

ABACO DE CASAGRANDE



Suelo de partículas finas.
Limo baja plasticidad arenoso ML

REVISO		APROBO
JEFE DE LABORATORIO		GERENTE

ingarqtorresyvenegas@hotmail.com - Cel. 314 3322972
Carrera 19 No. 10a-21 Yopal

INGARQ

LIMITES ATTERBERG (DETERMINACIÓN DEL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS)

NORMA DEL I.N.V. E-125-126

PROYECTO: CONSTRUCCIÓN DE UNIDADES BASICAS SANITARIAS EN VIVIENDAS RURALES

LOCALIZACIÓN: HATO COROZAL - CASANARE **FECHA:** jul-26

DESCRIPCIÓN: limo arenoso color café

SONDEO: 2 **MUESTRA:** 1 **PROFUNDIDAD m:** 0,2-1,20

LIMITE LIQUIDO			
Determinación No.	1	2	3
No. de Golpes			
Peso rec.+sue. húm. (P1) (gr)			
Peso rec.+sue. seco (P2) (gr)		NL	
Peso recipiente (P3) (gr)			
Recipiente No.			
Peso del agua (gr)			
Peso del suelo seco (gr)			
Humedad (%)			

LIMITE PLASTICO	
1	2
*	*
NP	

CURVA DE FLUJO



Resultados:

Límite Líquido :	**0,0**
Límite Plástico :	**0,0**
Indice de Plasticidad:	**0,0**

REVISO		APROBO
JEFE DE LABORATORIO		GERENTE

ingarqtorresyvenegas@hotmail.com - Cel. 314 3322972
Carrera 19 No. 10a-21 Yopal

INGARQ
Torres & Venegas

CONTENIDO DE AGUA (HUMEDAD NATURAL) DE SUELO, ROCA Y MEZCLAS DE SUELO-AGREGADO

HUMEDAD NATURAL

NORMA I.N.V. E-122

PROYECTO:	CONSTRUCCIÓN DE UNIDADES BASICAS SANITARIAS EN VIVIENDAS RURALES		
LOCALIZACIÓN:	HATO COROZAL - CASANARE	**SONDEO:**	2
DESCRIPCIÓN:	limo arenoso color café	**MUESTRA No.**	1
FECHA:	jul-26	**PROFUNDIDAD m :**	0,2-1,20

	DATOS	PESO (g)
Wc	Masa del recipiente	11,87
w1	Masa del recipiente y del material húmedo	58,67
W2	Masa del recipiente y del material seco	53,13
Ww	Masa del agua	5,54
Ws	Masa de las partículas sólidas	41,26
W	Contenido de agua %	**13,43%**

OBSERVACIONES

REVISO		APROBO
JEFE DE LAB		GERENTE

ingarqtorresyvenegas@hotmail.com - Cel. 314 3322972
Carrera 19 No. 10a-21 Yopal

INGARQ

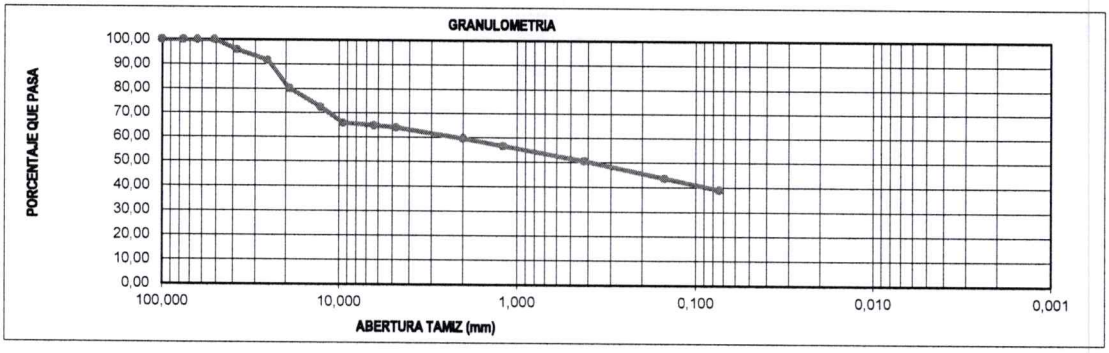
ANALISIS GRANULOMETRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

NORMA I.N.V. E-123

PROYECTO: CONSTRUCCIÓN DE UNIDADES BASICAS SANITARIAS EN VIVIENDAS RURALES
LOCALIZACION: HATO COROZAL - CASANARE
PROFUNDIDAD (m): 1,2-3,0
FECHA: jul-26
SONDEO: 2
SOLICITÓ: MUNICIPIO DE HATO COROZAL
MUESTRA: 2

Ws (g):	896,00	WPasa 200 lav (g):	132,00
Ws-lav (g):	764,00	WPasa 200 tamizado (g):	216,00
W despues de tamizar (g):	548,00		

	Tamiz (mm)	(%) Pasa	(%) Acumulado	(%) Retenido	W Retenido (gr)
	100,000	100,00	0,00	0,00	0,00
3"	76,200	100,00	0,00	0,00	0,00
2 1/2"	63,500	100,00	0,00	0,00	0,00
2"	50,800	100,00	0,00	0,00	0,00
1 1/2"	38,100	95,76	0,00	0,00	0,00
1"	25,400	91,52	8,48	8,48	76,00
3/4"	19,050	80,02	19,98	11,50	103,00
1/2"	12,700	72,32	27,68	7,70	69,00
3/8"	9,525	65,74	34,26	6,58	59,00
No. 3	6,350	64,79	34,26	0,00	0,00
No. 4	4,750	63,84	36,16	1,90	17,00
No. 10	2,00	59,60	40,40	4,24	38,00
No. 16	1,191	56,47	43,53	3,13	28,00
No. 40	0,419	50,56	49,44	5,92	53,00
No. 100	0,150	43,64	56,36	6,92	62,00
No. 200	0,074	38,84	61,16	4,80	43,00
	PASA 200	0,00	100,00	38,84	348,00



Pasa tamiz N° 4 (5mm): **63,84 %**
Pasa tamiz N° 200 (0,080 mm): **38,84 %**
D60: **2,26 mm**
D30: **mm**
D10 (diámetro efectivo): **mm**
Coeficiente de uniformidad (Cu):
Grado de curvatura o gradacion (Cc, Cz):

DESCRIPCION:	grava con arena de color café

OBSERVACIONES: _____

REVISO		APROBO
JEFE DE LABORATORIO		GERENTE

ingarqtorresyvenegas@hotmail.com - Cel. 314 3322972
Carrera 19 No. 10a-21 Yopal

INGARQ

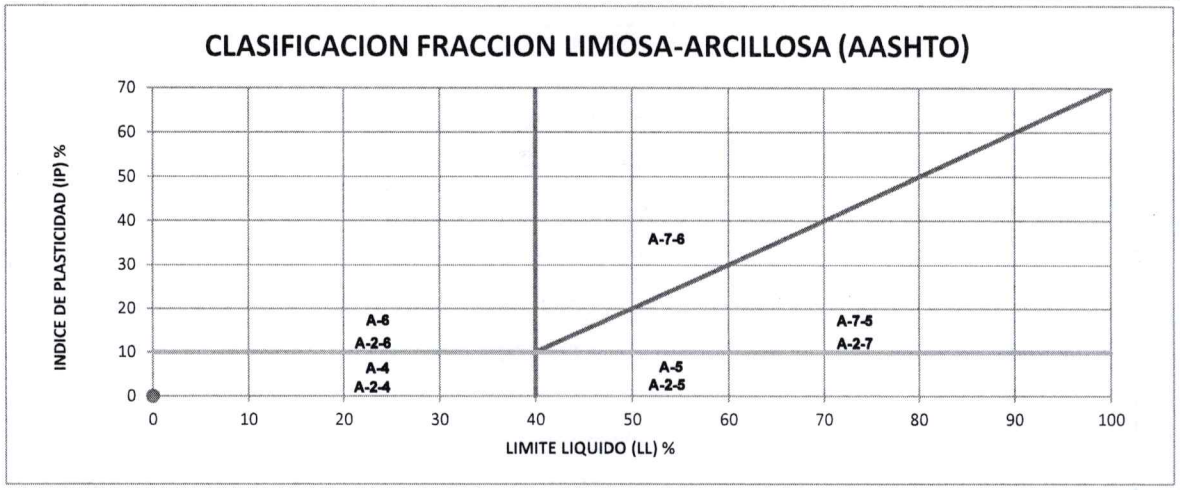
CLASIFICACION DE SUELOS

AAHSTO - S.U.C.S.

PROYECTO:	CONSTRUCCIÓN DE UNIDADES BASICAS SANITARIAS EN VIVIENDAS RURALES		
LOCALIZACION:	HATO COROZAL - CASANARE	**PROFUNDIDAD (m):**	0-1,50
FECHA:	jul-26	**SONDEO:**	2
SOLICITÓ:	MUNICIPIO DE HATO COROZAL	**MUESTRA:**	2

Límite líquido LL	0,00 %
Límite plastico LP	0,00 %
Índice plasticidad IP	0,00 %

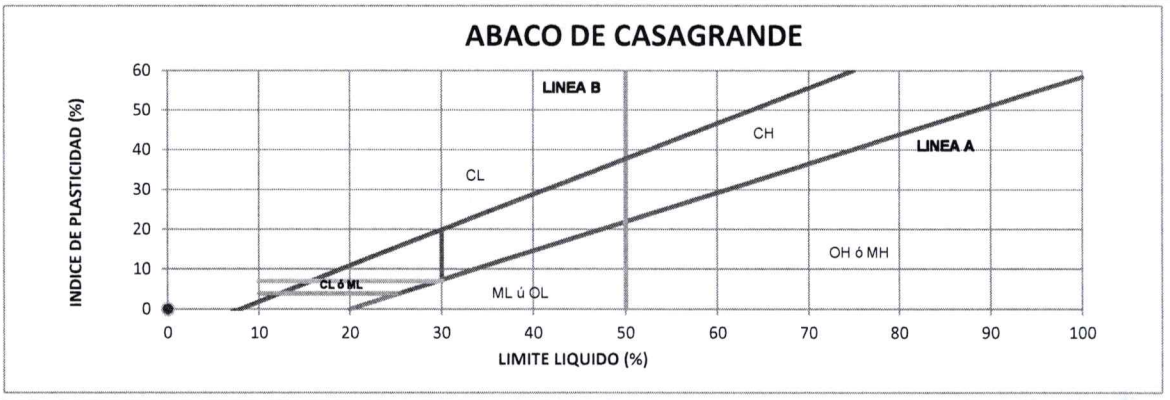
Clasificación AAHSTO



Material limoso-arenoso
Pobre a malo como subgrado
A-4 Suelo limoso

Valor del índice de grupo (IG):

Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)



Suelo de partículas gruesas. Suelo de partículas gruesas con finos (suelo sucio).
Grava limosa con arena GM

REVISO		APROBO
JEFE DE LABORATORIO		GERENTE

ingarqtorresyvenegas@hotmail.com - Cel. 314 3322972
Carrera 19 No. 10a-21 Yopal

INGARQ

LIMITES ATTERBERG (DETERMINACIÓN DEL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS)

NORMA DEL I.N.V. E-125-126

PROYECTO: CONSTRUCCIÓN DE UNIDADES BASICAS SANITARIAS EN VIVIENDAS RURALES

LOCALIZACIÓN: HATO COROZAL - CASANARE **FECHA:** jul-26

DESCRIPCIÓN: grava con arena de color café

SONDEO: 2 **MUESTRA:** 2 **PROFUNDIDAD m:** 1,2-3,0

LIMITE LIQUIDO			
Determinación No.	1	2	3
No. de Golpes			
Peso rec.+sue. húm. (P1) (gr)			
Peso rec.+sue. seco (P2) (gr)		NL	
Peso recipiente (P3) (gr)			
Recipiente No.			
Peso del agua (gr)			
Peso del suelo seco (gr)			
Humedad (%)			

LIMITE PLASTICO	
1	2
*	*
NP	

CURVA DE FLUJO



Resultados:

Límite Líquido :	**0,0**
Límite Plástico :	**0,0**
Indice de Plasticidad:	**0,0**

REVISO		APROBO
JEFE DE LABORATORIO		GERENTE

ingarqtorresyvenegas@hotmail.com - Cel. 314 3322972
Carrera 19 No. 10a-21 Yopal

INGARQ

Torres y Venegas

CONTENIDO DE AGUA (HUMEDAD NATURAL) DE SUELO, ROCA Y MEZCLAS DE SUELO-AGREGADO

HUMEDAD NATURAL

NORMA I.N.V. E-122

PROYECTO:	CONSTRUCCIÓN DE UNIDADES BASICAS SANITARIAS EN VIVIENDAS RURALES		
LOCALIZACIÓN:	HATO COROZAL - CASANARE	**SONDEO:**	2
DESCRIPCIÓN:	grava con arena de color café	**MUESTRA No.**	2
FECHA:	jul-26	**PROFUNDIDAD m :**	1,2-3,0

	DATOS	PESO (g)
Wc	Masa del recipiente	12,36
w1	Masa del recipiente y del material húmedo	63,21
W2	Masa del recipiente y del material seco	59,23
Ww	Masa del agua	3,98
Ws	Masa de las partículas sólidas	46,87
W	Contenido de agua %	**8,49%**

OBSERVACIONES

REVISO		APROBO
JEFE DE LAB		GERENTE

ingarqtorresyvenegas@hotmail.com - Cel. 314 3322972
Carrera 19 No. 10a-21 Yopal

INGARQ

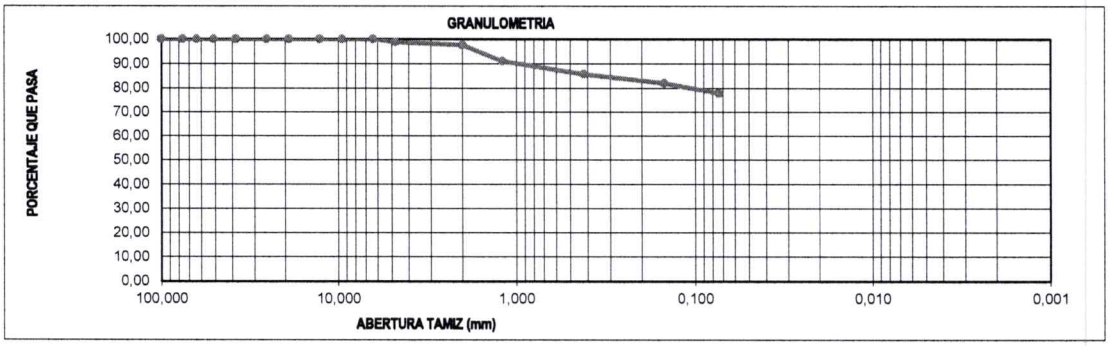
ANALISIS GRANULOMETRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

NORMA I.N.V. E-123

PROYECTO: CONSTRUCCIÓN DE UNIDADES BASICAS SANITARIAS EN VIVIENDAS RURALES
LOCALIZACION: HATO COROZAL - CASANARE **PROFUNDIDAD (m):** 0,2-0,7
FECHA: jul-26 **SONDEO:** 3
SOLICITÓ: MUNICIPIO DE HATO COROZAL **MUESTRA:** 1

Ws (g):	867,00	WPasa 200 lav (g):	276,00
Ws-lav (g):	591,00	WPasa 200 tamizado (g):	398,00
W despues de tamizar (g):	193,00		

Tamiz (mm)		(%) Pasa	(%) Acumulado	(%) Retenido	W Retenido (gr)
	100,000	100,00	0,00	0,00	0,00
3"	76,200	100,00	0,00	0,00	0,00
2 1/2"	63,500	100,00	0,00	0,00	0,00
2"	50,800	100,00	0,00	0,00	0,00
1 1/2"	38,100	100,00	0,00	0,00	0,00
1"	25,400	100,00	0,00	0,00	0,00
3/4"	19,050	100,00	0,00	0,00	0,00
1/2"	12,700	100,00	0,00	0,00	0,00
3/8"	9,525	100,00	0,00	0,00	0,00
No. 3	6,350	100,00	0,00	0,00	0,00
No. 4	4,750	98,79	0,00	0,00	0,00
No. 10	2,00	97,58	2,42	2,42	21,00
No. 16	1,191	91,00	9,00	6,57	57,00
No. 40	0,419	85,70	14,30	5,31	46,00
No. 100	0,150	82,01	17,99	3,69	32,00
No. 200	0,074	77,74	22,26	4,27	37,00
	PASA 200	74,51	25,49	3,23	28,00



Pasa tamiz N° 4 (5mm): **98,79** %
Pasa tamiz N° 200 (0,080 mm): **77,74** %
D60: mm
D30: mm
D10 (diámetro efectivo): mm
Coeficiente de uniformidad (Cu):
Grado de curvatura o gradacion (Cc, Cz):

DESCRIPCION:	limo arenoso color café

OBSERVACIONES: _____

REVISO		APROBO
JEFE DE LABORATORIO		GERENTE

ingarqtorresyvenegas@hotmail.com - Cel. 314 3322972
Carrera 19 No. 10a-21 Yopal

INGARQ

CLASIFICACION DE SUELOS

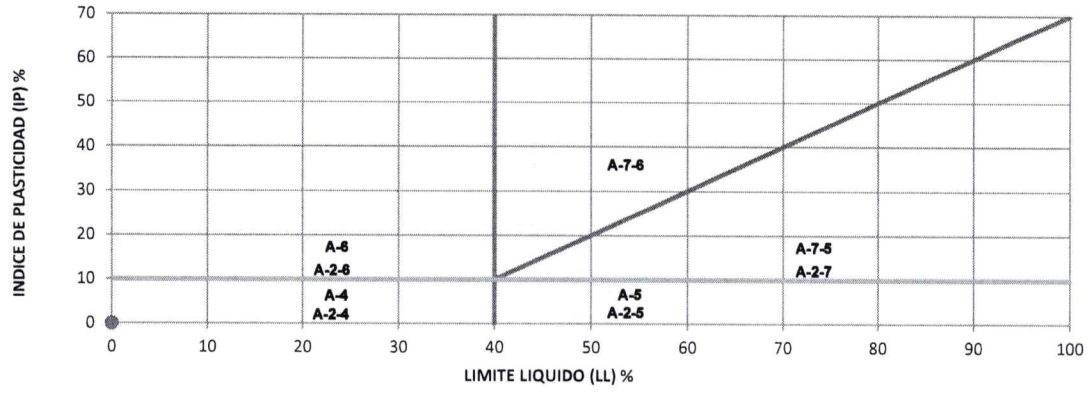
AAHSTO - S.U.C.S.

PROYECTO:	CONSTRUCCIÓN DE UNIDADES BASICAS SANITARIAS EN VIVIENDAS RURALES		
LOCALIZACION:	HATO COROZAL - CASANARE	**PROFUNDIDAD (m):**	0,2-0,7
FECHA:	jul-26	**SONDEO:**	3
SOLICITÓ:	MUNICIPIO DE HATO COROZAL	**MUESTRA:**	1

Límite líquido LL	0,00 %
Límite plastico LP	0,00 %
Índice plasticidad IP	0,00 %

Clasificación AAHSTO

CLASIFICACION FRACCION LIMOSA-ARCILLOSA (AASHTO)

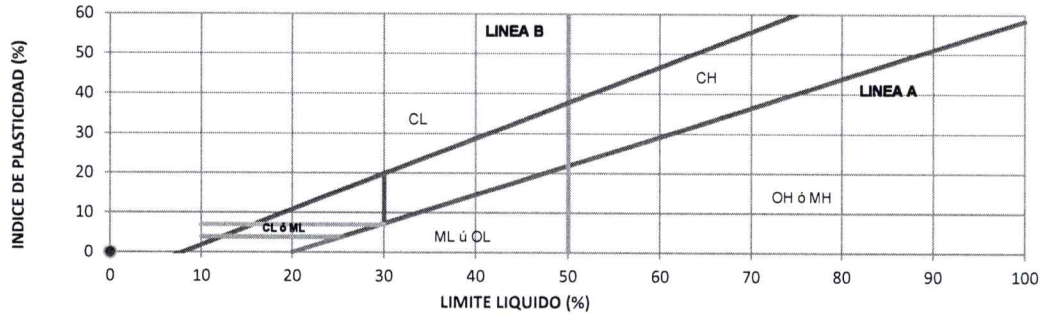


Material limoso-arenoso
Pobre a malo como subgrado
A-4 Suelo limoso

Valor del índice de grupo (IG):

Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)

ABACO DE CASAGRANDE



Suelo de partículas finas.
Limo baja plasticidad con arena ML

REVISO		APROBO
JEFE DE LABORATORIO		GERENTE

ingarqtorresyvenegas@hotmail.com - Cel. 314 3322972
Carrera 19 No. 10a-21 Yopal

INGARQ

LIMITES ATTERBERG (DETERMINACIÓN DEL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS)

NORMA DEL I.N.V. E-125-126

PROYECTO: CONSTRUCCIÓN DE UNIDADES BASICAS SANITARIAS EN VIVIENDAS RURALES

LOCALIZACIÓN: HATO COROZAL - CASANARE **FECHA:** jul-26

DESCRIPCIÓN: limo arenoso color café

SONDEO: 3 **MUESTRA:** 1 **PROFUNDIDAD m:** 0,2-0,7

LIMITE LIQUIDO			
Determinación No.	1	2	3
No. de Golpes			
Peso rec.+sue. húm. (P1) (gr)			
Peso rec.+sue. seco (P2) (gr)		NL	
Peso recipiente (P3) (gr)			
Recipiente No.			
Peso del agua (gr)			
Peso del suelo seco (gr)			
Humedad (%)			

LIMITE PLASTICO	
1	2
*	*
NP	

CURVA DE FLUJO



Resultados:

Límite Líquido :	**0,0**
Límite Plástico :	**0,0**
Indice de Plasticidad:	**0,0**

REVISO		APROBO
JEFE DE LABORATORIO		GERENTE

ingarqtorresyvenegas@hotmail.com - Cel. 314 3322972
Carrera 19 No. 10a-21 Yopal

INGARQ
Torres y Venegas

CONTENIDO DE AGUA (HUMEDAD NATURAL) DE SUELO, ROCA Y MEZCLAS DE SUELO-AGREGADO

HUMEDAD NATURAL

NORMA I.N.V. E-122

PROYECTO:	CONSTRUCCIÓN DE UNIDADES BASICAS SANITARIAS EN VIVIENDAS RURALES		
LOCALIZACIÓN:	HATO COROZAL - CASANARE	**SONDEO:**	3
DESCRIPCIÓN:	limo arenoso color café	**MUESTRA No.**	1
FECHA:	jul-26	**PROFUNDIDAD m :**	0,2-0,7

	DATOS	PESO (g)
Wc	Masa del recipiente	11,75
w1	Masa del recipiente y del material húmedo	58,76
W2	Masa del recipiente y del material seco	52,17
Ww	Masa del agua	6,59
Ws	Masa de las partículas sólidas	40,42
W	Contenido de agua %	**16,30%**

OBSERVACIONES

REVISO		APROBO
JEFE DE LAB		GERENTE

ingarqtorresyvenegas@hotmail.com - Cel. 314 3322972
Carrera 19 No. 10a-21 Yopal

INGARQ

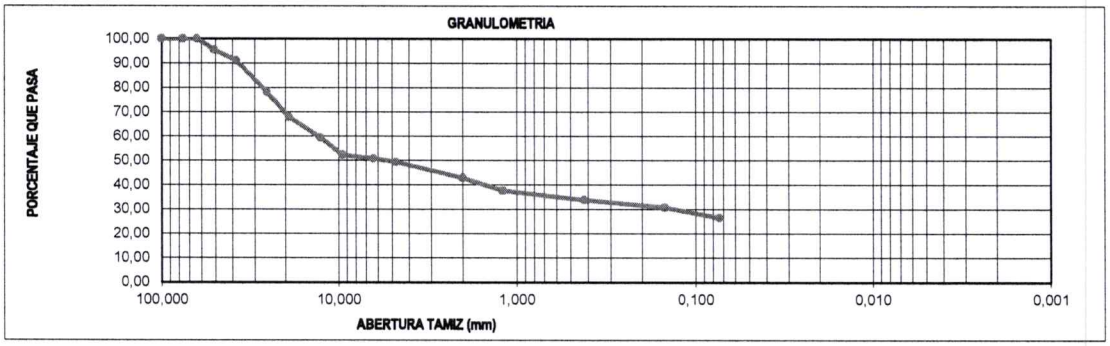
ANALISIS GRANULOMETRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

NORMA I.N.V. E-123

PROYECTO: CONSTRUCCIÓN DE UNIDADES BASICAS SANITARIAS EN VIVIENDAS RURALES
LOCALIZACION: HATO COROZAL - CASANARE **PROFUNDIDAD (m):** 0,7-3,0
FECHA: jul-26 **SONDEO:** 3
SOLICITÓ: MUNICIPIO DE HATO COROZAL **MUESTRA:** 2

Ws (g):	864,00	WPasa 200 lav (g):	207,00
Ws-lav (g):	657,00	WPasa 200 tamizado (g):	21,00
W despues de tamizar (g):	636,00		

Tamiz	(mm)	(%) Pasa	(%) Acumulado	(%) Retenido	W Retenido (gr)
	100,000	100,00	0,00	0,00	0,00
3"	76,200	100,00	0,00	0,00	0,00
2 1/2"	63,500	100,00	0,00	0,00	0,00
2"	50,800	95,49	0,00	0,00	0,00
1 1/2"	38,100	90,97	9,03	9,03	78,00
1"	25,400	78,01	21,99	12,96	112,00
3/4"	19,050	67,71	32,29	10,30	89,00
1/2"	12,700	59,26	40,74	8,45	73,00
3/8"	9,525	52,20	47,80	7,06	61,00
No. 3	6,350	50,75	47,80	0,00	0,00
No. 4	4,750	49,31	50,69	2,89	25,00
No. 10	2,00	42,71	57,29	6,60	57,00
No. 16	1,191	37,50	62,50	5,21	45,00
No. 40	0,419	33,68	66,32	3,82	33,00
No. 100	0,150	30,56	69,44	3,13	27,00
No. 200	0,074	26,39	73,61	4,17	36,00
	PASA 200	0,00	100,00	26,39	228,00



Pasa tamiz N° 4 (5mm): **49,31 %**
Pasa tamiz N° 200 (0,080 mm): **26,39 %**
D60: **13,26 mm**
D30: **0,14 mm**
D10 (diámetro efectivo): **mm**
Coeficiente de uniformidad (Cu):
Grado de curvatura o gradacion (Cc, Cz):

DESCRIPCION:	Grava limosa de color café

OBSERVACIONES: _____

REVISO		APROBO
JEFE DE LABORATORIO		GERENTE

ingarqtorresyvenegas@hotmail.com - Cel. 314 3322972
Carrera 19 No. 10a-21 Yopal

INGARQ

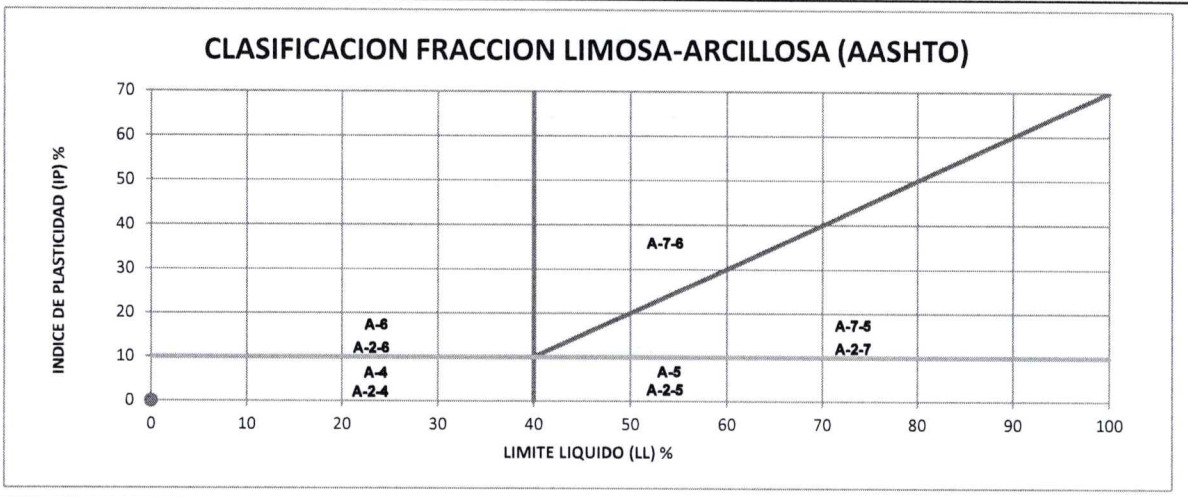
CLASIFICACION DE SUELOS

AAHSTO - S.U.C.S.

PROYECTO:	CONSTRUCCIÓN DE UNIDADES BASICAS SANITARIAS EN VIVIENDAS RURALES		
LOCALIZACION:	HATO COROZAL - CASANARE	**PROFUNDIDAD (m):**	0,7-3,0
FECHA:	jul-26	**SONDEO:**	3
SOLICITÓ:	MUNICIPIO DE HATO COROZAL	**MUESTRA:**	2

Límite líquido LL	0,00 %
Límite plastico LP	0,00 %
Índice plasticidad IP	0,00 %

Clasificación AAHSTO



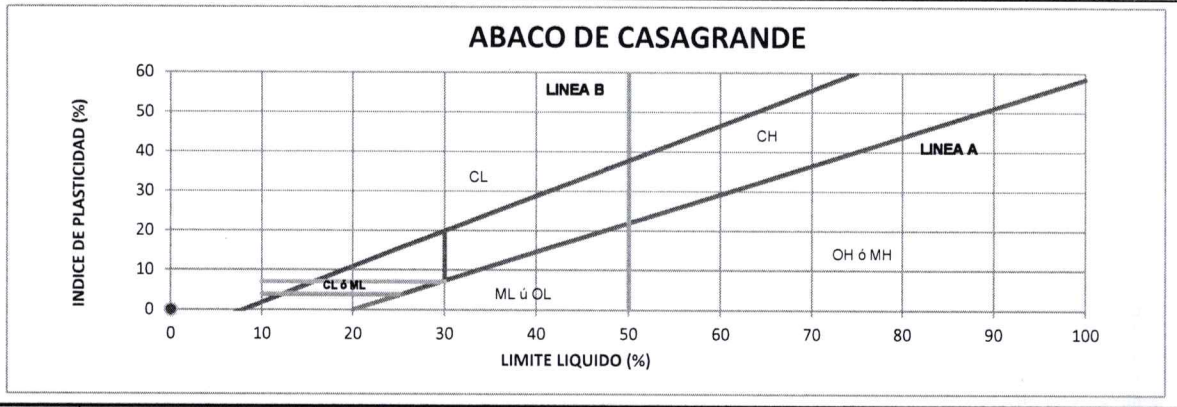
Material granular

Excelente a bueno como subgrado

A-2-4 Grava y arena arcillosa o limosa

Valor del índice de grupo (IG):

Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)



Suelo de partículas gruesas. Suelo de partículas gruesas con finos (suelo sucio).

Grava limosa con arena GM

REVISO		APROBO
JEFE DE LABORATORIO		GERENTE

ingarqtorresyvenegas@hotmail.com - Cel. 314 3322972

Carrera 19 No. 10a-21 Yopal

INGARQ

LIMITES ATTERBERG (DETERMINACIÓN DEL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS)

NORMA DEL I.N.V. E-125-126

PROYECTO: CONSTRUCCIÓN DE UNIDADES BASICAS SANITARIAS EN VIVIENDAS RURALES

LOCALIZACIÓN: HATO COROZAL - CASANARE **FECHA:** jul-26

DESCRIPCIÓN: Grava limosa de color café

SONDEO: 3 **MUESTRA:** 2 **PROFUNDIDAD m:** 0,7-3,0

LIMITE LIQUIDO			
Determinación No.	1	2	3
No. de Golpes			
Peso rec.+sue. húm. (P1) (gr)			
Peso rec.+sue. seco (P2) (gr)		NL	
Peso recipiente (P3) (gr)			
Recipiente No.			
Peso del agua (gr)			
Peso del suelo seco (gr)			
Humedad (%)			

LIMITE PLASTICO	
1	2
*	*
NP	

CURVA DE FLUJO



Resultados:

Límite Líquido :	**0,0**
Límite Plástico :	**0,0**
Indice de Plasticidad:	**0,0**

REVISO		APROBO
JEFE DE LABORATORIO		GERENTE

ingarqtorresyvenegas@hotmail.com - Cel. 314 3322972
Carrera 19 No. 10a-21 Yopal

INGARQ
Torres & Venegas

CONTENIDO DE AGUA (HUMEDAD NATURAL) DE SUELO, ROCA Y MEZCLAS DE SUELO-AGREGADO

HUMEDAD NATURAL

NORMA I.N.V. E-122

PROYECTO:	CONSTRUCCIÓN DE UNIDADES BASICAS SANITARIAS EN VIVIENDAS RURALES		
LOCALIZACIÓN:	HATO COROZAL - CASANARE	**SONDEO:**	3
DESCRIPCIÓN:	Grava limosa de color café	**MUESTRA No.**	2
FECHA:	jul-26	**PROFUNDIDAD m :**	0,7-3,0

	DATOS	PESO (g)
Wc	Masa del recipiente	12,45
w1	Masa del recipiente y del material húmedo	62,13
W2	Masa del recipiente y del material seco	58,43
Ww	Masa del agua	3,7
Ws	Masa de las partículas sólidas	45,98
W	Contenido de agua %	**8,05%**

OBSERVACIONES

REVISO		APROBO
JEFE DE LAB		GERENTE

ingarqtorresyvenegas@hotmail.com - Cel. 314 3322972
Carrera 19 No. 10a-21 Yopal

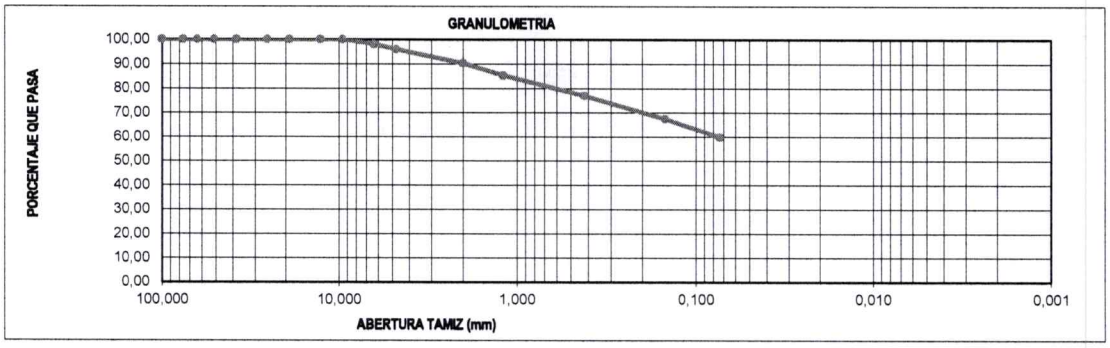
INGARQ

ANALISIS GRANULOMETRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

NORMA I.N.V. E-123

PROYECTO:	CONSTRUCCIÓN DE UNIDADES BASICAS SANITARIAS EN VIVIENDAS RURALES		
LOCALIZACION:	HATO COROZAL - CASANARE	**PROFUNDIDAD (m):**	0,2-1,60
FECHA:	jul-26		
SOLICITÓ:	MUNICIPIO DE HATO COROZAL	**MUESTRA:**	1
Ws (g):	695,00	WPasa 200 lav (g):	412,00
Ws-lav (g):	283,00	WPasa 200 tamizado (g):	4,00
W despues de tamizar (g):	279,00		

Tamiz (mm)		(%) Pasa	(%) Acumulado	(%) Retenido	W Retenido (gr)
	100,000	100,00	0,00	0,00	0,00
3"	76,200	100,00	0,00	0,00	0,00
2 1/2"	63,500	100,00	0,00	0,00	0,00
2"	50,800	100,00	0,00	0,00	0,00
1 1/2"	38,100	100,00	0,00	0,00	0,00
1"	25,400	100,00	0,00	0,00	0,00
3/4"	19,050	100,00	0,00	0,00	0,00
1/2"	12,700	100,00	0,00	0,00	0,00
3/8"	9,525	100,00	0,00	0,00	0,00
No. 3	6,350	97,99	0,00	0,00	0,00
No. 4	4,750	95,97	4,03	4,03	28,00
No. 10	2,00	90,22	9,78	5,76	40,00
No. 16	1,191	85,18	14,82	5,04	35,00
No. 40	0,419	76,83	23,17	8,35	58,00
No. 100	0,150	67,34	32,66	9,50	66,00
No. 200	0,074	59,86	40,14	7,48	52,00
	PASA 200	0,00	100,00	59,86	416,00



Pasa tamiz N° 4 (5mm):	**95,97**	%
Pasa tamiz N° 200 (0,080 mm):	**59,86**	%
D60:	**0,08**	mm
D30:		mm
D10 (diámetro efectivo):		mm
Coeficiente de uniformidad (Cu):		
Grado de curvatura o gradacion (Cc, Cz):		

DESCRIPCION:	limo arenoso color café

OBSERVACIONES: _____

REVISO		APROBO
JEFE DE LABORATORIO		GERENTE

ingarqtorresyvenegas@hotmail.com - Cel. 314 3322972
Carrera 19 No. 10a-21 Yopal

INGARQ

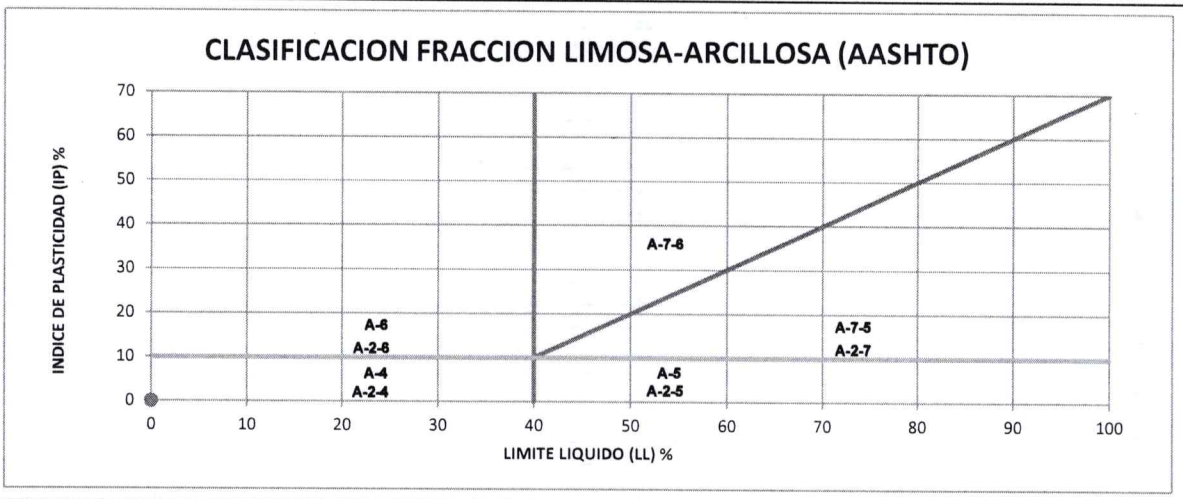
CLASIFICACION DE SUELOS

AAHSTO - S.U.C.S.

PROYECTO:	CONSTRUCCIÓN DE UNIDADES BASICAS SANITARIAS EN VIVIENDAS RURALES		
LOCALIZACION:	HATO COROZAL - CASANARE	**PROFUNDIDAD (m):**	0,2-1,60
FECHA:	jul-26	**SONDEO:**	4
SOLICITÓ:	MUNICIPIO DE HATO COROZAL	**MUESTRA:**	1

Límite líquido LL	0,00	%
Límite plastico LP	0,00	%
Índice plasticidad IP	0,00	%

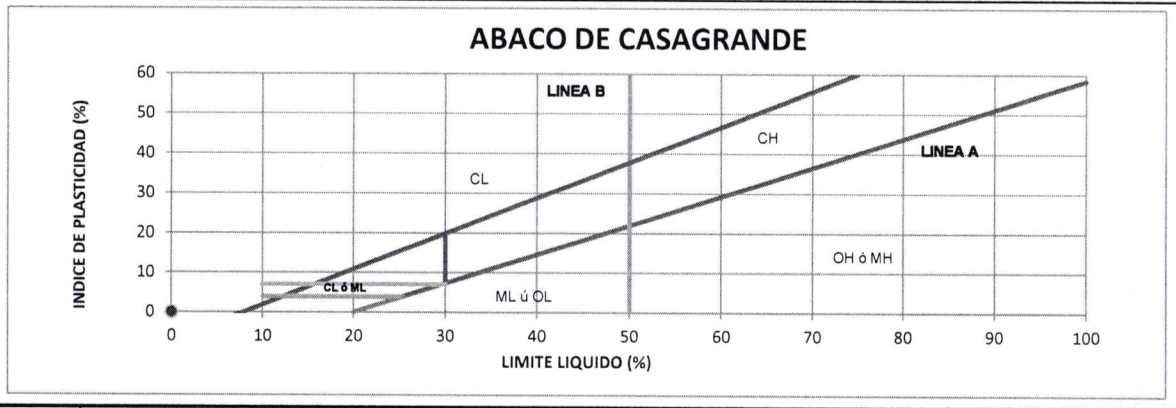
Clasificación AAHSTO



Material limoso-arenoso
Pobre a malo como subgrado
A-4 Suelo limoso

Valor del índice de grupo (IG):

Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)



Suelo de partículas finas.
Limo baja plasticidad arenoso ML

REVISO		APROBO
JEFE DE LABORATORIO		GERENTE

ingarqtorresyvenegas@hotmail.com - Cel. 314 3322972
Carrera 19 No. 10a-21 Yopal

INGARQ

LIMITES ATTERBERG (DETERMINACIÓN DEL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS)

NORMA DEL I.N.V. E-125-126

PROYECTO: CONSTRUCCIÓN DE UNIDADES BASICAS SANITARIAS EN VIVIENDAS RURALES

LOCALIZACIÓN: HATO COROZAL - CASANARE **FECHA:** jul-26

DESCRIPCIÓN: limo arenoso color café

SONDEO: 4 **MUESTRA:** 1 **PROFUNDIDAD m:** 0,2-1,60

LIMITE LIQUIDO			
Determinación No.	1	2	3
No. de Golpes			
Peso rec.+sue. húm. (P1) (gr)			
Peso rec.+sue. seco (P2) (gr)			
Peso recipiente (P3) (gr)			
Recipiente No.			
Peso del agua (gr)			
Peso del suelo seco (gr)			
Humedad (%)			

NL

LIMITE PLASTICO	
1	2
*	*

NP

CURVA DE FLUJO



Resultados:

Límite Líquido :	**0,0**
Límite Plástico :	**0,0**
Indice de Plasticidad:	**0,0**

REVISO		APROBO
JEFE DE LABORATORIO		GERENTE

ingarqtorresyvenegas@hotmail.com - Cel. 314 3322972
Carrera 19 No. 10a-21 Yopal

INGARQ
Torres & Venegas

CONTENIDO DE AGUA (HUMEDAD NATURAL) DE SUELO, ROCA Y MEZCLAS DE SUELO-AGREGADO

HUMEDAD NATURAL

NORMA I.N.V. E-122

PROYECTO: CONSTRUCCIÓN DE UNIDADES BASICAS SANITARIAS EN VIVIENDAS RURALES

LOCALIZACIÓN: HATO COROZAL - CASANARE

SONDEO: 4

DESCRIPCIÓN: limo arenoso color café

MUESTRA No. 1

FECHA: jul-26

PROFUNDIDAD m : 0,2-1,60

DATOS		PESO (g)
Wc	Masa del recipiente	11,52
w1	Masa del recipiente y del material húmedo	65,97
W2	Masa del recipiente y del material seco	59,21
Ww	Masa del agua	6,76
Ws	Masa de las partículas sólidas	47,69
W	Contenido de agua %	**14,17%**

OBSERVACIONES

REVISO		APROBO
JEFE DE LAB		GERENTE

ingarqtorresyvenegas@hotmail.com - Cel. 314 3322972
Carrera 19 No. 10a-21 Yopal

INGARQ

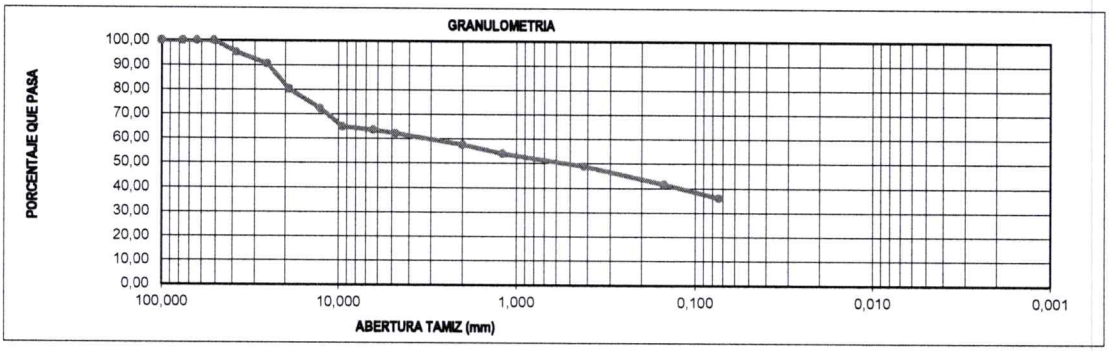
ANALISIS GRANULOMETRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

NORMA I.N.V. E-123

PROYECTO: CONSTRUCCIÓN DE UNIDADES BASICAS SANITARIAS EN VIVIENDAS RURALES
LOCALIZACION: HATO COROZAL - CASANARE
PROFUNDIDAD (m): 1,6-3,0
FECHA: jul-26
SONDEO: 4
SOLICITÓ: MUNICIPIO DE HATO COROZAL
MUESTRA: 2

Ws (g): 913,00
Ws-lav (g): 593,00
W despues de tamizar (g): 584,00
WPasa 200 lav (g): 320,00
WPasa 200 tamizado (g): 9,00

	Tamiz (mm)	(%) Pasa	(%) Acumulado	(%) Retenido	W Retenido (gr)
	100,000	100,00	0,00	0,00	0,00
3"	76,200	100,00	0,00	0,00	0,00
2 1/2"	63,500	100,00	0,00	0,00	0,00
2"	50,800	100,00	0,00	0,00	0,00
1 1/2"	38,100	95,24	0,00	0,00	0,00
1"	25,400	90,47	9,53	9,53	87,00
3/4"	19,050	80,07	19,93	10,41	95,00
1/2"	12,700	72,18	27,82	7,89	72,00
3/8"	9,525	64,73	35,27	7,45	68,00
No. 3	6,350	63,36	35,27	0,00	0,00
No. 4	4,750	61,99	38,01	2,74	25,00
No. 10	2,00	57,50	42,50	4,49	41,00
No. 16	1,191	53,89	46,11	3,61	33,00
No. 40	0,419	48,74	51,26	5,15	47,00
No. 100	0,150	41,62	58,38	7,12	65,00
No. 200	0,074	36,04	63,96	5,59	51,00
	PASA 200	0,00	100,00	36,04	329,00



Pasa tamiz N° 4 (5mm): **61,99 %**
Pasa tamiz N° 200 (0,080 mm): **36,04 %**
D60: **3,53 mm**
D30: **mm**
D10 (diámetro efectivo): **mm**
Coeficiente de uniformidad (Cu):
Grado de curvatura o gradacion (Cc, Cz):

DESCRIPCION:	grava limosa con arena de color café

OBSERVACIONES:

REVISO		APROBO
JEFE DE LABORATORIO		GERENTE

ingarqtorresyvenegas@hotmail.com - Cel. 314 3322972
Carrera 19 No. 10a-21 Yopal

INGARQ

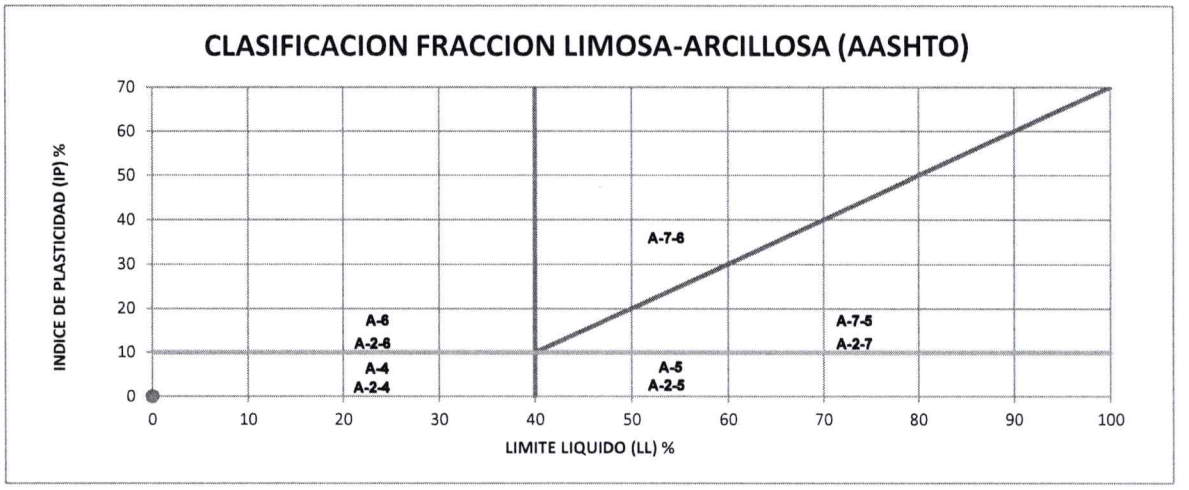
CLASIFICACION DE SUELOS

AAHSTO - S.U.C.S.

PROYECTO:	CONSTRUCCIÓN DE UNIDADES BASICAS SANITARIAS EN VIVIENDAS RURALES		
LOCALIZACION:	HATO COROZAL - CASANARE	**PROFUNDIDAD (m):**	1,6-3,0
FECHA:	jul-26	**SONDEO:**	4
SOLICITÓ:	MUNICIPIO DE HATO COROZAL	**MUESTRA:**	2

Límite líquido LL	0,00 %
Límite plastico LP	0,00 %
Índice plasticidad IP	0,00 %

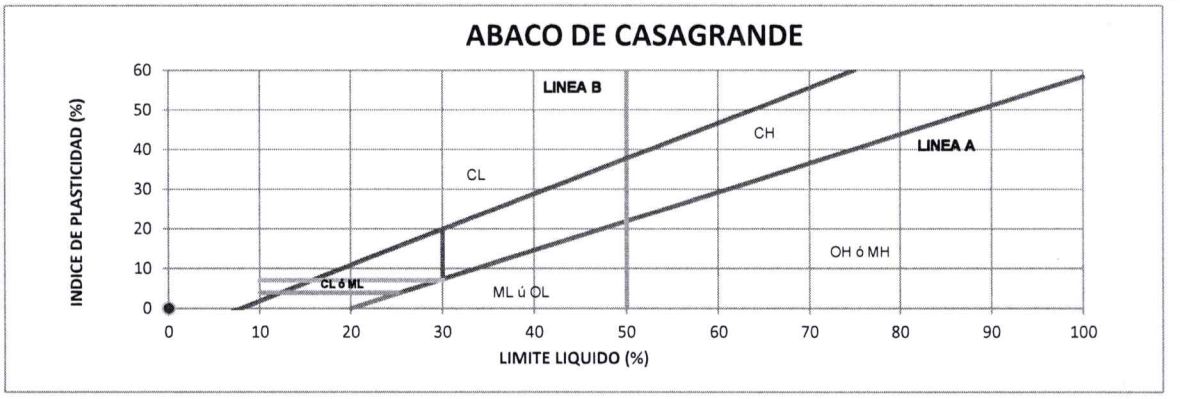
Clasificación AAHSTO



Material limoso-arenoso
Pobre a malo como subgrado
A-4 Suelo limoso

Valor del índice de grupo (IG):

Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)



Suelo de partículas gruesas. Suelo de partículas gruesas con finos (suelo sucio).
Grava limosa con arena GM

REVISO		APROBO
JEFE DE LABORATORIO		GERENTE

ingarqtorresyvenegas@hotmail.com - Cel. 314 3322972
Carrera 19 No. 10a-21 Yopal

INGARQ

LIMITES ATTERBERG (DETERMINACIÓN DEL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SUELOS)

NORMA DEL I.N.V. E-125-126

PROYECTO: CONSTRUCCIÓN DE UNIDADES BASICAS SANITARIAS EN VIVIENDAS RURALES

LOCALIZACIÓN: HATO COROZAL - CASANARE **FECHA:** jul-26

DESCRIPCIÓN: grava limosa con arena de color café

SONDEO: 4 **MUESTRA:** 2 **PROFUNDIDAD m:** 1,6-3,0

LIMITE LIQUIDO			
Determinación No.	1	2	3
No. de Golpes			
Peso rec.+sue. húm. (P1) (gr)			
Peso rec.+sue. seco (P2) (gr)		NL	
Peso recipiente (P3) (gr)			
Recipiente No.			
Peso del agua (gr)			
Peso del suelo seco (gr)			
Humedad (%)			

LIMITE PLASTICO	
1	2
*	*
NP	

CURVA DE FLUJO



Resultados:

Límite Líquido :	**0,0**
Límite Plástico :	**0,0**
Indice de Plasticidad:	**0,0**

REVISO		APROBO
JEFE DE LABORATORIO		GERENTE

ingarqtorresyvenegas@hotmail.com - Cel. 314 3322972
Carrera 19 No. 10a-21 Yopal

INGARQ

CONTENIDO DE AGUA (HUMEDAD NATURAL) DE SUELO, ROCA Y MEZCLAS DE SUELO-AGREGADO

HUMEDAD NATURAL

NORMA I.N.V. E-122

PROYECTO:	CONSTRUCCIÓN DE UNIDADES BASICAS SANITARIAS EN VIVIENDAS RURALES		
LOCALIZACIÓN:	HATO COROZAL - CASANARE	**SONDEO:**	4
DESCRIPCIÓN:	grava limosa con arena de color café	**MUESTRA No.**	2
FECHA:	jul-26	**PROFUNDIDAD m :**	1,6-3,0

	DATOS	PESO (g)
Wc	Masa del recipiente	12,2
w1	Masa del recipiente y del material húmedo	68,19
W2	Masa del recipiente y del material seco	64,42
Ww	Masa del agua	3,77
Ws	Masa de las partículas sólidas	52,22
W	Contenido de agua %	**7,22%**

OBSERVACIONES

REVISO		APROBO
JEFE DE LAB		GERENTE

ingarqtorresyvenegas@hotmail.com - Cel. 314 3322972
Carrera 19 No. 10a-21 Yopal