ISO 9001:2008
OHSAS 18001:2007
BUREAU VERITAS Certification
C016.00974 / C016.00975

CONSTRUCCIÓN DEL TANQUE ELEVADO DE 1.000 M3 Y ESTACIÓN DE BOMBEO PLANTA CONCORDE Y TANQUE SEMI-ENTERRADO 2.000 M3 Y ESTACIÓN DE BOMBEO TANQUE CONCORDE MUNICIPIO DE MALAMBO ATLÁNTICO



consultech
soluciones geotécnicas

TECNOSOFT
Soluciones Integrales en Ingeniería

ES 07-21
T1000
Versión V.01

Barranquilla, agosto 11 de 2021

Barranquilla, agosto 12 de 2021

Señores
TECNOSOFT S.A.S.
Attn.: Ing. Jesus Marin
Ciudad

REF.: ES 07-21: ESTUDIO GEOTECNICO – CONSTRUCCIÓN TANQUE ELEVADO DE 1000 M3 AGUA POTABLE – PLANTA EL CONCORDE. MUNICIPIO DE MALAMBO (ATLANTICO)

Cordial Saludo,

Adjunto a la presente hacemos entrega de informe del Estudio Geotécnico perteneciente al proyecto referenciado.

Quedamos dispuestos a resolver cualquier inquietud adicional al respecto.

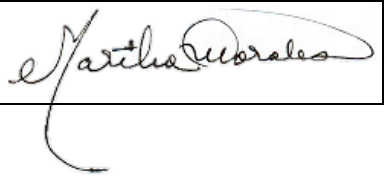
Cordialmente,

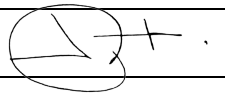
MARTHA E. MORALES
Ing. Civil. MIC Geotecnia, Esp Vias y Tpte
Gerente Consultech S.A.S.

CONSULTECH S.A.S.
Calle 73B # 41-56. Barranquilla (COL)
Tels: + (57) (5) 3223281 / 3162454876
mmorales@consultechsas.com / www.consultechsas.com

ISO 9001:2008
OHSAS 18001:2007
BUREAU VERITAS Certification
C016.00974 / C016.00975

Elaborado por:

NOMBRE		FIRMA
Marta E. Morales G. M.P. 08202-81524-ATL	Geotecnista	

NOMBRE		FIRMA
Jesús Elías Marín Silva M.P. 08202-57137-ATL	Director Consultoría	

NOMBRE	CARGO	FIRMA
Fernando Mendoza Daza. M.P. 08202-58325-ATL	Administrador Aguas de Malambo	

CONTROL DE CAMBIOS

VERSIÓN	DESCRIPCIÓN DEL CAMBIO	FECHA DEL CAMBIO
01	Creación del Documento	2021-08-11

CONTENIDO

1.	GENERALIDADES	1
1.1.	LOCALIZACION DEL PROYECTO	1
1.2.	CONDICIONES DEL ENTORNO	3
1.3.	DESCRIPCION DEL PROYECTO	4
1.4.	CONTEXTO REGIONAL	6
1.4.1.	Geología de la región	6
1.4.2.	Geomorfología	7
1.4.3.	Riesgos naturales	8
1.4.4.	Climatología	8
1.4.5.	Condición hidrica	9
1.5.	SISIMICIDAD DE LA REGION	9
2.	OBJETIVOS	11
2.1.	OBJETIVO GENERAL	11
2.2.	OBJETIVOS ESPECIFICOS	11
3.	ALCANCE DE LOS TRABAJOS	12
3.1.	TRABAJOS DE CAMPO	12
3.2.	TRABAJOS DE LABORATORIO	14
4.	CARACTERIZACION GEOTECNICA	15
4.1.	DEPOSITO GRANULAR [1]	15
4.1.1.	Caracteristicas físicas	15
4.1.2.	Caracteristicas mecánicas	17
4.2.	DEPOSITO ARCILLOSO [2]	22
4.2.1.	Caracteristicas físicas	22
4.2.2.	Caracteristicas especiales (H9, NSR-10)	25
4.2.3.	Caracteristicas mecánicas	29

4.3.	CONDICION DEL NIVEL FREATICO	33
5.	DISEÑO GEOTECNICO	34
5.1.	MODELO GEOTECNICO	34
5.2.	ANALISIS DE CAPACIDAD PORTANTEN	35
5.2.1.	Alternativa 1: Zapatas individuales	36
5.2.2.	Alternativa 2: Cimentación tipo placa	42
5.3.	ESTABILIDAD DE EXCAVACIONES	45
5.4.	RECOMENDACIONES GENERALES	46
6.	LIMITACIONES	48

ILUSTRACIONES

Ilustración 1	Encuadre geografico regional de la zona de estudio	1
Ilustración 2a	Localización genral de la zona de estudio	2
Ilustración 2b	Localización de la zona de estudio Sistema geodésico	2
Ilustración 3	Condiciones del entorno	3
Ilustración 4a	Descripción del proyecto	4
Ilustración 4b	Descripción del proyecto – Vista en planta	5
Ilustración 5	Condiciones de carga – Cimentación tiplo placa	6
Ilustración 6	Geología de la región	7
Ilustración 7	Sistema hídrico – Municipio de Malambo	9
Ilustración 8	Numero de golpes Vs. Profundidad	10
Ilustración 9	Ubicación de sondeos	12
Ilustración 10a	Detalle de los trabajos de campo – S1 y S2	13
Ilustración 10b	Detalle de los trabajos de campo – S3	14
Ilustración 11	Muestras típicas Depósito Granular [1]	15
Ilustración 12a	Propiedades mecánicas no drenadas – Dep. granular [1]	19
Ilustración 12b	Propiedades mecánicas no drenadas – Dep. granular [1]	20
Ilustración 13	Propiedades mecánicas drenadas – Dep. granular [1]	21
Ilustración 14	Muestras típicas Depósito arcilloso [2]	22
Ilustración 15	Carta de Plasticidad de Casagrande – Dep. Arcilloso [2]	23
Ilustración 16	Carta de actividad de las arcillas	24
Ilustración 17	Carta de potencial de expansión – Dep. Arcilloso [2]	26
Ilustración 19	Estabilidad hídrica – Dep. Arcilloso [2]	28
Ilustración 20	Resistencia al corte no drenada Cu Vs. Profundidad	30
Ilustración 21	Valores de Vs y Ks Vs. Profundidad	31
Ilustración 22	Resistencia al corte no drenada Cu Vs. Profundidad	32

Ilustración 23	Modelo Geotecnico	34
Ilustración 24	Factores de carga teniendo en cuenta la falla local	35
Ilustración 25	Análisis de traslapo de bulbos de esfuerzos	37
Ilustración 26	Esquema de carga en panel de geoceldas	44
Ilustración 27	Esquema solución cimentación tipo placa	45

TABLAS

Tabla 1	Condiciones de carga – Apoyo individual	5
Tabla 2	Ubicación de sondeos	12
Tabla 3	Resultados de los ensayos de laboratorio – Dep. granular	17
Tabla 4	Características físicas – Deposito Granular [1]	17
Tabla 5	Propiedades mecánicas –Depósito Granular [1]	21
Tabla 6	Correlación valores de Actividad (Skempton, 1953)	24
Tabla 7	Resultado de los ensayos de laboratorio – Depósito arcilloso [2]	25
Tabla 8	Caracterización física – Depósito arcilloso [2]	25
Tabla 9	Resultados expansión libre en probeta – Depósito arcilloso [2]	27
Tabla 10	Resultados evaluación de suelos colapsables – Depósito arcilloso [2]	29
Tabla 11	Propiedades mecánicas –Depósito arcilloso [2]	33
Tabla 12	Diseño de zapatas concéntricas	36
Tabla 13	Capacidad admisible general	36
Tabla 14	Diseño de cimentaciones combinadas.	37
Tabla 15	Análisis de asentamientos inmediatos – Zapatas concéntricas	40
Tabla 16	Modulo de reacción – Zapatas concéntricas	42

1. GENERALIDADES

1.1. LOCALIZACION DEL PROYECTO

Como parte del proyecto de ampliación de la cobertura de agua potable del municipio de Malambo, se proyecta la construcción de un tanque elevado de 1000 m^3, en la Planta Concorde del municipio.

El municipio de Malambo se ubica Al nor-oriente del departamento del Atlántico.

Limita al norte con el municipio de Soledad y la Ciudad de Barranquilla; al sur, con los municipios Sabanagrande y Plonuevo; al occidente, con los municipios Baranoa y Galapa; y al oriente con la Ciénaga de Malambo, perteneciente a la cuenca del río Magdalena.





En conjunto con estos municipios, conforman la Subregón “Area Metropolitana de Barranquilla”, abarcando un área aproximada de 532 km^2.

El sector comprendido en esta unidad y, en especial el municipio de Malambo, es en general plano, que determinan las principales subcuencas de drenaje.

Ilustración 1.
Encuadre geografico regional de la zona de estudio
(Fuente: Diccionario Geográfico Gobernación Dpto Atlántico)

Sector Planta de Tratamiento

El proyecto se ubica en la Carrera 26B con Calle 13, adyacente a la Planta de Tratamiento El Concorde, en el muicipio de Malambo.

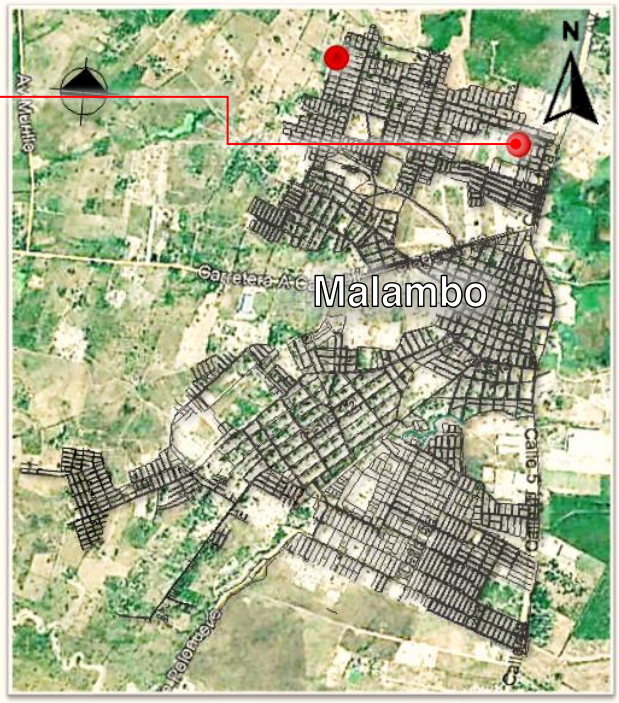


Ilustración 2a. Localización General De la zona de estudio
(Fuente: Google Earth)

Ubicado entre las coordenadas geográficas Lat 10°52'10.42"N, y Long 74°46'22.64"O.

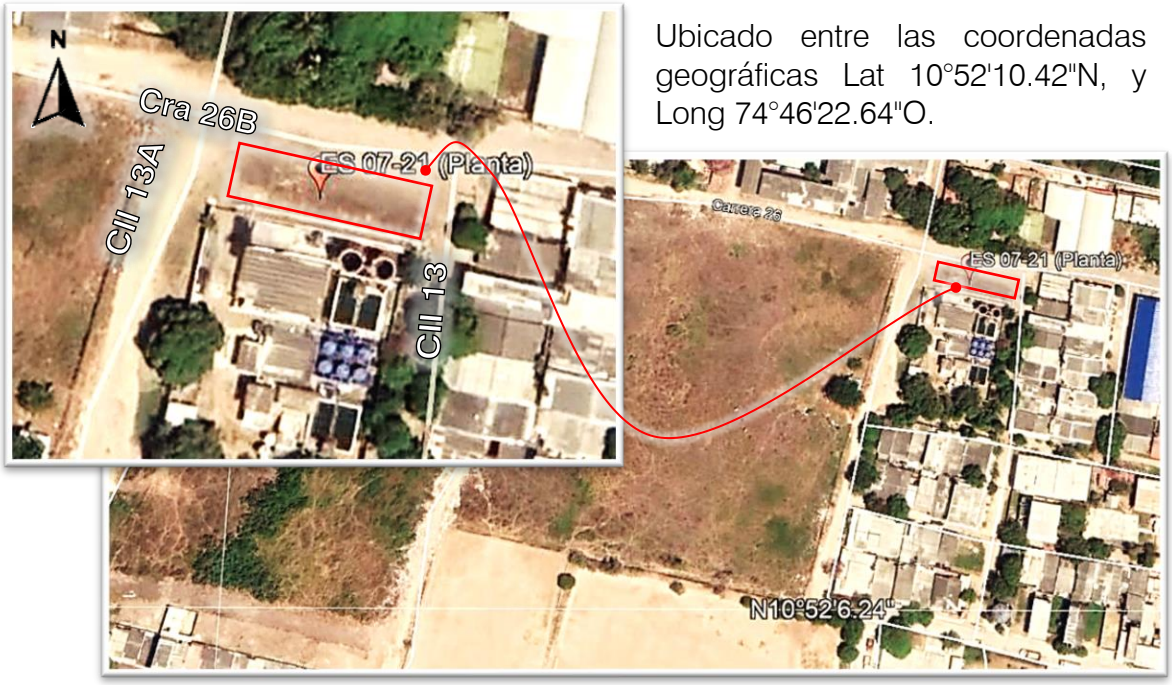


Ilustración 2b. Localización Sistema geodésico
(Fuente: Google Earth – WGS84)

1.2. CONDICIONES DEL ENTORNO

El proyecto se desarrollará en la Carrera 26B entre Calles 13 y 13A, adyacente a la actual Planta de Tratamiento Aguas de Malambo, en un lote con área aproximada de 12.0 m x 33.0 m.



Ilustración 3. Condiciones del entorno
(Fuente: Registro fotografico de campo)

Corresponde a una zona plana, en terreno natural, libre de escombros, vegetación, o cualquier obstáculo. La única estructura vecina corresponde a los tanques de la planta de tratamiento actual, conservando una separación aproximada de 8.0 m, descartando una posible influencia de esfuerzos con respecto los nuevos proyectados.

1.3. DESCRIPCION DEL PROYECTO

Como parte del proyecto macro de optimización del suministro de agua potable, incluyendo el aumento de cobertura a la población atendida y las zonas de expansión urbana del municipio, se proyecta la construcción de un Tanque Elevado de 1000 m^3, entre otras obras, que permitirán el mejoramiento de las condiciones de presión en redes, asi como mantener la disponibilidad para los usuarios en horas de máximo consumo y permitir el almacenamiento en horas de bajo consumo.

Con base en lo anterior, se proyecta la construcción de una estructura aporticada en concreto reforzado, con el fin de instalar, al nivel requerido, dos (2) tanques de 500 m^3, que permitirán la cobertura de 1000 m^3 especificada para el proyecto.

Estos tanques tendrán un diámetro de 10.0 m, y una altura de 7.50 m.

La altura del pórtico será de 32.40 m, abarcando un área de 25.0 m x 12.0 m, aproximadamente.

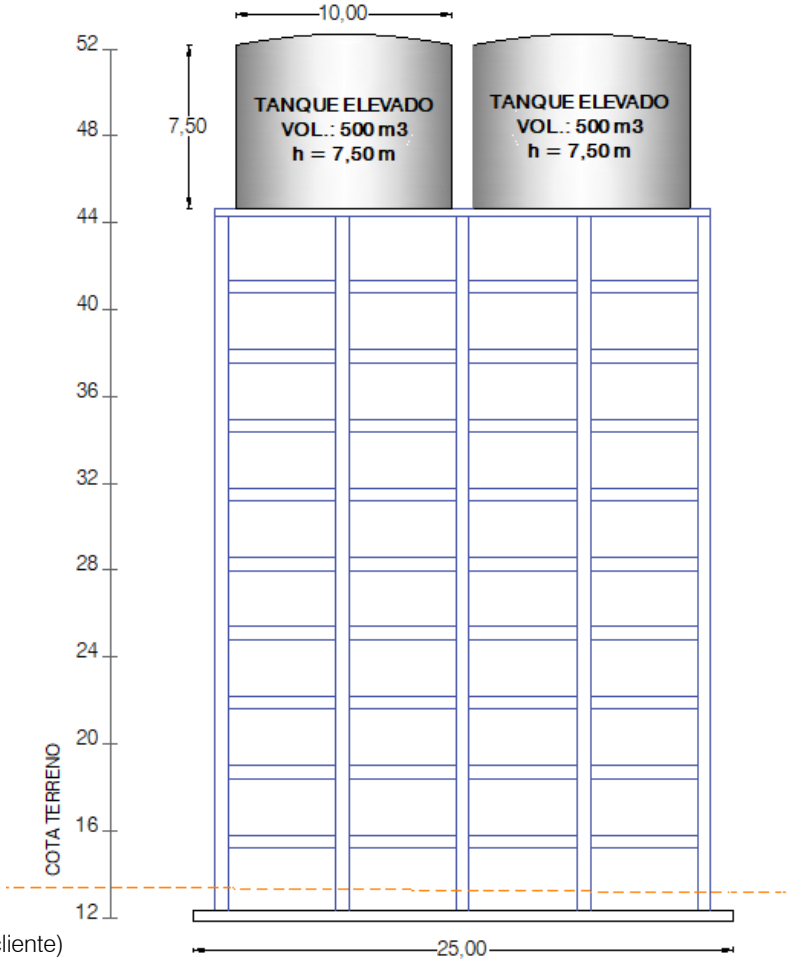


Ilustración 4a.
Descripción del proyecto
(Fuente: Informacion suministrada por el cliente)

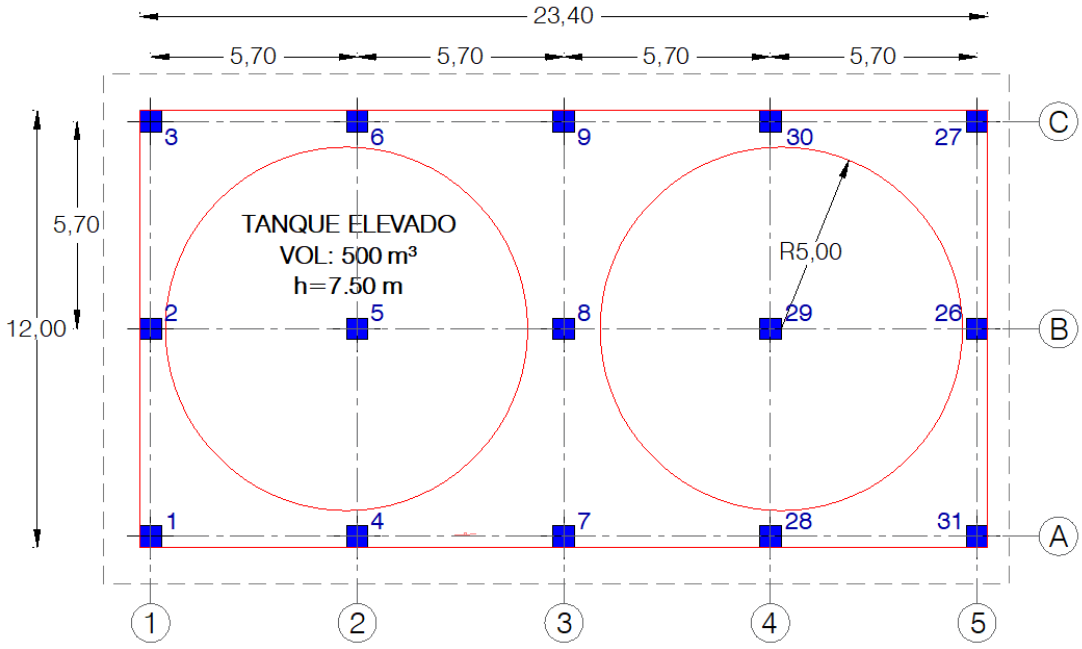


Ilustración 4b. Descripción del proyecto – Vista en planta
(Fuente: Informacion suministrada por el cliente)

Según la información suministrada por el cliente, cada apoyo transmitirá al terreno las cargas descritas en la Tabla 1.

Tabla 1. Condiciones de carga – Apoyo individual

NODO	EJE	CARGA
1	A1	164,36
2	B1	290,24
3	C1	164,36
4	A2	251,81
5	B2	381,05
6	C2	251,81
7	A3	259,07
8	B3	393,92

NODO	EJE	CARGA
9	C3	259,07
26	B5	290,24
27	C5	164,36
28	A4	251,81
29	B4	381,05
30	C4	251,81
31	A5	164,36

En caso de considerarse un cimiento tipo placa, esta transmitirá al terreno presiones entre 12.0 ton/m^2 a 18.0 ton/m^2, predominantemente (Ver Ilustración 6).

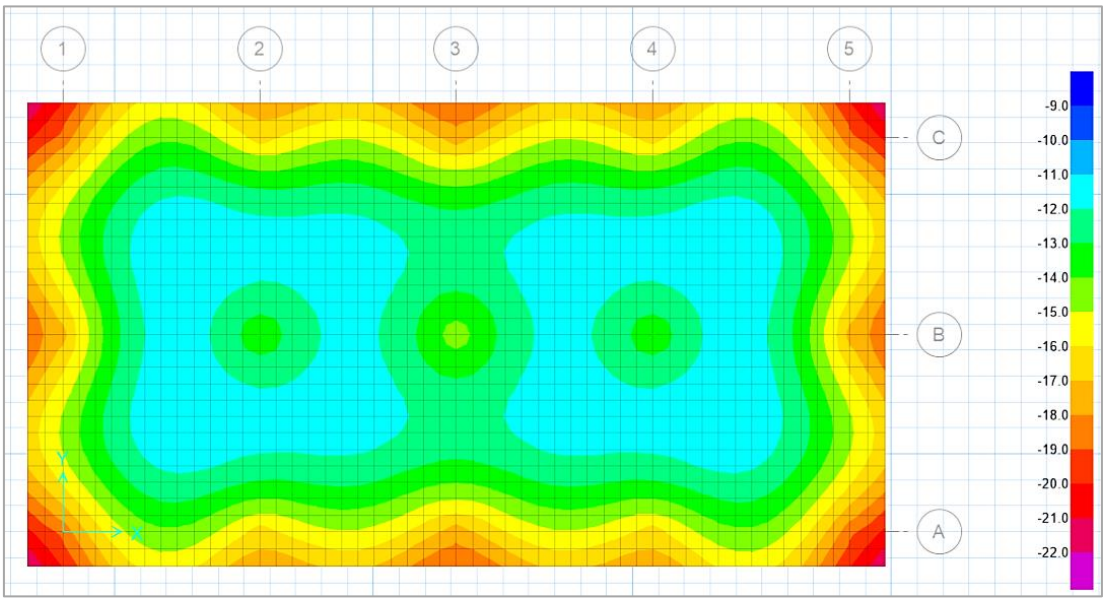


Ilustración 5. Condiciones de carga – Cimiento tipo placa
(Fuente: Informacion suministrada por el cliente)

1.4. CONTEXTO REGIONAL

1.4.1. Geologia de la región

La región en la que se asienta el municipio de Malambo está conformada por depósitos eolicos antiguos [Qe], en forma de dunas constituidas por crestas alargadas en la dirección del viento, caracterizados como arenas de grano fino a medio, bien seleccionadas con granos redondeados muy sueltos, con presencia de cuarzo y feldespato. Se evidencian con coloración es variable entre blanco, amarillo y pardo.

Estos depósitos marcan una dirección del viento noreste-sudoeste y tienen un origen que se asocia al retrabajamiento de sedimentos transportados por los vientos y que provienen de las zonas fluviales con largos periodos de sequía, asociados al río Magdalena en sus periodos de inundación. (INGEOMINAS, 2001). Estos, cubriendo discordantemente a las formaciones Hibácharo, Tubará, La Popa, San Cayetano y Las Perdices; están a su vez cubiertos por suelos arenosos.



LEYENDA GEOLOGICA

Qe: Depositos eólicos (dunas) – Arenas de grano fino a medio.

n6n7-St: Intercalaciones de conglemerados, arenitas líticas a subliticas de grano medio a conglometadticas, arenitas calcáreas y lodolitas.

Ilustración 6. Geología de la Región
(Fuente: Geología Dpto. Atlántico. Ingeominas, 2015)

1.4.2. Geomorfologia

El municipio de Malambo hace parte de la planicie del costado occidental del río Magdalena, correspondiente a una zona extensa, plana, no confinada, de posición baja y pendiente plana a suave, generalmente menor a 5°. Se destaca por presentar un sistema fluvial complejo, donde son frecuentes las difluencias de las corrientes.

Geológicamente se asocia a depósitos cuaternarios, sin embargo estos han sufrido procesos de erosión e incisión, sin que se identifiquen procesos morfodinámicos asociados.

De igual forma Zapata (2000) describe geoformas de barjanes y dunas antiguas y recientes, que pueden presentan un modelado de terreno ondulado, asociados a los depósitos eólicos localizados en esta región.

1.4.3. Riesgos naturales

Existe un conjunto de factores ambientales asociados con la disposición de suelos para actividades urbanas, cuyas características estructurales representan peligros para quienes los ocupan. El principal de ellos está relacionado con suelos sujetos a procesos erosivos, geomorfológicamente entendido como el arranque de materiales (suelos, formaciones superficiales y hasta roca), el transporte de los mismos, generalmente por aguas corrientes, y su posterior deposición en otros lugares; de allí que los agentes más comunes sean la gravedad (agente que obliga al agua a desplazarse hacia abajo), el agua y el viento.

1.4.4. Climatología

El municipio de Malambo presenta en su característica el piso térmico cálido, debido a que su topografía es plana. El viento constituye un elemento determinante para suavizar la temperatura ambiental, pero a veces afecta porque trae en su sentido nororiente los gases industriales hacia la zona urbana y olores de la producción avícola, en la zona suburbana y rural.

La variación de la temperatura media mensual es de 1,6°C a lo largo del año. Así mismo cinco meses del año presenta temperatura por encima de los 26,6°C a 28,2°C; y una temperatura máxima superando siempre los 29,8°C.

Los vientos predominantes en el territorio del municipio de Malambo son los alisios del noroeste y norte, tiene una dirección dominante N sobre el municipio y su mayor intensidad se presenta en los meses de febrero, marzo y diciembre, con una intensidad de 7,90 m/s a 9,30 m/s a lo largo del año. Las velocidades medias comprenden de 5,8 a partir de marzo hasta 2,1 m/s en su velocidad media en el mes de octubre. La velocidad mínima se establece en el mes de junio con 1,4 m/s, julio con 1,3 m/s y septiembre con 1,2 m/s. De lo cual se deduce que la zona presenta variaciones significativas de la velocidad del viento.

La humedad relativa del municipio es muy constante y la media anual varia entre 80% y el 84%; en forma general la humedad relativa no baja del 73% ni supera el 87% a lo largo del año.

La distribución general de la precipitación durante el año es de tipo monomodal presentando un periodo definido que va de mayo a octubre, durante el cual las lluvias oscilan entre 260,6 a 139,1 mm/mes; siendo el mes de septiembre más lluvioso, con 277,2 mm/mes; el periodo seco está conformado por los meses de enero, febrero, marzo abril y diciembre, con promedios entre 4,0 y 166,3 mm/mes.

El número de precipitación en el año es de 93 lluvias, la máxima en 24 horas es de 96,7 mm/días; el total de lluvias al año es de 1.277,3 mm/anual.

1.4.5. Condición hídrica

El municipio de Malambo posee una gran riqueza hídrica constituida por corrientes de agua, aguas subterráneas y espejos hídricos, que recorren parcialmente todo el municipio y son pieza fundamental en las actividades productivas.

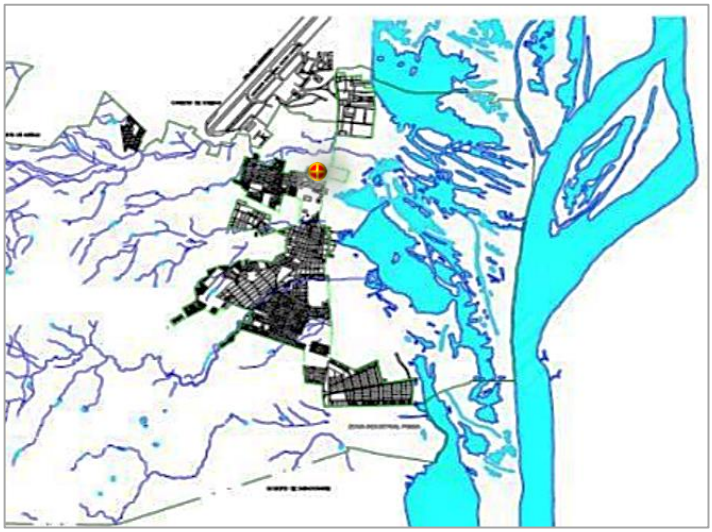


Ilustración 7. Sistema hídrico Municipio de Malambo
(Fuente: POT Malambo)

Los elementos que forman parte del sistema hídrico general del municipio, estan asociados a la cuenca del río Magdalena y a las subcuencas de las ciénagas de Malambo y Bahía, en el costaro oriental; y en el costado occidental del municipio, a las microcuencas de los arroyos San Blas Madama y Caracolí.

1.5. SISMICIDAD DE LA REGION

Con base en lo establecido en los títulos A.2.3, A.2.4. y A.2.5, del Código de Construcción Sismo Resistente (NSR-10), se puede establecer que el proyecto se desarrolla en una zona de riesgo sísmico bajo.

El presente análisis busca verificar si el suelo que conforma la zona de estudio encaja en uno de los perfiles establecidos en la Tabla A.2.4-1 del título A.2.4.4, NSR-10.

▪ Correlación Ncorr, SPT

La correlación se realiza con el número de golpes corregido (Ncor), valores que se grafican en relación con la profundidad (Ver Anexo 1: Memorias de cálculo).

Se resalta que el análisis se limita a la profundidad de muestreo ejecutada, siendo recomendable la ampliación del estudio, con el fin de dar cumplimiento a los establecido en en el inciso A.2.4.2, NSR-10.

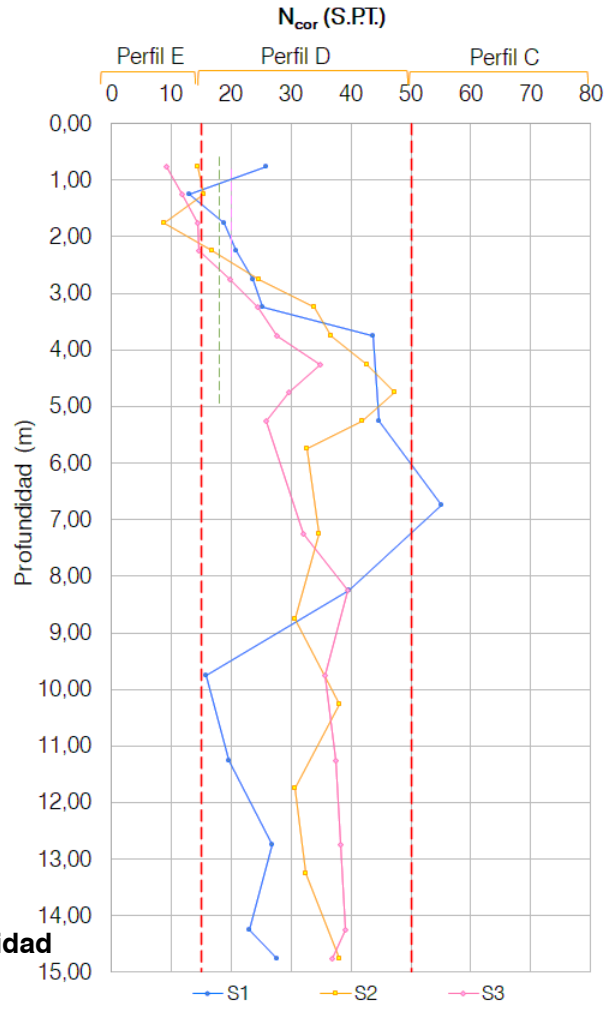


Ilustración 8.
Numero de golpes corregido Vs. Profundidad
(Fuente: Ver Anexo 1: Memorias de cálculo)

▪ Parámetros de diseño

Con base en lo anterior, y teniendo en cuenta las características del proyecto, se establecen los siguientes parámetros básicos necesarios para el diseño sísmico de las estructuras:

- Perfil del suelo: Tipo D
- Coeficiente de Aceleración pico efectiva: A_a = 0.10 (Región 2)
- Coeficiente de Aceleración vertical: A_v = 0.10 (Región 2)
- Coeficiente de Importancia: IV = 1.50 (Grupo I)
- Coeficiente de aceleración – periodos cortos: F_a = 1.60
- Coeficiente de aceleración – periodos intermedios: F_v = 2.40

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL

Realizar el estudio geotécnico, con fines a entregar las recomendaciones de cimentación para el Proyecto Construcción Tanque Elevado 1000 m^3, a ubicarse en la Crrera 26B con Calle 13, del municipio de Malambo, Atlántico.

2.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

Para el presente estudio se pueden establecer los siguientes objetivos, que demarcan el alcance de la presente investigación.

- Establecer las condiciones generales del proyecto, tales como localización, descripción general, según la información suministrada por el cliente.
- Establecer las condiciones geológicas a partir de las condiciones regionales.
- Establecer los parámetros sísmicos, por correlación con las condiciones locales establecidas en el presente estudio.
- Establecer la estratigrafía de la zona de estudio.
- Determinar las propiedades geotécnicas de los materiales que conforman la zona de estudio.
- Entregar las recomendaciones geotécnicas aplicables que garanticen la estabilidad del proyecto.
- Suministro de los registros de perforación, ensayos de laboratorio, figuras y memorias de cálculo que faciliten la comprensión del estudio, a la vez que permitan establecer su trazabilidad.

3. ALCANCE DE LOS TRABAJOS

3.1. TRABAJOS DE CAMPO

Con el fin de determinar las características físicas y mecánicas del material que conforma la subrasante en zona de estudio, se realizaron tres (3) sondeos mecánicos, distribuidos como se aprecia en la Ilustración 6. La ubicación de éstos se realizó en acuerdo con el cliente, a partir de la ubicación proyectada de las estructuras.



Ilustración 9. Ubicación de sondeos
(Fuente: Google earth / Ubicación de campo)

Las coordenadas geodésicas aproximadas de ubicación de los sondeos, se describen en la Tabla 2.

Tabla 2. Ubicación de sondeos

Sondeo	Coordenadas	
	Latitud	Longitud
S1	10°52'10.56"N	74°46'23.09"O
S2	10°52'10.46"N	74°46'22.56"O
S3	10°52'10.39"N	74°46'22.28"O

Los sondeos mecánicos se iniciaron por el método de percusión, realizando ensayo de penetración estándar de manera continua (INV E 111-13 / ASTM D1586), con el fin de correlacionar las propiedades mecánicas de los materiales, con el número de golpes obtenido. Una vez alcanzada la profundidad de rechazo, el avance se logra por métodos rotarivos, mediante la instalación de camisa de revestimiento con el fin de lograr la estabilidad del pozo.

Sondeo S1





Sondeo S2

Ilustración 10a. Detalle de los trabajos de campo – Sondeos S1 y S2
(Fuente: Registro fotográfico de campo)



Ilustración 10b. Detalle de los trabajos de campo – Sondeo S3
(Fuente: Registro fotográfico de campo)

La profundidad de los sondeos se definió teniendo en cuenta las especificaciones del proyecto, siguiendo los lineamientos establecidos en el capitulo H.3.2.5. de las NSR-10. De esta forma, se estableció una profundidad de 15.0 m, contados desde el nivel actual del terreno.

Los registros de perforación de los sondes realizados se incluyen en el Anexo 2.

3.2. TRABAJOS DE LABORATORIO

Con el fin de conocer las propiedades geotécnicas de los materiales, y de acuerdo a la solicitud del cliente, se realizaron los siguientes ensayos: Humedad natural (Inv E-122-13), límites de Atterberg (Inv E-125-13, Inv E-126-13), análisis granulométrico por tamizado e hidrómetro (Inv E-123-13), expansión libre en probeta (Inv E-132-13), gravedad específica (Inv E-128-13), compresión inconfinada (Inv E-152-13) y S.P.T. de manera continua (Inv E-111-13).

Los resultados de estos resultados permiten la determinación de las características geotécnicas expuestas en el capítulo 4. En el Anexo 3, se incluyen los ensayos de laboratorio realizados.

4. CARACTERIZACION GEOTECNICA

La planicie eólica corresponde a una extensa zona compuesta por depósitos no consolidados de arenas eólicas [Qe], donde se encuentran dunas con espesores entre 2m y 10m, situadas al occidente del río Magdalena. Esta unidad a veces se encuentra en contacto discordante formaciones antiguas [n6n7-St] o con los depósitos de terrazas de la planicie aluvial actual del río Magdalena [Qal].

A partir del análisis de los resultados obtenidos de los trabajos de campo y de los ensayos de laboratorio, se establece la secuencia estratigráfica de la zona de estudio, según lo descrito a continuación e ilustrado en la Figura 1.

En la zona de estudio se identifican dos (2) estratos principales descritos como Depósitos Granulares [1]; y Depósitos Arcillosos [2], identificado a profundidades inferiores a 8.50 m, aproximadamente.

4.1. DEPOSITO GRANULAR [1]

4.1.1. Características físicas

Se presenta de manera superficial en todos los sondeos, hasta una profundidad promedio de 8.50 m.



Sondeo S1 (1.50 – 2.00 m)
(SC) Arena arcillosa de grano medio

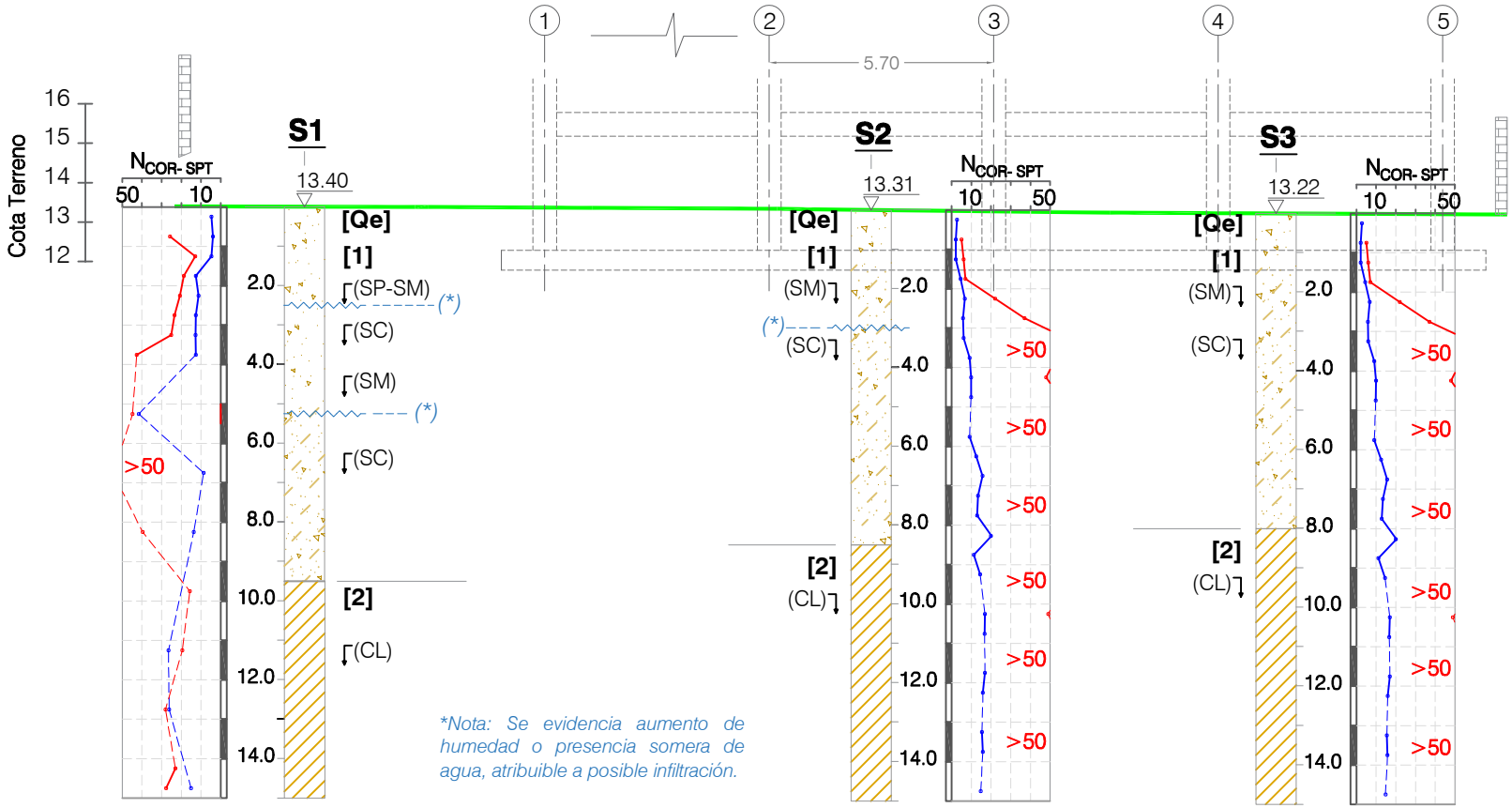


Sondeo S3 (1.00 – 1.50 m)
(SP-SM) Arena no plástica de grano medio



Sondeo S2 (5.50 – 6.00 m)
(SC) Arena Arcillosa de grano fino.

Ilustración 11. Muestras típicas Depósito granular [1]
(Fuente: Registro fotográfico de laboratorio)



CONVENCION ESTRATIGRAFICA

Depósito eólico [Qe]
Depósitos no consolidados de arenas eólicas, situadas al occidente del río Magdalena. Esta unidad se encuentra en contacto discordante formaciones antiguas [n6n7-St] o con los depósitos de terrazas de la planicie aluvial actual del río Magdalena [Qal].

- **Depósitos granulares [1].** Arenas de gradación media a fina, mal gradadas, y color pardo olivo claro (2.5Y 5/3).
  - (SM) / (SP-SM) Arenas no plásticas.
  - (SC) Arenas arcillosas
- **Depósitos arcillosos [2].** Arcilla de plasticidad media, color pardo oscuro amarillo (10YR 4/6) con vetas grises.
  - (CL) Arcillas plasticidad baja a media

CONVENCION PERFIL

Humedad natural
Numero de golpes (SPT).

Correlación $N_{(s.p.t.)}$ Vs. Densidad en Arenas

0	10	20	30	40	50
Suelta	Media	Densa			

Correlación $N_{(s.p.t.)}$ Vs. Consistencia en Arcillas

0	10	20	30	40	50
Blanda	Media	Dura	Muy dura		

CONSULTECH soluciones geotécnicas

Proyecto:
ES 09-21 ESTUDIO GEOTECNICO
CONSTRUCCIÓN TANQUE ELEVADO DE 1000 M3 AGUA POTABLE - PLANTA EL CONCORDE

Localización:
CARRERA 26B - CALLE 13
MUNICIPIO DE MALAMBO (ATL.)

Contiene:
FIGURA 1
PERFIL ESTRATIGRAFICO

Se caracteriza como Arena no plástica (SM) / (SP-SM) o, Arenas arcillosas (SC), según el sistema unificado de clasificación de suelos (ASTM D2487). Son de gradación media a fina, mal gradadas, y color pardo olivo claro (2.5Y 5/3), según la escala de colores de Munsell.

Tabla 3. Resultado de los ensayos de laboratorio – Deposito Granular [1]

SONDEO	PROFUNDIDAD (m)	Wn (%)	%PT200 (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	Gs (-)	S.U.C.S.
S1	0.00 - 0.50	4.68	6.40	NL	NP	NL-NP	-	SP-SM
	1.50 - 2.00	12.67	20.80	18.57	11.02	7.55	2.62	SC
	3.00 - 3.50	12.81	14.81	NL	NP	NL-NP	2.65	SM
	5.00 - 5.50	41.58	45.48	21.63	11.40	10.23	-	SC
S2	0.00 - 0.50	3.20	3.76	NL	NP	NL-NP	-	SP-SM
	2.50 - 3.00	11.27	20.94	19.02	11.24	7.78	-	SC
	5.50 - 6.00	12.37	31.43	22.21	11.82	10.39	-	SC-CM
S3	1.00 - 1.50	2.53	5.57	NL	NP	NL-NP	2.64	SP-SM
	4.00 - 4.50	13.23	20.86	18.85	11.66	7.19	-	SC
	5.00 - 5.50	12.80	40.53	23.48	10.24	13.24	2.62	SC

Wn: Contenido de agua. %PT200: Porcentaje que pasa el tamiz N°200. LL: Límite líquido. LP: Límite plástico. IP: Índice plástico. Gs: Gravedad específica. S.U.C.S.: Sistema Unificado de Clasificación de Suelos.

La interpretación de los resultados expuestos en la Tabla 1, permite la siguiente caracterización física (Ver Tabla 4):

Tabla 4. Características físicas – Deposito Granular [1]

PARAMETRO	RANGOS	
Clasificación S.U.C.S.	(SM) / (SP-SM)	(SC)
Humedad Natural	2.53 – 12.81 %	12.67 – 41.58 %
% Tamiz Nº 200	3.76 – 14.81 %	20.80 – 45.48 %
Limite Liquido, LL	NL	18.57 – 23.48 %
Limite Plástico, LP	NP	10.24 – 11.82 %
Índice de Plasticidad	NL – NP	7.19 – 13.24 %
Gravedad Específica	2.64	2.62 – 2.65

4.1.2. Características mecánicas

Las características mecánicas no drenadas se determinan con base en correlación con el número de golpes obtenido durante la ejecución del ensayo de penetración estándar (corregido), aplicando para los depósitos granulaes criterios como los de Peck, Hanson y Thornbum (1974), Terzaghi & Peck (1948) y Peck (1953).

- **Corrección N (SPT)**

Varios factores contribuyen a la variación del número de penetración estándar N a una profundidad dada, tales como la eficiencia energética, establecida en un 60% por la normativa colombiana (NSR-10); y el efecto de la sobrecarga del terreno, para lo cual se tiene lo siguiente:

$$N_{60} = \frac{N * \eta_H * \eta_B * \eta_S * \eta_R}{60}$$

Donde, N_{60}: Número de penetración estándar corregido.
N: Número de penetración medido en campo.
η_H: Eficiencia del martinete (60%)
η_B: Corrección por diámetro de perforación (Ver Anexo 1)
η_S: Corrección por el muestreador (Estándar: 1.0)
η_R: Corrección por longitud de barra (Ver Anexo 1)

$$\eta_{\sigma_v} = \frac{2}{\left[1 + \left(\frac{\sigma'_v}{P_a}\right)\right]}$$

$$\eta_{\sigma_v} = 0.77\ log\left(\frac{20}{\left(\frac{\sigma'_v}{P_a}\right)}\right)$$

Donde, $\eta_{\sigma v}$: Factor de corrección.
σ'_v: Presión vertical ($\sigma'_v = \gamma_d * \Delta H$)
P_a: Presión atmosférica (10.20 ton/m^2)

Nota: El valor del peso unitario seco utilizado para el cálculo de σ'_v, es calculado por correlación de N, con el fin de representar las condiciones de campo, bajo el estado de esfuerzos en el que es realizado el S.P.T.. Los parámetros de correlación y resultados se incluyen en el Anexo 1.

Los resultados de $N_{corregido}$, se incluyen en el Anexo 1: Memorias de cálculo.

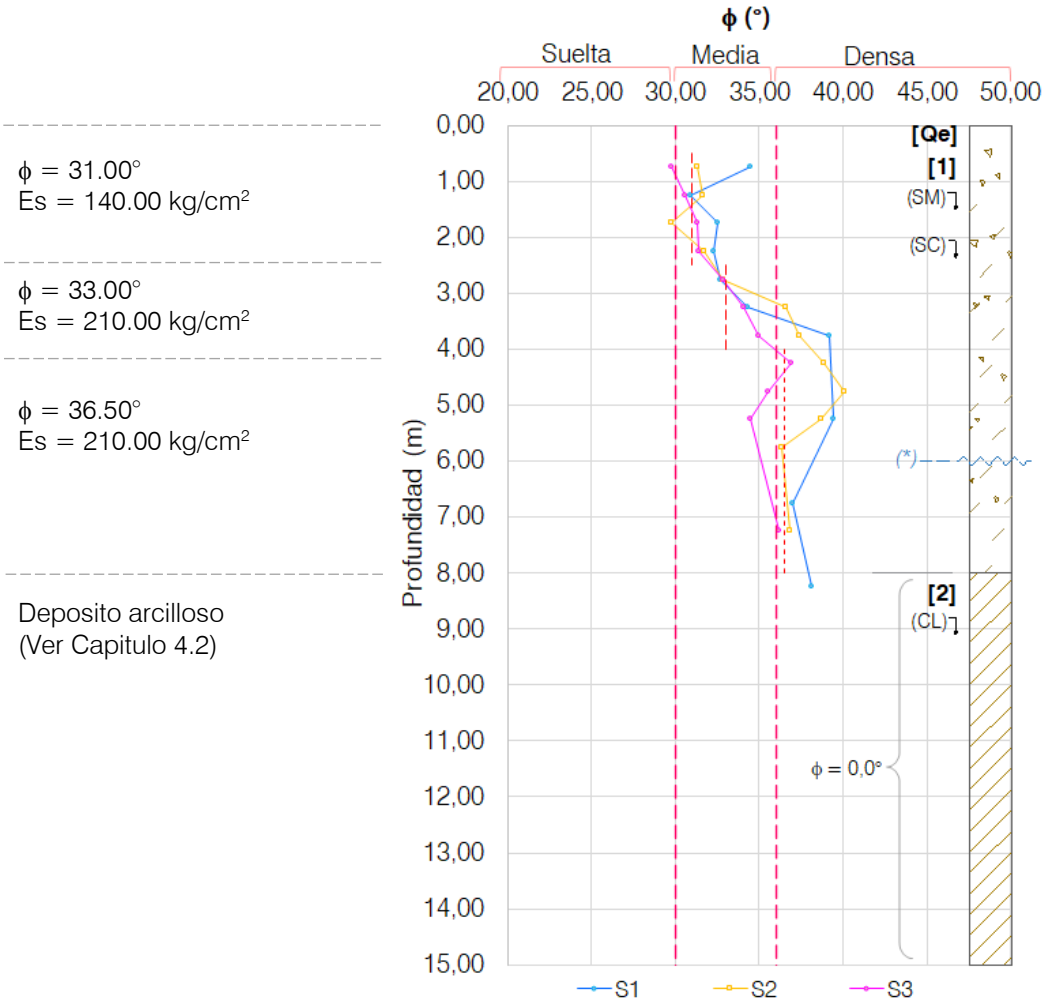


Ilustración 12a. Propiedades mecánicas no drenadas – Depósito Granular [1]
(Fuente: Análisis de ingeniería)

Deberá tenerse en cuenta que la ausencia de cementanteen las Arenas no plásticas (SM), anula de las formulaciones de capacidad portante el término "c*Nc", limitando el cálculo a un suelo puramente friccionante en el que el acomodo de las partículas y el confinamiento de las mismas es lo que domina el diseño.

Un comportamiento similar presentan las Arenas arcillosas (SC), teniendo en cuenta su baja pasticidad (4.0 % < IP < 10.0%).

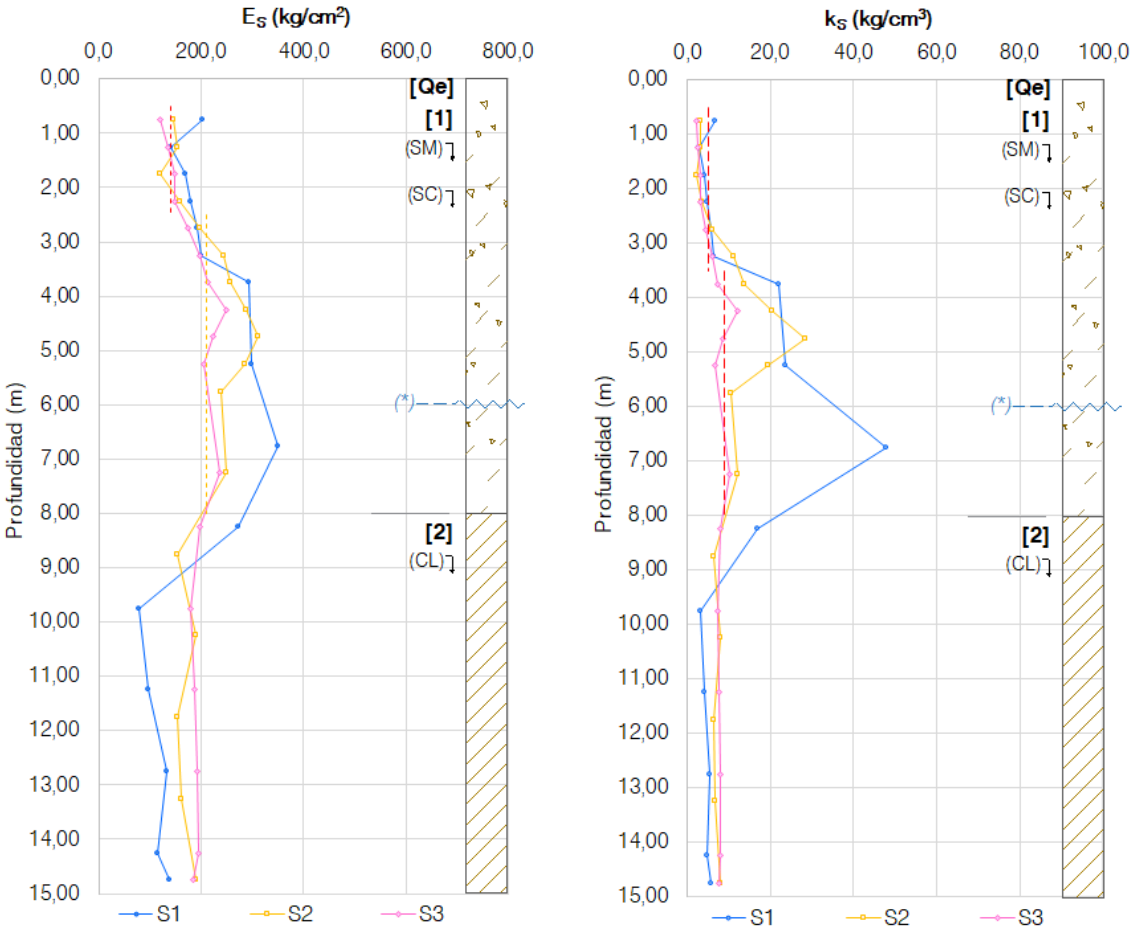


Ilustración 12b. Propiedades mecánicas no drenadas – Depósito Granular [1]
(Fuente: Análisis de ingeniería)

Teniendo en cuenta las características del material, no fue posible la obtención de muestras adecuadas que permitieran realizar ensayos inalterados adecuados a partir de los cuales se pudieran obtener los parámetros de resistencia al corte, para la condición drenada.

Es por tanto, que se opta por la aplicación del método Gonzalez[1], el cual permite la obtención de los parámetros de resistencia al corte efectivos, en correlación con el numero de golpes obtenido durante el ensayo de penetración estándar, corregido por los factores establecidos. Para tal fin, se utilizan los valores N_{cor}, según lo explicado anteriormente, resultados incluidos en el Anexo 1: Memorias de cálculo. El método se basa en la obtención de los parámetros a partir de lo siguiente:

[1] Ing. Alvaro Gonzalez, 1999.

$$\phi'_{eq} = 15 + (12.5 * N_{cor})^{0.5}$$ *[Criterio Kishida]*

$$\tau = \sigma' * \tan(\phi'_{eq})$$ *Donde σ': esfuerzo vertical efectivo*

A partir de la regresión τ Vs σ', se obtienen los valores de los parámetro mecánicos, para lo cual se obtiene:

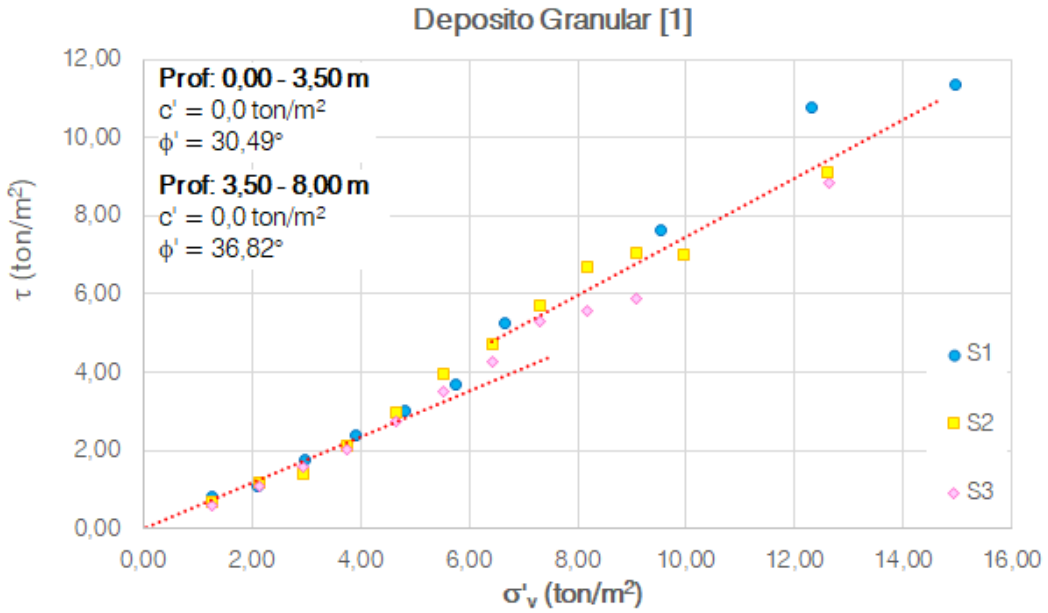


Ilustración 13. Propiedades mecánicas drenadas – Deposito Granular [1]
(Fuente: Análisis de ingeniería)

A partir de lo anterior, se establecen los siguientes parámetos de diseño geotécnico:

Tabla 5. Propiedades mecánicas –Depósito Granular [1]

PROFUNDIDAD (m)	γ_d (ton/m³)	No Drenadas				Drenada	
		ϕ (°)	c_u (kg/cm²)	E_s (kg/cm²)	k_s (kg/cm³)	ϕ' (°)	c' (Kg/cm²)
0.50 – 2.50 m	1.70	32.00	0.00	140.00	5.00	30.49	0.00
2.50 – 4.00 m	1.70	33.00		210.00	9.00		
4.00 – 8.00 m	1.77	36.50				36.80	

4.2. DEPOSITO ARCILLOSO [2]

4.2.1. Características físicas

Subyaciendo el depósito granular, a una profundidad promedio de 8.0 m, se evidencia un material caracterizado como Arcilla de plásticidd media, material que clasifica como (CL) según el sistema unificado de clasificación de suelos (ASTM D2487). Su coloración es pardo oscuro amarillo (10YR 4/6) con vetas grises, según la escala de colores de Munsell.



Sondeo S1 (8.50 – 10.00 m)
(CL) Arcilla de plásticidad media



Sondeo S2 (13.50 – 15.00 m)
(CL) Arcilla de plásticidad media



Sondeo S3 (10.00 – 11.50 m)
(CL) Arcilla de plásticidad baja

Ilustración 14. Muestras típicas Depósito arcilloso [2]
(Fuente: Registro fotográfico de laboratorio)

Las características físicas se establecen con base en los resultados de los ensayos físicos, a partir de los cuales se obtienen las propiedades índice del material, que permiten establecer su clasificación y estimar su comportamiento.

- **Índice plástico (IP)**

Describe el rango del contenido de agua en el cual el suelo presenta comportamiento plástico. Su valor, es indispensable para asignar la clasificación del suelo (S.U.C.S., ASTM D2487) y estimar su comportamiento.

$$IP\ (\%) = LL - LP$$

Donde, IP: Índice plástico
LL: límte líquido
LP: Límite plástico

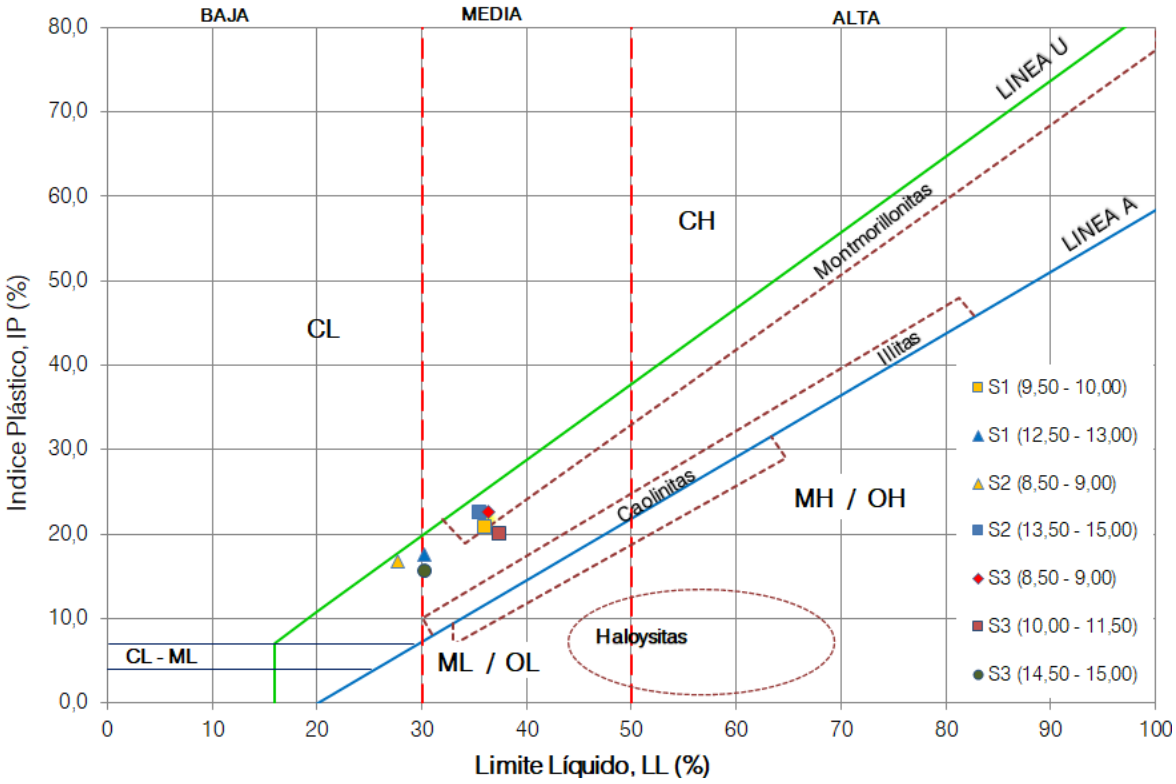


Ilustración 15. Carta de Plasticidad de Casagrande – Depósito arcilloso [2]
(Fuente: Análisis de Ingeniería)

Las arcillas de mejor comportamiento (caolinitas) presentan plasticidades más bajas, al contrario de las montmorillonitas que presentan las plasticidades más altas y corresponden a las más problemáticas (arcillas de comportamiento difícil propensas a ser altamente susceptibles a cambios volumétricos), en especial, cuando su límite líquido es superior al 50% (LL>50.0%). Tal como se aprecia en la Ilustración 15, las arcillas propias de la zona de estudio presentan de manera predominante, plasticidad baja a media, pudiendo conservar estabilidad en su comportamiento.

- **Actividad (A)**

Permite estimar la cantidad de arcilla presente en el suelo, considerando la fracción de arcilla, como el porcentaje en peso del suelo menor de 2 μm. A partir de este valor, se puede establecer una correlación con el potencial de cambio volumétrico de la masa de suelo.

Tabla 6. Correlación valores de Actividad (Skempton, 1953)

ACTIVIDAD	TIPO DE ARCILLA	POTENCIAL DE CAMBIO VOLUMETRICO
A < 0.75	Caolinita	Bajo
0.75 < A < 1.25	Ilita	Medio
A > 1.25	Montmorilonita	Alto

Igualmente se establece correlación del nivel de expansividad de los suelos arcillosos, a partir del criterio de Van der Merwe, 1964 (Ver ilustración 16).

$$A = \frac{IP}{\% < 2\mu m}$$

Donde,
IP: Índice plástico

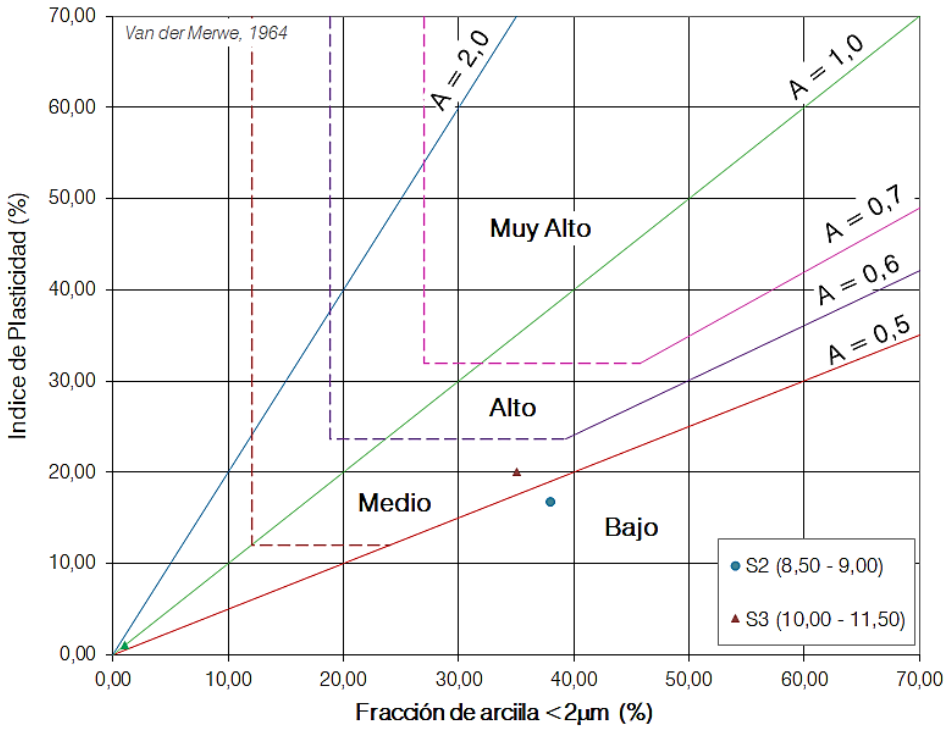


Ilustración 16. Carta de actividad de las arcillas
(Fuente: Análisis de Ingeniería)

- **Caracterización física**

Los resultados de los ensayos de laboratorio se resumen a continuación (Ver Tabla 7):

Tabla 7. Resultado de los ensayos de laboratorio – Depósito arcilloso [2]

SONDEO	PROFUNDIDAD (m)	Wn (%)	%PT200 (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	Gs (-)	S.U.C.S.
S1	9.50 - 10.00	13.69	85.46	35.95	14.99	20.96	-	CL
	12.50 – 13.00	35.65	83.22	30.24	12.61	17.63	2.75	CL
S2	8.50 – 9.00	9.40	65.34	27.69	10.96	16.73	2.72	CL
	13.50 – 15.00	20.29	91.20	35.42	12.87	22.55	-	CL
S3	8.50 – 9.00	21.18	62.90	36.31	13.63	22.68	-	CL
	10.00 – 11.50	13.87	82.37	37.31	17.20	20.11	-	CL
	14.50 – 15.00	14.15	76.73	30.20	14.20	15.70	-	CL

Wn: Contenido de agua. %PT200: Porcentaje que pasa el tamiz N°200. LL: Límite líquido. LP: Límite plástico. IP: Índice plástico. Gs: Gravedad específica. S.U.C.S.: Sistema Unificado de Clasificación de Suelos.

La interpretación de los resultados expuestos en la Tabla 7, permite la siguiente caracterización física (Ver Tabla 8):

Tabla 8. Caracterización física – Depósito arcilloso [2]

CARACTERISTICA	RANGO	OBSERVACION
Humedad natural	9.40 – 35.65 %	Humedad media: Wn ≈ IP
% Tamiz Nº 200	65.34 – 91.20 %	%PT200> 50%: Material fino
Limite Líquido, LL	27.69 – 37.31 %	-
Limite Plástico, LP	10.96 – 17.20 %	-
Índice de Plasticidad, IP	15.70 – 22.68 %	-
Clasificación S.U.C.S. (Ilustraciín 15)	CL	Arcilla de plasticidad baja a media
Gravedad Especifica:	2.72 – 2.75	-
% de Arcilla (<2μm)	35.0 – 38.0 %	-
Actividad baja (Tabla 4 / Ilustración 16)	0.44 – 0.57	Potencial de cambio volumétrico: Bajo (A < 0.75)

4.2.2. Características especiales (H.9, NSR-10)

- **Suelos expansivos**

El fenómeno de expansión se define como la capacidad del material arcilloso de contraerse o expandirse debido a los cambios en sus condiciones de humedad, generando movimientos en la masa de suelo que dejan en riesgo la estabilidad de las estructuras sobre estos cimentadas.
La identificación de los suelos expansivos se puede establecer a partir de varios ensayos y correlaciones basadas en las propiedades índice del suelo, para lo cual se tiene lo siguiente:

A partir de las propiedades índice. Se establece el potencial de expansión a partir del criterio establecido por Abduljauwad y Al-Sulaimani, 1993, cuyos resultados se aprecian en la Ilustración 17: Carta de potencial de expansión. Según estos parámetros el material encontrado en la zona de estudio presenta un potencial de expansión bajo a medio.

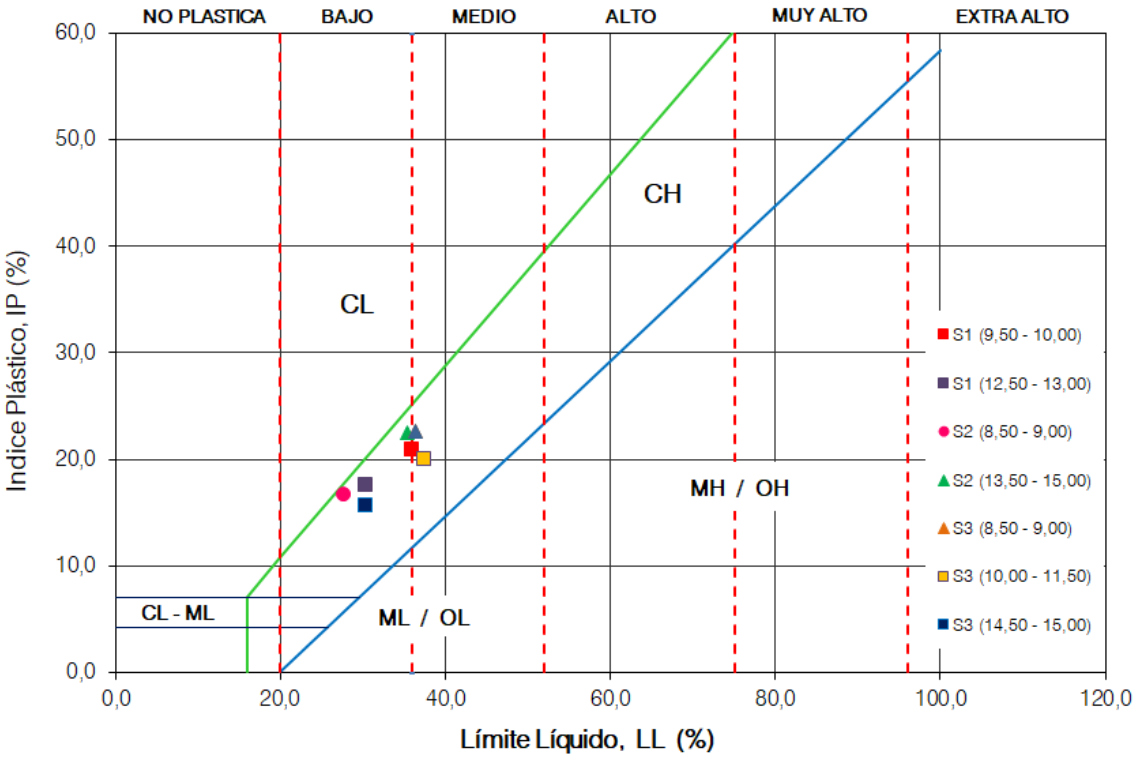


Ilustración 17. Carta de Potencial de expansión – Depósito arcilloso [2]
(Fuente: Análisis de Ingeniería)

Expansión libre en probeta. Los resultados de este ensayo arrojan un potencial de expansión bajo, tal como se describe en la Tabla 9.

Tabla 9. Resultados expansión libre en probeta – Depósito arcilloso [2]

SONDEO	PROFUNDIDAD	VALOR	POTENCIAL DE EXPANSION*
S1	9.50 - 10.00 m	25.00 %	Bajo
S1	12.50 - 13.00 m	55.50 %	Bajo
S2	8.50 – 9.00 m	50.00 %	Medio
S3	10.00 – 11.50 m	40.00 %	Bajo

**(ASTM D 4829)*

Conclusión. A partir de lo anterior y, con base en la Tabla H.9.1-1 (NSR-10), se establece que el material arcilloso presente en la zona de estudio, presenta un potencial de expansión bajo.

Potencial de expansión	Expansión (%) medida en consolidómetro bajo presión vertical de 0.07 kgf/cm^2	Límite líquido LL , en (%)	Límite de contracción en (%)	Índice de plasticidad, IP , en (%)	Porcentaje de partículas menores de una micra (μ)	Expansión libre EL en (%), medida en probeta
Muy alto	> 30	> 63	< 10	> 32	> 37	> 100
Alto	20 – 30	50 – 63	6 – 12	23 – 45	18 – 37	> 100
Medio	10 –20	39 – 50	8 – 18	12 –34	12 – 27	50 100
Bajo	< 10	< 39	> 13	< 20	< 17	< 50

Ilustración 18. Clasificación de suelos expansivos según NSR-10
(Fuente: Tabla H.9.1-1, NSR-10)

- **Suelos dispersivos**

Los suelos dispersivos entran de manera espontánea en solución en presencia de agua, primero como una nube de materia en suspensión, y luego como una extensión generalizada del fenómeno (H.9.2.3, NSR-10).

Con el fin de lograr su identificación, se realiza la prueba empírica de Estabilidad Hídrica[2], la cual consiste en visualizar y medir el efecto del agua sobre el material arcilloso sometiendo la muestra a inmersión. De esta forma, se registra las condiciones del material para su estado inicial de humedad, registrando a su vez su resistencia mediante el uso del penetrómetro manual, luego de lo cual se sumerge la muestra en agua y se registra su comportamiento.

[2] Ensayo propio de CONSULTECH S.A.S., que busca recrear las condiciones descritas en el título H.9.2.3, para la identificación de las características del material. Nota: El nombre es asignado por CONSULTECH S.A.S., para fines prácticos, aclarando que no corresponde a una practica normalizada.



Sondeo S3 (9.50 – 10.00 m).
Humedad natural.
Resistencia penetrómetro manual:
q_u = 4.50 kg/cm².



Tiempo de inmersión: 20 min.
La muestra pierde sus propiedades mecánicas.
Resistencia penetrómetro manual:
q_u = 1.0 kg/cm².

Ilustración 19.
Estabilidad hídrica – Depósito arcilloso [2]
(Fuente: Resultados del ensayo)

A partir de los resultados obtenidos se establece que la muestra presenta comportamiento dispersivo (suelos que por su naturaleza mineralógica son susceptibles a la separación de las partículas individuales y a la posterior erosión a través de grietas bajo la infiltración del agua), evidenciando a su vez, pérdida de sus propiedades mecánicas por humedecimiento y saturación, obteniéndose una resistencia nula ante la prueba de penetrómetro manual al finalizar el ensayo.

- **Suelos colapsables**

Corresponde a aquellos suelos que, si bien resisten cargas considerables en su estado seco, sufren pérdidas de su conformación estructural, acompañadas de severas reducciones en el volumen exterior cuando se aumenta su humedad o se saturan (H.9.3.1, NSR-10). Su identificación se establece a partir de lo siguiente:

$$\gamma_{d.crit} = \frac{\gamma_w}{(1/G_s) + LL}$$

$$\frac{\gamma_d}{\gamma_{d-crit}} > 1, \ \textit{Suelo estable o expansivo}$$

$$\frac{\gamma_d}{\gamma_{d-crit}} < 1, \ \textit{Suelo colapsable}$$

Donde, γ_w: peso unitario del agua. γ_d: Peso unitario seco. Gs: Gravedad específica.
LL: Límite líquido.

Tabla 10. Resultados evaluación de suelos colapsables – Depósito arcilloso [2]

MATERIAL (S.U.C.S.)	Gs	LL (%)	$\gamma_{d\text{-}crit}$ (ton/m³)	γ_d * (ton/m³)	$\gamma_d/\gamma_{d\text{-}crit}$
CL	2,75	30.24	1.50	1.42	0,94
CL	2,72	27.69	1,55	1.42	0,91

* *Correlación a paritr de las condiciones de campo (N, S.P.T.), según Peck, Hanson y Thornburn, Foundation Engineering, E2, 1974 (Ver memorias de cálculo).*

A partir de los resultados obtenidos se establece que la muestra presenta comportamiento colapsable, bajo las condiciones descritas.

4.2.3. Características mecánicas

Las características mecánicas no drenadas se determinan con base en los resultados del ensayo de compresión inconfinada y, en correlación con el número de golpes obtenido durante la ejecución del ensayo de penetración estándar (corregido), aplicando el criterio de Terzaghi (1955) para suelos arcillosos.

- **Correción N (SPT)**

Varios factores contribuyen a la variación del número de penetración estándar N a una profundidad dada, tales como la eficiencia energética, establecida en un 60% por la normativa colombiana (NSR-10); y el efecto de la sobrecarga del terreno, para lo cual se tiene lo siguiente:

$$N_{60} = \frac{N * \eta_H * \eta_B * \eta_S * \eta_R}{60}$$

Donde,
- N_{60}: Número de penetración estándar corregido.
- N: Número de penetración medido en campo.
- η_H: Eficiencia del martinete (60%)
- η_B: Corrección por diámetro de perforación (Ver Anexo 1)
- η_S: Corrección por el muestreador (Estándar: 1.0)
- η_R: Corrección por longitud de barra (Ver Anexo 1)

$$\eta_{\sigma_v} = \frac{2}{\left[1 + \left(\frac{\sigma'_v}{P_a}\right)\right]}$$

$$\eta_{\sigma_v} = 0.77\ log\left(\frac{20}{\left(\frac{\sigma'_v}{P_a}\right)}\right)$$

Donde, $\eta_{\sigma v}$: Factor de corrección.
σ'_v: Presión vertical ($\sigma'_v = \gamma_d * \Delta H$)
P_a: Presión atmosférica (10.20 ton/m^2)

Los resultados de $N_{corregido}$, se incluyen en el Anexo 1: Memorias de cálculo.

- **Resistencia al corte no drenada**

La resistencia al corte no drenada, c_u, se establece a partir de los resultados obtenidos del ensayos Compresión Inconfinada, teniendo en cuenta lo siguiente:

$$c_u = {}^{q_u}/_{2}$$

Donde, q_u: Resistencia pico – ensayo compresión inconfinada.

De igual forma, se establece la correlación con el numero de golpes corregido, a partir del criterio de Terzaghi (1986):

$$c_u = 0.4\left(\frac{N}{8}\right)$$

Los resultados son graficados tal como se aprecia en la Ilustración 20, en el que se ve similitud entre las correlaciones aplicadas.

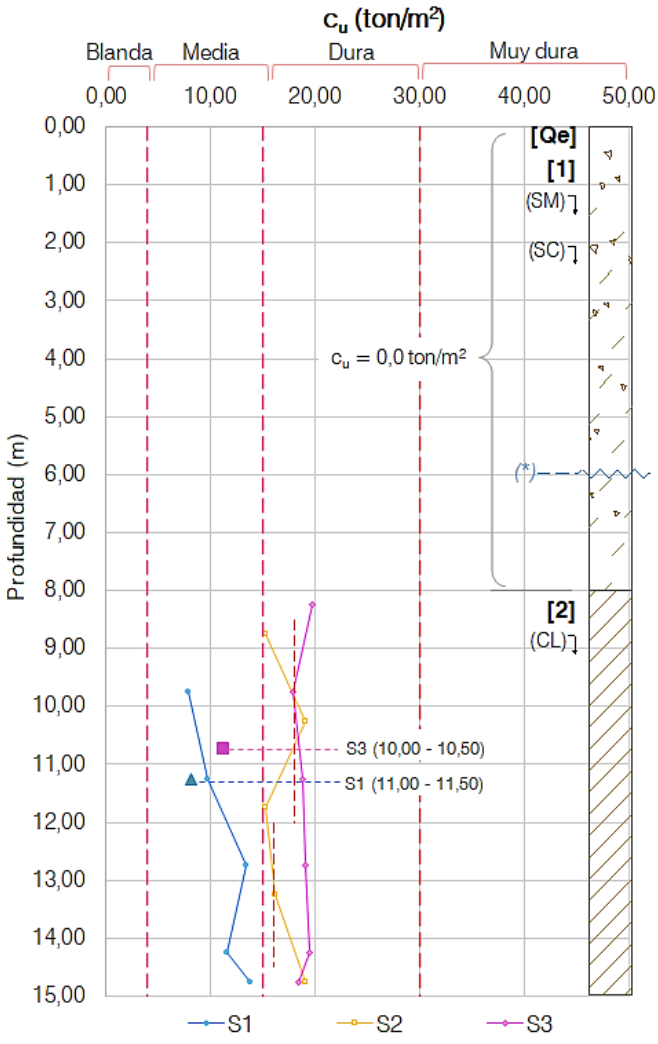


Ilustración 20. Resistencia al corte no drenada, c_u Vs Profundidad
(Fuente: Ensayo compresión inconfinada / N_{Corr})

- **Parámetros elásticos**

Los valores del módulo elástico, con fines al análisis de asentamientos inmediatos, se obtienen a partir de la correlación establecida por Terzaghi (1986) para suelos arcillosos, al igual que correlaciones para el modulo de reacción de subrasante (Ver Ilustración 21).

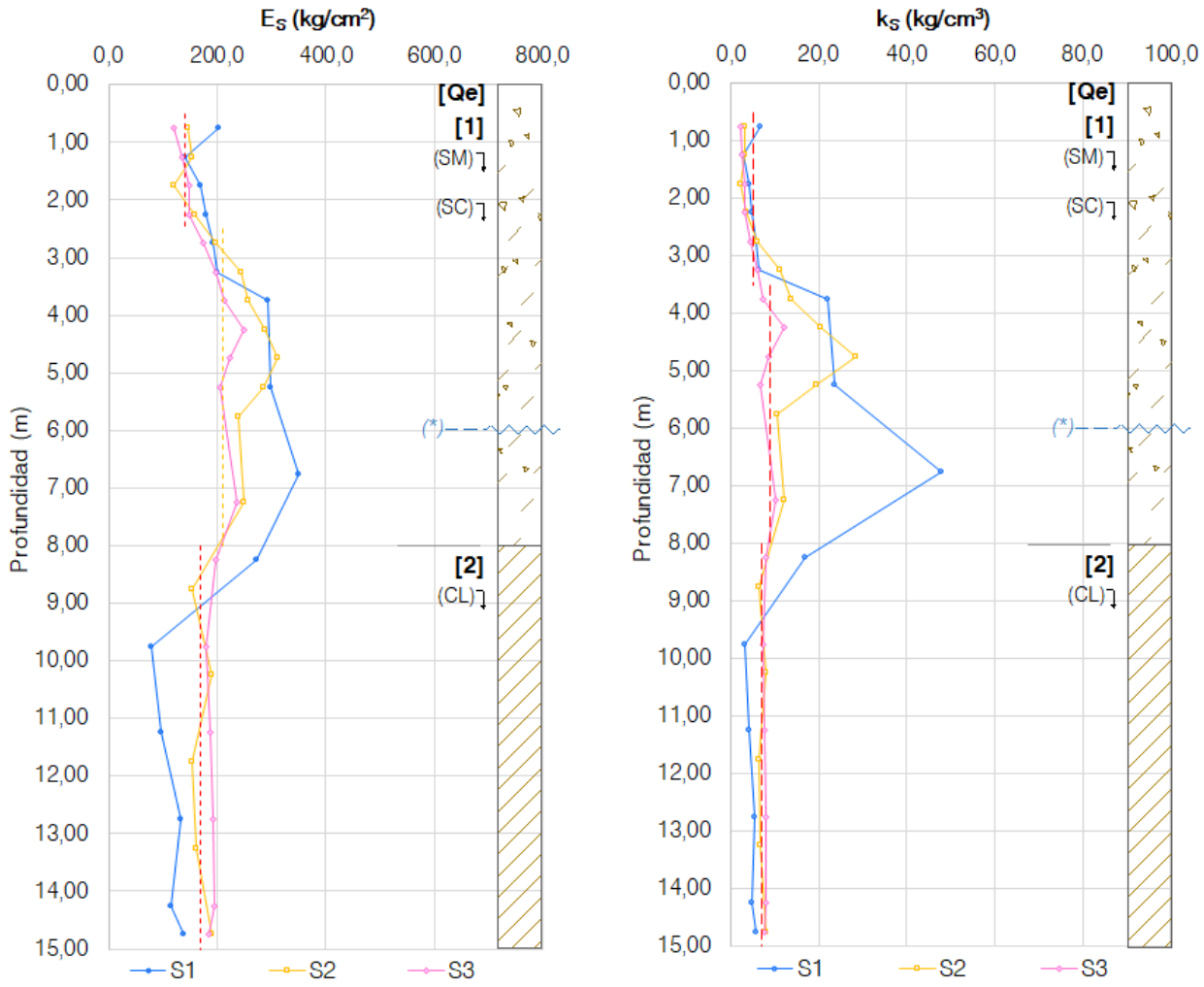


Ilustración 21. Valores de E_s y k_s Vs. Profundidad
(Fuente: Análisis de Ingeniería)

- **Resistencia al corte drenada**

Para la correlación de parámetros de resistencia al corte, se opta por la aplicación del método Gonzalez[3], el cual permite la obtención de los parámetros de resistencia al corte efectivos, en correlación con el numero de golpes obtenido durante el ensayo de penetración estándar, corregido por los factores establecidos. Para tal fin, se utilizan los valores N_{cor}, según lo explicado anteriormente, resultados incluidos en el Anexo 1: Memorias de cálculo.

El método se basa en la obtención de los parámetros a partir de lo siguiente:

$$\phi'_{eq} = 15 + (12.5 * N_{cor})^{0.5}$$ *[Criterio Kishida]*

$$\tau = \sigma' * \tan(\phi'_{eq})$$ *Donde σ': esfuerzo vertical efectivo*

A partir de la regresión τ Vs σ', se obtienen los valores de los parámetro mecánicos, para lo cual se obtiene:

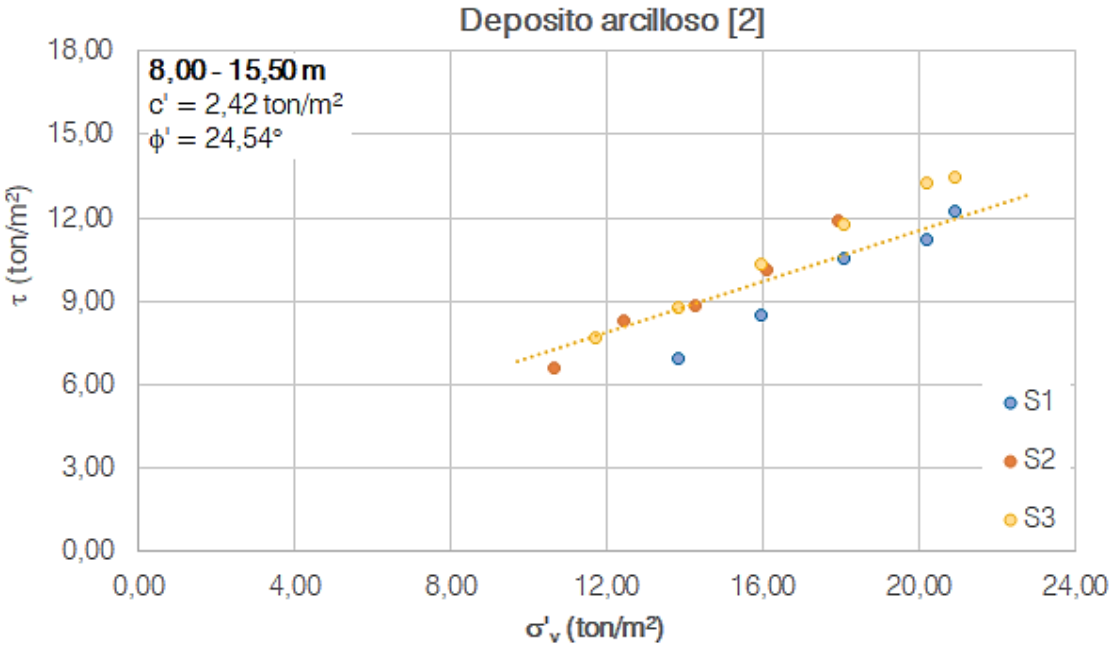


Ilustración 22. Resistencia al corte drenado – Deposito arcilloso [2]
(Fuente: Análisis de ingeniería)

[3] Ing. Alvaro Gonzalez, 1999.

A partir de lo anterior, se establecen los siguientes parámetos de diseño geotécnico (Ver Tabla 11).

Tabla 11. Propiedades mecánicas –Depósito arcilloso [2]

PROFUNDIDAD (m)	γ_d (ton/m³)	No Drenadas				Drenada	
		ϕ (°)	c_u (kg/cm²)	E_s (kg/cm²)	k_s (kg/cm³)	ϕ' (°)	c' (Kg/cm²)
8.00 – 10.50 m	1.60	0.00	1.60	170.00	7.00	24.54	0.24

4.3. CONDICION DEL NIVEL FREATICO

En el momento de ejecución de los sondeos, se evidenció aunmento de humedad y/o presencia de agua somera, a diferentes profundidades (variable), en los sondeos ejecutados, posiblemente debido a infintraciones superficiales a través del manto permeable superficial (Depósito granular).

Teniendo en cuenta el efecto nocivo que la presencia de agua tiene sobre los materiales que conforman la zona de estudio, en especial el depósito arcilloso, se recomienda como de suma importancia, implementar un excelente plan de manejo de aguas, que evite el humedecimiento y/o saturación de la subrasante, evitando a su vez, que llegue hasta el material arcilloso subyacente.

5. DISEÑO GEOTECNICO

El presente diseño se basa en el análisis de los resultados obtenidos de campo y laboratorio, las especificaciones técnicas del proyecto, la práctica geotécnica, en cumplimiento de la normativa legal vigente (NSR-10).

5.1. MODELO GEOTECNICO

Con base en los resultados de campo y laboratorio, se establece el siguiente modelo geotécnico, con base en el cual se desarrolla el diseño de cimentación para el proyecto.

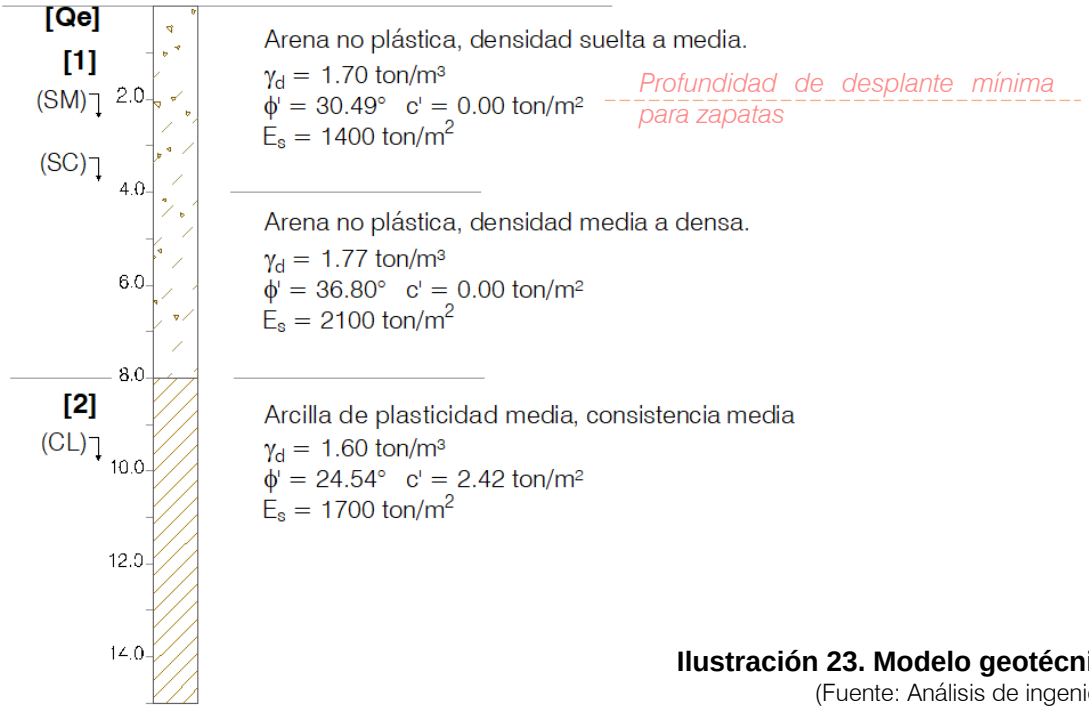


Ilustración 23. Modelo geotécnico
(Fuente: Análisis de ingeniería)

El material de apoyo corresponde al depósito granular [1], conformado por Arena no plástica mal gradada, con densidad suelta, que se desarrolla hasta una profundidad promedio de 4.0 m, contados desde el nivel actual del terreno.

Para el análisis del diseño, se asume que el proyecto acogerá de manera efectiva la recomendación de implementar un excelente plan de manejo de aguas superficiales y subsuperficiales, que evite la infiltración a través de las capas permeables superficiales (Depósito granular).

Deberá tenerse en cuenta que la ausencia de cementante (o contenido bajo), anula de las formulaciones de capacidad portante el término "c*Nc", limitando el cálculo a un suelo puramente friccionante en el que el acomodo de las partículas y el confinamiento de las mismas es lo que domina el diseño.

A partir de lo anterior, y basado en las propiedades geotecnicas de la subrasante, se establecen las siguientes recomendaciones geotécnicas.

5.2. ANALISIS DE CAPACIDAD PORTANTE

El análisis de capacidad portante se basa en la formula general de resistencia al corte:

$$q_{ult} = c*N_c + P_0*N_q + 0.5B*\gamma*N_\gamma$$

Aplicando el criterio de falla local de entregado por Peck, Hansen y Thornburn, para la obtención de los factores de carga.

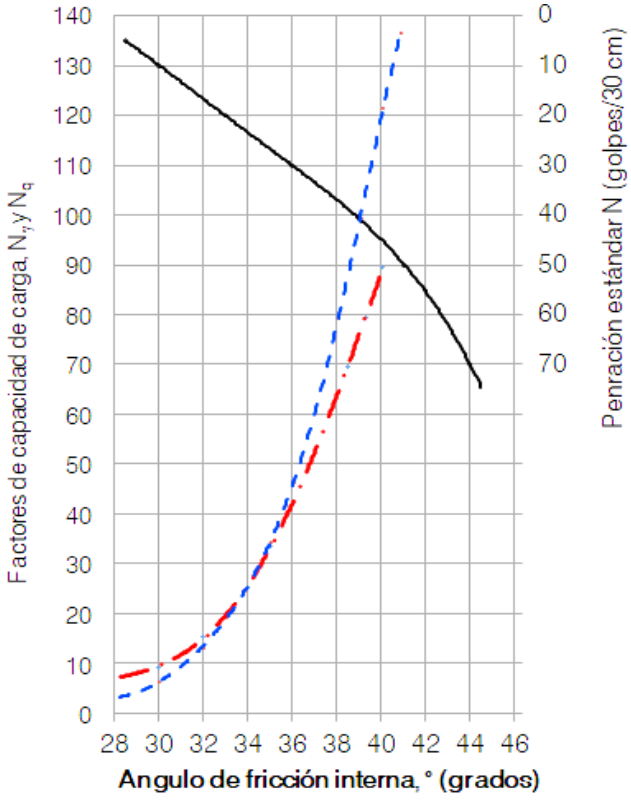


Ilustración 24. Factores de carga teniendo en cuenta la falla local
(Fuente: Perck, Hansen Thornburn, 1953)

La selección del sistema suelo-cimiento, depende fundamentalmente de las condiciones geotécnicas establecidas (arenas no plásticas uniforme), el tipo de falla asumido (falla local típica para este tipo de suelos) y la geometría del cimiento, esta ultima establecida a partir del análisis estructural.

5.2.1. Alternativa 1: Zapatas individuales

Como solución de cimentación, se recomienda la construcción de zapatas individuales apoyadas sobre suelo mejorado.

A partir de la magnitud de las cargas aportadas por la estructura y, en combinación con las características geotécnicas, se recomienda trabajar con una profundidad de desplante mínima de $D_f = 2.00$ m, contados desde el nivel actual del terreno, para lo cual se establece el ancho de cimiento requerido.

Tabla 12. Diseño de zapatas concéntricas

EJE	NODO	P (ton)	B (m)	L (m)	q_{adm} (ton/m^2)
A1	1	164,36	2,50	2,70	25,35
B1	2	290,24	3,20	3,40	27,81
C1	3	164,36	2,50	2,70	25,35
A2	4	251,81	3,00	3,20	27,10
C2	6	251,81	3,00	3,20	27,10
A3	7	259,07	3,00	3,20	27,10
C3	9	259,07	3,00	3,20	27,10
B5	26	290,24	3,20	3,40	27,81
C5	27	164,36	2,50	2,70	25,35
A4	28	251,81	3,00	3,20	27,10
C4	30	251,81	3,00	3,20	27,10
A5	31	164,36	2,50	2,70	25,35

De manera general, se podrá trabajar con lo siguiente:

Tabla 13. Capacidad admisible general

D_f (m)	q_{adm} (ton/m^2)
1,00	8,28 + 3.51*B
1,50	12,42 + 3.51*B
2,00	16,57 + 3.51*B
2,50	20,71 + 3.51*B
3,00	24,85 + 3.51*B

La solución planteada se ilustra en la Figura 2.

En algunos casos, debido a la proximidad entre cimientos, se presenta traslapo de esfuerzos, condición que puede causar falla por sobrecarga en el terreno. Teniendo en cuenta la proximidad de los cimientos de los Nodos 5, 8 y 29 (Ejes: B2, B3, B4), se realiza el análisis de bulbos de esfuerzo, logrando establecer traslapo nocivo (Traslapo en bulbo de esfuerzos > 10% $\Delta\sigma_z$).

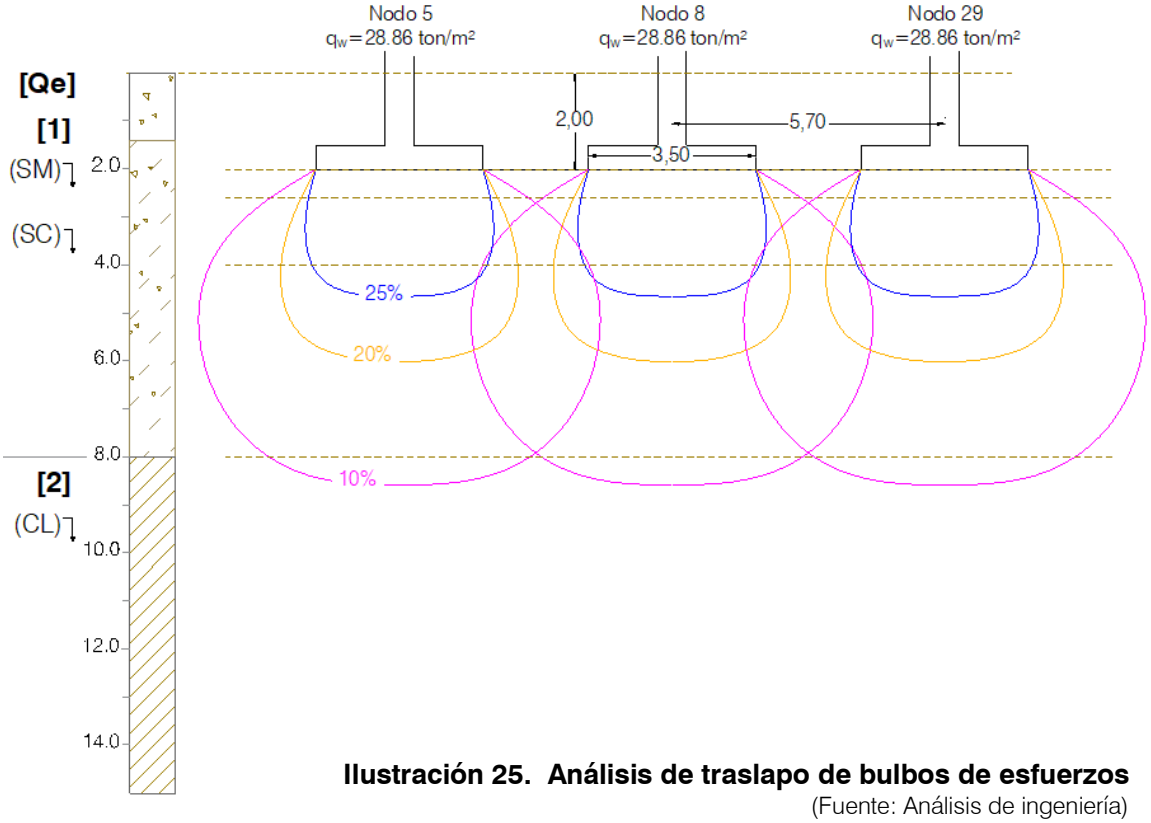


Ilustración 25. Análisis de traslapo de bulbos de esfuerzos
(Fuente: Análisis de ingeniería)

A partir de lo anterior, se establece la necesidad del diseño de un cimiento combinado según lo expuesto en la Tabla 14.

Tabla 14. Diseño de cimentaciones combinadas.

NODOS	EJE	B (m)	L (m)	q_{adm} (ton/m²)
5 / 8 / 26	B2 / B3 / B4	3,00	14,00	18,45

La solución planteada se ilustra en la Figura 2.

En el Anexo 1, se adjuntan las memorias de cálculo y tablas de referencia que soportan los datos reportados en las tablas anteriores.

- **Mejoramiento de suelos**

Previo al mejoramiento, se preparará la subrasante mediante su densificación por medios mecánicos, logrando una compactación mínima del 95.0% del Proctor modificado.

Con el fin de brindarle a la estructura un soporte adecuado que permita una transmisión de esfuerzos uniforme al terreno, minimizando la magnitud de los asentamientos, se recomienda que la cimentación se apoye sobre suelo mejorado, considerando el reemplazo de la subrasante por materiales de mejores características mecánicas.

El material de mejoramiento corresponde a una capa de relleno conformado por material seleccionado tipo Afirmado A-38, con un espesor mínimo de 0.60 m, compactado a una densidad mínima del 95% de la obtenida en el ensayo proctor modificado. Este material deberá cumplir con las especificaciones expuestas por el Invias Art. 311-13 y 300-13, resaltando el cumplimiento de: CBR $>$ 15.0%.

El relleno deberá ser reforzado con geosintéticos, con el fin de incrementar la estabilidad, logrando reducir las deformaciones verticales que se presentarán en la subrasante. De esta forma, el diseño contempla el uso, como elemento de refuerzo, de un geotextil tejido de alto módulo tipo TR3000. La ventaja del uso de este tipo de geotextiles, es la de tener la capacidad de desarrollar alta resistencia tanto en sentido transversal como longitudinal, garantizando su estabilidad frente a posibles movimientos en ambos sentidos, reduciendo a su vez, posibles asentamientos diferenciales que puedan generarse por la variación en las condiciones estratigráficas de la subrasante. El geotextil, deberá encapsular el material de mejoramiento, desarrollando un bucle hacia el interior del mejoramiento, con una longitud de empotramiento mínima de 1.0 m.

Se recomienda que el mejoramiento se construya con un sobreancho de 0.40 m perimetral, con el fin de garantizar las condiciones de compactación del relleno, garantizando un apoyo uniforme tanto en el centro como en los bordes del cimiento. Se destaca que la conformación de bordes débiles podrá generar sobre esfuerzos no controlados en el terreno. .

La disposición del mejoramiento, se Ilustra en la Figura 2.

A partir de la aplicación de la carga transmitida por el cimiento, el geotextil desarrollara su máxima tensión a una distancia x_0, contada desde el eje de aplicación de la carga (Ver Ilustración 25).

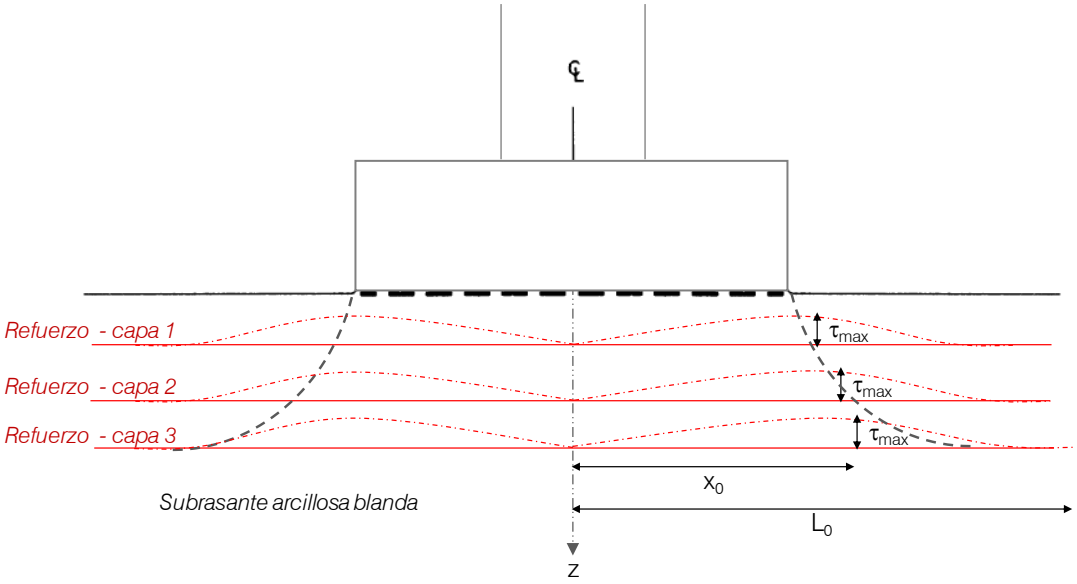


Ilustración 25. Mecanismo de trabajo del mejoramiento
(Fuente: Criterio de falla según Binquet y Lee)

El análisis se basa en el método de Binquet y Lee, el cual considera que los esfuerzos de tensión desarrollados en el suelo por la imposición de cargas, son limitados por el refuerzo. De esta forma, el análisis de diseño se basa en establecer la longitud mínima requerida por el geotextil (X_0), desarrollando una longitud adicional conocida como "longitud de empotramiento", necesaria para que el geotextil no falle por desprendimiento ni rasadura (L_0).

- **Análisis de asentamiento**

El apoyo del cimiento en el terreno, supone la imposición de una sobrecarga produciendo un incremento del estado de esfuerzos de la subrasante (Δσz), generando deformaciones verticales elásticas.

Los asentamientos inmediatos (elásticos) son estimados a partir de la teoría generalizada de Hooke, en función del módulo de elasticidad (E_s), y el coeficiente de poisson (υ), este ultimo estimado a partir de los valores típicos del material.

$$S_e = q_0(\alpha B')\frac{1-\mu_s^2}{E_s} I_s I_f$$

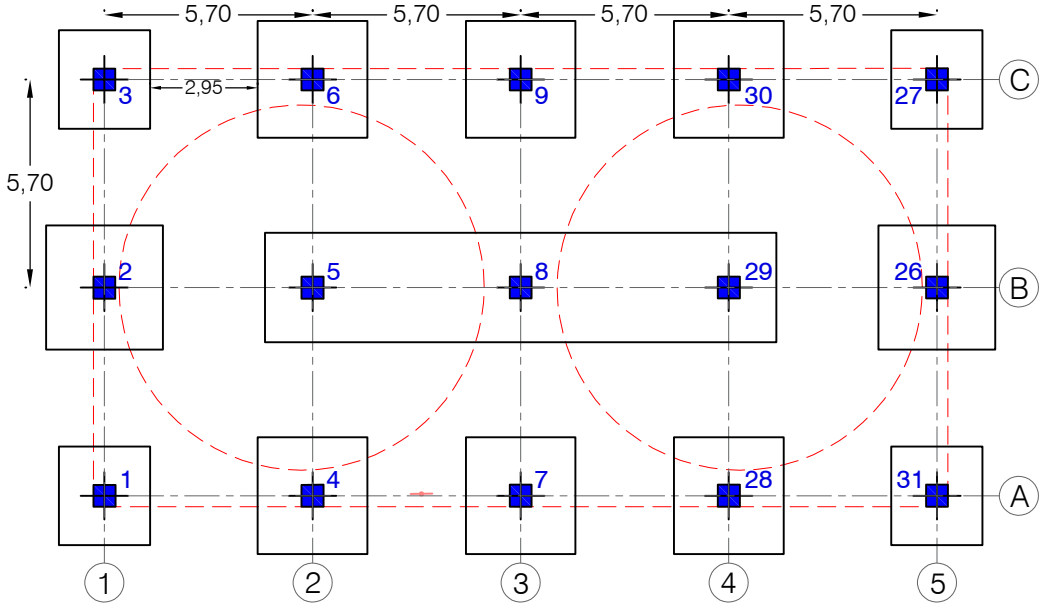
Donde, q_0: Presión neta aplicada sobre la cimentación
μ_s: Relación de poisson del suelo
E_s: Módulo de elasticidad promedio bajo el cimiento
B': B/2 – Centro del cimiento. B: Esquina del cimiento.
I_s: Factor de forma (Steinbrenner, 1934)
I_f: Factor de profundidad (Fox, 1948)
α= 4, centro de la cimentación.

Para las cargas aportadas por la estructura y el dimensionamiento de zapatas resultante, se obtienen asentamientos inferiores al máximo permisible.

Tabla 15. Análisis de asentamientos inmediatos – Zapatas concéntricas

EJE	NODO	P (ton)	B (m)	L (m)	Se (tmm)
A1	1	164,36	2,50	2,70	19,22
B1	2	290,24	3,20	3,40	26,46
C1	3	164,36	2,50	2,70	19,22
A2	4	251,81	3,00	3,20	25,10
C2	6	251,81	3,00	3,20	25,10
A3	7	259,07	3,00	3,20	25,82
C3	9	259,07	3,00	3,20	25,82
C5	27	164,36	2,50	2,70	26,46
B5	26	290,24	3,20	3,40	19,22
A4	28	251,81	3,00	3,20	25,10
C4	30	251,81	3,00	3,20	25,10
A5	31	164,36	2,50	2,70	19,22
B2/B3/B4	5 / 8 / 29	774,97	3,00	14,00	27,57

En todo caso, se reitera la importancia de implementar un excelente plan de manejo de aguas superficiales (andenes, canales, cunetas, otros) y subsuperficiales (filtros y afines), que permita evitar al máximo el humedecimiento y/o saturación de la subrasante.

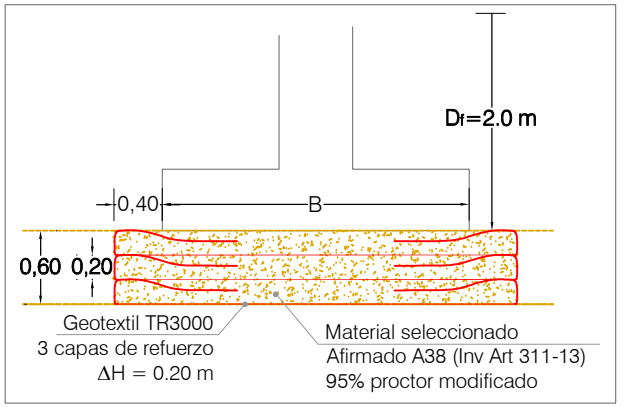


EJE	NODO	B (m)	L (m)	q_{adm} (ton/m^2)	ks (ton/m^3)	S_e (mm)
A1	1	2,50	2,70	25,35	2128,07	19,22
B1	2	3,20	3,40	27,81	1693,78	26,46
C1	3	2,50	2,70	25,35	2128,07	19,22
A2	4	3,00	3,20	27,10	1755,90	25,10
C2	6	3,00	3,20	27,10	1755,90	25,10
A3	7	3,00	3,20	27,10	1755,90	25,82
C3	9	3,00	3,20	27,10	1755,90	25,82
B5	26	3,20	3,40	27,81	1693,78	26,46
C5	27	2,50	2,70	25,35	2128,07	19,22
A4	28	3,00	3,20	27,10	1755,90	25,10
C4	30	3,00	3,20	27,10	1755,90	25,10
A5	31	2,50	2,70	25,35	2128,07	19,22
B2/B3/B4	5/8/29	3,00	14,00	18,45	950,54	19,41

Nota: *se reitera la importancia de implementar un excelente plan de manejo de aguas superficiales y subsuperficiales que evite al máximo el humedecimiento y/o saturación de la subrasante.*

OBSERVACIONES:

- El cimiento se apoyará sobre suelo mejorado reforzado con geotextil.
- El relleno se construirá con material seleccionado tipo Afirmado A-38, dispuesto en capas compactadas al 95% del proctor modificado.
- El refuerzo se realizará con geotexril TR3000, en 3 capas de 0.20 m de separación.
- El geotextil encapsula el material seleccionado formando un bucle hacia el interior, con una longitud mínima de 1.0 m
- El mejoramiento se extenderá un sobreancho mínimo de 0.40 m perimetral al cimiento.
- Previo al mejoramiento se compactará la subrasante (fondo de la excavación) a una densidad minima del 95% del proctor modificado.



consultech
soluciones geotécnicas

Proyecto:

ES 09-21 ESTUDIO GEOTECNICO
CONSTRUCCIÓN TANQUE ELEVADO DE 1000 M3 AGUA POTABLE - PLANTA EL CONCORDE

Localización:

CARRERA 26B - CALLE 13
MUNICIPIO DE MALAMBO (ATL.)

Contiene:

FIGURA 2
SOLUCION DE CIMENTACION ALTERNATIVA 1

- **Modulo de reacción de la subrasante**

El módulo de reacción de la subrasante, ks, es un parámetro introducido por Winkler, con el fin de reemplazar una masa de suelo por resortes elásticos equivalentes, con una constante k por unidad de área.

$$k_s = \frac{\sigma}{\delta}$$

Donde, σ: Esfuerzo normal
δ: Deformación en la dirección σ

A partir de lo anterior, se obtiene:

Tabla 16. Modulo de reacción – Zapatas concéntricas

EJE	NODO	B (m)	L (m)	k_s (ton/m^3)
A1	1	2,50	2,70	1318,62
B1	2	3,20	3,40	1050,91
C1	3	2,50	2,70	1318,62
A2	4	3,00	3,20	1080,00
C2	6	3,00	3,20	1080,00
A3	7	3,00	3,20	1049,73
C3	9	3,00	3,20	1049,73
B5	26	3,20	3,40	1050,91
C5	27	2,50	2,70	1318,62
A4	28	3,00	3,20	1080,00
C4	30	3,00	3,20	1080,00
A5	31	2,50	2,70	1318,62
B2/B3/B4	5 / 8 / 29	3,00	14,00	1803,26

5.2.2. Alternativa 2: Cimentación tipo placa

Como solución de cimentación se recomienda la construcción de una placa, capaz de absorber los posibles movimientos diferenciales que tendrían lugar por la imposición de cargas en eventos de acomodo granular en una condición de falla local.

Según la información suministrada por el cliente (Ver Ilustración 5, capitulo 1.3), transmitirá al terreno presiones entre 12.0 a 20.0 ton/m^2.

Para el análisis, se establece una dimensión de placa de 14.50 m x 26.50 m, apoyada sobre suelo mejorado, con una profundidad de desplante mínima de $D_f = 1.00$ m, contados desde el nivel actual del terreno.

Deberá tenerse en cuenta que la ausencia de cementante (o contenido bajo), anula de las formulaciones de capacidad portante el término "c*Nc", limitando el cálculo a un suelo puramente friccionante en el que el acomodo de las partículas y el confinamiento de las mismas es lo que domina el diseño.

El análisis de capacidad portante se basa en la formula general de resistencia al corte ($qult = c*N_c + P_0*N_q + 0.5B*\gamma*N_\gamma$), según el criterio de falla local de entregado por Peck, Hansen y Thornburn, para la obtención de los factores de carga. De igual forma, se tiene en cuenta el criterio de Braja M. Das, para el análisis de capacidad de la losa, con la restricción del asentamiento inmediato a un valor de 25.0 mm.

$$q_{neta} = \frac{N_{60}}{0.08}\left[1 + 0.33\left(\frac{D_f}{B}\right)\right]\left[\frac{S_e}{25}\right] \leq 16.63\, N_{60}\left[\frac{S_e}{25}\right]$$

q_{neta}: capacidad portante permisible (kN/m^2)
N_{60}: N (s.p.t.) de diseño
B: ancho losa (m)
S_e: asentamiento permitido (mm)

A partir de lo anterior se obtiene una capacidad admisible, $q_{adm} = 21{,}30$ ton/m^2.
Al igual que un módulo de reacción de la subrasante $k_{s\text{-}diseño}$: 5.15 kg/cm^3.

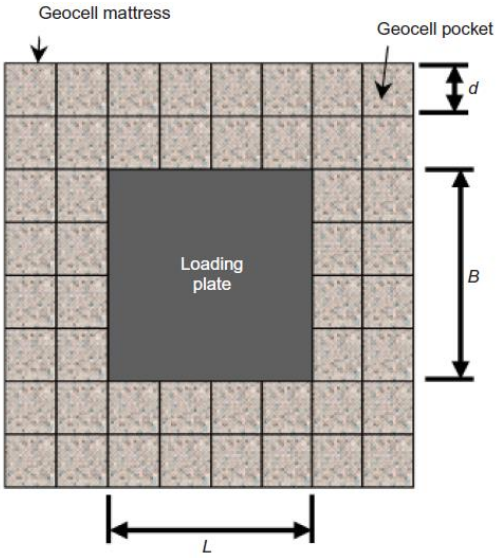
- **Mejoramiento de suelos**

El cimento, se apoyará sobre suelo mejorado, reforzado con geosintéticos, con el fin de incrementar la estabilidad, logrando reducir las deformaciones verticales. Para tal fin, se recomienda el reemplazo de la subrasante por un material de mejores características mecánicas, con un espesor mínimo de 0.50 m. El material de mejoramiento corresponde a un relleno tipo afirmado A-38, dispuesto en capas compactadas a una densidad mínima del 95% de la obtenida en el ensayo proctor modificado. Este material deberá cumplir con las especificaciones expuestas por el Invias Art. 311-13 y 300-13, resaltando el cumplimiento de: CBR > 15.0%.

Se propone que el refuerzo se realice mediante la instalación de geoceldas, las cuales generan un confinamiento lateral en las tres direcciones, incrementando a su vez la resistencia al corte.

La resistencia aportada por las geoceldas se logra debido a su estructura celular, su resistencia a la tensión, a la interacción desarrollada con el suelo adyacente y su rigidez horizontal, lo cual restringe a su vez, el desplazamiento horizontal.

A partir de lo anterior, se comprueba el número de celdas que son necesarias bajo la base de carga, que contribuyen al mejoramiento, a partir de la siguiente expresión:



$$n = \frac{B * L}{d^2}$$

Donde,
B: Ancho
L: Longitud
d: Ancho de la celda (d = 0.27 m)

Ilustración 26. Esquema de carga en panel de geoceldas
(Fuente: Geosynthetics International, 2013, 20, No. 3)

Se propone implementar paneles de refuerzo con geoceldas HDPE 445 - 150 E (15.0 cm de altura), validando el número de celdas que quedan contenidas bajo la base de la placa de cimentación, dispuestas en el terreno.

Las celdas deberán rellenarse con el material seleccionado recomendado, compactado al 95% del Proctor modificado. Para tal fin, el material se dispondrá al interior de la geocelda, con un espesor ligeramente mayor a la altura de esta (según el factor de compactación del material), luego de lo cual se procederá a su compactación. Bajo ningún motivo se deberá apoyar el equipo de compactación sobre la celda vacía.

A su vez, el diseño contempla el uso de un geotextil tejido de alta resistencia tipo TR3000 (o similar homólogo en sus propiedades mecánicas), como elemento de refuerzo y control de deformaciones. La ventaja del uso de este tipo de geotextiles (TR3000), es la de tener la capacidad de desarrollar alta resistencia tanto en sentido transversal como longitudinal, garantizando su estabilidad frente a posibles agrietamientos en ambos sentidos, reduciendo a su vez, posibles asentamientos diferenciales que puedan generarse por la variación en las condiciones

estratigráficas de la subrasante. Se recomienda que al final de la capa se encapsule el material de mejoramiento con el geotextil, desarrollando un bucle hacia el interior del mejoramiento, con una longitud de anclaje mínima de 1.0 m.

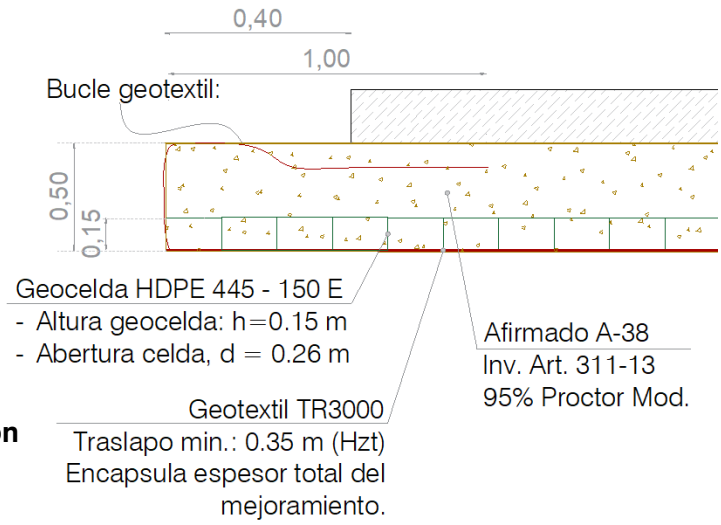


Ilustración 27. Esquema solución Cimentación tipo placa
(Fuente: Análisis de Ingeniería)

5.3. ESTABILIDAD EN EXCAVACIONES

Las excavaciones que se proyecten, se realizarán en material natural caracterizado como Arena no plástica, suelta. Estas, se podrán realizar con herramientas manuales, maquinaria o combinación de ambos mecanismos.

Se destaca que la ausencia de cementante en el material granular, limita el análisis a un suelo puramente friccionante en el que el acomodo de las partículas y el confinamiento de las mismas es lo que domina el diseño. Por lo tanto, se puede establecer que el material del sitio no soporta cortes verticales que puedan garantizar la estabilidad de la excavació proyectada, salvo que se presente una condición de cohesión aparente, influenciada por la humedad del material, sin embargo, una vez esta disminuya (exposición a intemperismos), el material podrá presentar deslizamiento y/o colápso.

De esta forma, la estabilidad de la excavación se logrará para un ángulo de inclinación del talud igual al angulo de fricción interna del depósito arenoso (en equilibrio plástico), para lo cual se recomienda mantener una pendiente mínima de 1V:2H.

Durante el proceso de excavación, se evitará al máximo el deterioro de las propiedades mecánicas del material por humedecimiento.

No se deberá aplicar sobrecargas durante el proceso de excavación, la cual deberá estar libre en una franja mínima de 1.00 m desde el borde.

Las excavaciones deberán ser temporales, evitando al máximo su exposición a intemperismos.

Se enfatiza en el desarrollo de un buen plan de manejo de aguas durante el desarrollo de excavaciones, teniendo en cuenta que la contribución de este elemento, tiende a generar inestabilidad y por ende posible falla por deslizamiento, atribuidos a la modificación en el estado de esfuerzos y consecuente diminución de la resistencia del suelo.

5.4. RECOMENDACIONES GENERALES

- Se recomienda la instalación de un sistema de filtros que permitan la captación de las aguas que puedan infiltrarse al terreno, y conducirlas alejándolas del proyecto.
- Se recomienda la instalación de un sello impermeable que brinde protección a la cimentación, para todas sus condiciones de trabajo. Este se dispondrá en la superficie del relleno seleccionado, con el fin de que salvaguarde las propiedades del material subyacente.
- El riego de zonas verdes y/o jardineras, deberá hacerse teniendo en cuenta el no generar inundaciones que permitan la filtración de agua al subsuelo. Para esto, no debe regarse por tiempos prolongados sobre la misma zona (en especial con el uso de aspersores).
- No se recomienda exponer la subrasante a intepmerismos o saturación, durante las labores de excavación (si es el caso).
- No deberá utilizarse escombros o desperdicios de la construcción para el relleno de ninguna de las excavaciones contempladas dentro del proyecto.
- No se recomienda el uso del material del sitio para los rellenos contemplados por el proyecto, para lo cual se deberán seguir las recomendaciones de diseño. Sin embargo, se podrá analizar la posibilidad de la mezcla del material del sitio con uno de mejores características mecáicas, siendo importante el cumplimiento de las especificaciones descritas en el diseño.
- El análisis de diseño considera implementar para las labores de mejoramiento y relleno, un material seleccionado tipo afirmado A-38, que cumpla con las especificaciones del invias en su art. 311-13.

- Este se dispondrá mediante un sistema controlado de capas compactadas a una densidad mínima del 95% del Proctor modificado.
- No se recomienda el uso de otros materiales granulares de menores especificaciones, teniendo en cuenta que pueden contribuir a los procesos de deformación por su mayor contenido de finos y baja resistencia.
- La solución de cimentación considera una profundidad de desplante mínima de 1.0 m, contados desde el nivel actual del terreno, para la alternativa de cimentació tipo placa. Y una profundidad de desplante mínima de 2.0 m, para la alternativa de cimentació tipo zapata individual.
- El cimiento se construirá directamente sobre el suelo mejorado.

6. LIMITACIONES

Este informe está basado en las condiciones encontradas durante la ejecución de los trabajos de campo, las cuales son tomadas como típicas y representativas de la zona de estudio. De igual forma, se basa en los resultados de laboratorio realizados sobre muestras representativas, en cumplimiento con la normatividad vigente.

Sin embargo, se aclara que pueden existir condiciones del subsuelo no encontradas en las perforaciones realizadas. De esta forma, si durante la ejecución de las obras se presentan diferencias con las condiciones establecidas en este informe, se debe comunicar a esta firma para evaluar y aplicar los correctivos necesarios a las conclusiones y recomendaciones.

ANEXOS

Anexo 1: Memorias de Calculos

Anexo 2: Registros de Perforación

Anexo 3: Ensayos de Laboratorio

ANEXO 1

Memorias de Calculos

CONSULTECH soluciones geotécnicas

CORRELACION PARA EL PESO UNITARIO SATURADO A PARTIR DE CORRELACIONES CON EL NUMERO DE GgolpES (S.P.T.) - GRANULARES -

Criterio: Peck, Hanson y Thornburn, Foundation Engineering, E2, 1974

ISO 9001:2008 OHSAS 18001:2007 BUREAU VERITAS Certification C016.00974 / C016.00975

CODIGO:	ES 07-21		RESPONSIBLE:	ING. MARTHA MORALES		FECHA:	2021-07-07
PROYECTO:	ESTUDIO GEOTECNICO - DOS TANQUES ELEVADOS DE 500 m^3						
LOCALIZACION:	CARRERA 26 CALLE 13 ESQUINA - CORREGIMIENTO DE CONCORD - MUNICIPIO DE MALAMBO (ATL.)						

Depósito granular

S1

PROFUNDIDAD		N (S.P.T.)	γ_h (ton/m^3)	ω_n (%)	γ_d (ton/m^3)
0,50 - 1,00	0,75	20	1,90	4,02	1,83
1,00 - 1,50	1,25	11	1,77	4,64	1,69
1,50 - 2,00	1,75	17	1,86	12,67	1,65
2,00 - 2,50	2,25	20	1,90	11,35	1,71
2,50 - 3,00	2,75	24	1,96	12,67	1,74
3,00 - 3,50	3,25	27	2,01	12,81	1,78
3,50 - 4,00	3,75	49	2,34	12,61	2,07
5,00 - 5,50	5,25	50	2,35	41,58	1,66
6,50 - 7,00	6,75	61	2,52	8,72	2,31
8,00 - 8,50	8,25	48	2,32	13,69	2,04

Depósito arcilloso

PROFUNDIDAD		N (S.P.T.)	γ_{sat} (ton/m^3)	Gs	γ_d (ton/m^3)
9,50 - 10,00	9,75	19	2,00		1,57
11,00 - 11,50	11,25	24	2,02		1,60
12,50 - 13,00	12,75	35	2,02	2,75	1,60
14,00 - 14,50	14,25	32	2,02		1,60
14,50 - 15,00	14,75	39	2,02		1,60

Depósito granular

S2

PROFUNDIDAD		N (S.P.T.)	γ_h (ton/m^3)	ω_n (%)	γ_d (ton/m^3)
0,50 - 1,00	0,75	11	1,77	3,9	1,70
1,00 - 1,50	1,25	13	1,80	4,1	1,73
1,50 - 2,00	1,75	8	1,72	6,1	1,62
2,00 - 2,50	2,25	16	1,84	12,4	1,64
2,50 - 3,00	2,75	25	1,98	11,3	1,77
3,00 - 3,50	3,25	36	2,14	15,1	1,86
3,50 - 4,00	3,75	41	2,22	11,4	1,99
4,00 - 4,50	4,25	44	2,26	10,1	2,05
4,50 - 5,00	4,75	51	2,37	9,6	2,16
5,00 - 5,50	5,25	47	2,31	13,5	2,03
5,50 - 6,00	5,75	38	2,17	12,4	1,93
7,00 - 7,50	7,25	40	2,20	24,7	1,76

Depósito arcilloso

PROFUNDIDAD		N (S.P.T.)	γ_h (ton/m^3)	Gs	γ_d (ton/m^3)
8,50 - 9,00	8,75	38	2,02		1,60
10,00 - 10,50	10,25	48	2,02		1,60
11,50 - 12,00	11,75	41	2,02	2,75	1,60
13,00 - 13,50	13,25	46	2,02		1,60
14,50 - 15,00	14,75	57	2,02		1,60

Depósito granular

S3

PROFUNDIDAD		N (S.P.T.)	γ_h (ton/m^3)	ω_n (%)	γ_d (ton/m^3)
0,50 - 1,00	0,75	7	1,71	2,71	1,66
1,00 - 1,50	1,25	10	1,75	2,53	1,71
1,50 - 2,00	1,75	13	1,80	7,13	1,68
2,00 - 2,50	2,25	14	1,81	10,37	1,64
2,50 - 3,00	2,75	20	1,90	10,51	1,72
3,00 - 3,50	3,25	26	1,99	12,15	1,77
3,50 - 4,00	3,75	31	2,07	14,38	1,81
4,00 - 4,50	4,25	36	2,14	14,00	1,88
4,50 - 5,00	4,75	32	2,08	11,07	1,87
5,00 - 5,50	5,25	29	2,04	12,80	1,80
6,50 - 7,00	7,25	37	2,16	14,38	1,88

Depósito arcilloso

PROFUNDIDAD		N (S.P.T.)	γ_{sat} (ton/m^3)	Gs	γ_d (ton/m^3)
8,00 - 8,50	8,25	44	2,02		1,60
9,50 - 10,00	9,75	43	2,02		1,60
11,00 - 11,50	11,25	46	2,02	2,75	1,60
12,50 - 13,00	12,75	50	2,02		1,60
14,00 - 14,50	14,25	54	2,02		1,60
14,50 - 15,00	14,75	52	2,02		1,60

NUMERO DE GOLPES CORREGIDO (N, S.P.T. - INV E 111-13), CALCULO DEL ANGULO DE FRICCION INTERNA Y DE LOS COEFICIENTES DE PRESIONES LATERALES A PARTIR DE CORRELACIONES CON EL NUMERO DE GOLPES.

Criterio: Autores indicados.

ISO 9001:2008 OHSAS 18001:2007 BUREAU VERITAS Certification C016.00974 / C016.00975

CODIGO:	ES 07-21	RESPONSIBLE:	ING. MARTHA MORALES	FECHA:	2021-08-08
PROYECTO:	ESTUDIO GEOTECNICO – CONSTRUCCIÓN TANQUE ELEVADO DE 1000 M3 AGUA POTABLE – PLANTA EL CONCORDE.				
LOCALIZACION:	MUNICIPIO DE MALAMBO (ATLANTICO)				

· SONDEO S1

Naf = NO

p_a = 10,20 ton/m²

PROFUNDIDAD		TIPO DE SUELO (S.U.C.S.)	γ_d (ton/m³)	σ'_v (ton/m²)	σ'_v/p_a	N_{campo}	FACTORES DE CORRECCION, N						N_{cor}	ϕ					K_a	K_p
							Long. Varillaje	Diam. sondeo	Sobrecarga (σ'_v)			Nivel freático		Peck, Hanson y Thornburn (1974)	Terzaghi & Peck (1948)	Peck (1953)	Diseño			
							Skempton (1986)	Skempton (1986)	Skempton	Peck y Otros (1974)	Diseño	Terzaghi y Peck (1986)								
0,50 - 1,00	0,75	[Qe]	1,83	1,37	0,13	20	0,75	1,00	1,76	1,67	1,72	N/A	25,77	34,5	34,9	35,2	34,5	30,9	0,32	3,11
1,00 - 1,50	1,25	(SP-SM)	1,69	2,21	0,22	11	0,75	1,00	1,64	1,51	1,58	N/A	13,02	30,9	31,8	31,2	30,9			
1,50 - 2,00	1,75	(SC)	1,65	3,04	0,30	17	0,75	1,00	1,54	1,41	1,47	N/A	18,79	32,5	33,2	33,1	32,5	33,0	0,30	3,39
2,00 - 2,50	2,25		1,71	3,89	0,38	20	0,75	1,00	1,45	1,32	1,39	17,89	20,79	32,3	33,0	32,8	32,3			
2,50 - 3,00	2,75		1,74	4,76	0,47	24	0,75	1,00	1,36	1,26	1,31	19,29	23,58	32,7	33,3	33,3	32,7			
3,00 - 3,50	3,25	(SM)	1,74	5,63	0,55	27	0,75	1,00	1,29	1,20	1,24	N/A	25,20	34,3	34,8	35,0	34,3			
3,50 - 4,00	3,75		1,74	6,50	0,64	49	0,75	1,00	1,22	1,15	1,19	N/A	43,62	39,2	39,4	39,5	39,2	38,4	0,23	4,28
5,00 - 5,50	5,25	(SC)	1,66	8,99	0,88	50	0,85	1,00	1,06	1,04	1,05	N/A	44,77	39,4	39,7	39,7	39,4			
6,50 - 7,00	6,75		1,66	11,48	1,13	61	0,95	1,00	0,94	0,96	0,95	35,07	55,14	37,0	37,3	37,6	37,0			
8,00 - 8,50	8,25		1,66	13,97	1,37	48	0,95	1,00	0,84	0,90	0,87	N/A	39,68	38,2	38,4	38,7	38,2			
																	Cu (ton/m²)			
9,50 - 10,00	9,75	(CL)	1,60	16,37	1,61	19	0,95	1,00	0,77	0,84	0,81	N/A	14,54	-	-	-	7,3	8,1	-	-
11,00 - 11,50	11,25		1,60	18,77	1,84	24	1,00	1,00	0,70	0,80	0,75	N/A	18,02	-	-	-	9,0			
12,50 - 13,00	12,75		1,60	21,17	2,08	35	1,00	1,00	0,65	0,76	0,70	N/A	24,64	-	-	-	12,3	11,9		
14,00 - 14,50	14,25		1,60	23,57	2,31	32	1,00	1,00	0,60	0,72	0,66	N/A	21,21	-	-	-	10,6			
14,50 - 15,00	14,75		1,60	24,37	2,39	39	1,00	1,00	0,59	0,71	0,65	N/A	25,36	-	-	-	12,7			

Criterio para la corrección por Longitud de Varillaje

Long. Varillaje	Factor de Corrección
> 10.0 m	1,00
6.0 a 10.0 m	0,95
4.0 a 6.0 m	0,85
3.0 a 4.0 m	0,75

Criterio para la corrección por Diametro del Sondeo

Diam. Sondeo	Factor de Corrección
65.0 - 115.0 mm	1,00
150.0 mm	1,05
200 mm	1,15

3,865723
1,95275
2,819015
3,11833

NUMERO DE GOLPES CORREGIDO (N, S.P.T. - INV E 111-13), CALCULO DEL ANGULO DE FRICCION INTERNA Y DE LOS COEFICIENTES DE PRESIONES LATERALES A PARTIR DE CORRELACIONES CON EL NUMERO DE GOLPES.

Criterio: Autores indicados.

ISO 9001:2008 OHSAS 18001:2007 BUREAU VERITAS Certification C016.00974 / C016.00975

CODIGO:	ES 07-21	RESPONSIBLE:	ING. MARTHA MORALES	FECHA:	2021-08-08
PROYECTO:	ESTUDIO GEOTECNICO - DOS TANQUES ELEVADOS DE 500 m3				
LOCALIZACION:	CARRERA 21 CON CALLE 24 - MUNICIPIO DE MALAMBO (ATL.)				

· SONDEO S2

Naf = NO

p_a = 10,20 ton/m²

PROFUNDIDAD		TIPO DE SUELO (S.U.C.S.)	γ_d (ton/m³)	σ'_v (ton/m²)	σ'_v/p_a	N_{campo}	FACTORES DE CORRECCION, N						N_{cor}	ϕ					K_a	K_p
							Long. Varillaje	Diam. sondeo	Sobrecarga (σ'_v)			Nivel freático		Peck, Hanson y Thornburn (1974)	Terzaghi & Peck (1948)	Peck (1953)	Diseño			
							Skempton (1986)	Skempton (1986)	Skempton	Peck y Otros (1974)	Diseño	Terzaghi y Peck (1986)								
0,50 - 1,00	0,75	[Qe]	1,70	1,27	0,12	11	0,75	1,00	1,78	1,70	1,74	N/A	14,34	31,3	32,1	31,7	31,3			
1,00 - 1,50	1,25	(SP-SM)	1,73	2,14	0,21	13	0,75	1,00	1,65	1,52	1,59	N/A	15,49	31,6	32,4	32,1	31,6	30,9	0,32	3,11
1,50 - 2,00	1,75	(SC)	1,62	2,95	0,29	8	0,75	1,00	1,55	1,42	1,48	N/A	8,91	29,7	30,7	29,8	29,7			
2,00 - 2,50	2,25		1,64	3,77	0,37	16	0,75	1,00	1,46	1,33	1,40	15,89	16,77	31,7	32,5	32,2	31,7	32,3	0,30	3,29
2,50 - 3,00	2,75		1,77	4,65	0,46	25	0,75	1,00	1,37	1,26	1,32	19,86	24,73	32,8	33,5	33,4	32,8			
3,00 - 3,50	3,25	(SM)	1,77	5,54	0,54	36	0,75	1,00	1,30	1,21	1,25	N/A	33,78	36,6	36,9	37,3	36,6			
3,50 - 4,00	3,75		1,77	6,42	0,63	41	0,75	1,00	1,23	1,16	1,19	N/A	36,65	37,4	37,7	38,0	37,4			
4,00 - 4,50	4,25	(SC)	1,77	7,31	0,72	44	0,85	1,00	1,17	1,11	1,14	N/A	42,60	38,9	39,2	39,3	38,9			
4,50 - 5,00	4,75		1,77	8,19	0,80	51	0,85	1,00	1,11	1,07	1,09	N/A	47,34	40,1	40,3	40,3	40,1	37,8	0,24	4,17
5,00 - 5,50	5,25		1,77	9,08	0,89	47	0,85	1,00	1,06	1,04	1,05	N/A	41,92	38,7	39,0	39,2	38,7			
5,50 - 6,00	5,75		1,77	9,96	0,98	38	0,85	1,00	1,01	1,01	1,01	N/A	32,64	36,3	36,7	37,0	36,3			
7,00 - 7,50	7,25		1,76	12,61	1,24	40	0,95	1,00	0,89	0,93	0,91	N/A	34,68	36,9	37,2	37,5	36,9			
																	Cu (ton/m²)			
8,50 - 9,00	8,75	(CL)	1,60	15,01	1,47	38	0,95	1,00	0,81	0,87	0,84	N/A	30,35	-	-	-	15,2			
10,00 - 10,50	10,25		1,60	17,41	1,71	48	1,00	1,00	0,74	0,82	0,78	N/A	37,48	-	-	-	18,7	16,2	-	-
11,50 - 12,00	11,75		1,60	19,81	1,94	41	1,00	1,00	0,68	0,78	0,73	N/A	29,92	-	-	-	15,0			
13,00 - 13,50	13,25		1,60	22,21	2,18	46	1,00	1,00	0,63	0,74	0,69	N/A	31,53	-	-	-	15,8			
14,50 - 15,00	14,75		1,60	24,61	2,41	57	1,00	1,00	0,59	0,71	0,65	N/A	36,85	-	-	-	18,4	18,4		

Criterio para la corrección por Longitud de Varillaje

Long. Varillaje	Factor de Corrección
> 10.0 m	1,00
6.0 a 10.0 m	0,95
4.0 a 6.0 m	0,85
3.0 a 4.0 m	0,75

Criterio para la corrección por Diametro del Sondeo

Diam. Sondeo	Factor de Corrección
65.0 - 115.0 mm	1,00
150.0 mm	1,05
200 mm	1,15

NUMERO DE GOLPES CORREGIDO (N, S.P.T. - INV E 111-13), CALCULO DEL ANGULO DE FRICCION INTERNA Y DE LOS COEFICIENTES DE PRESIONES LATERALES A PARTIR DE CORRELACIONES CON EL NUMERO DE GOLPES.

Criterio: Autores indicados.

ISO 9001:2008 OHSAS 18001:2007 BUREAU VERITAS Certification C016.00974 / C016.00975

CODIGO:	ES 07-21	RESPONSIBLE:	ING. MARTHA MORALES	FECHA:	2021-08-08
PROYECTO:	ESTUDIO GEOTECNICO - DOS TANQUES ELEVADOS DE 500 m3				
LOCALIZACION:	CARRERA 21 CON CALLE 24 - MUNICIPIO DE MALAMBO (ATL.)				

· SONDEO S3

Naf = NO

p_a = 10,20 ton/m^2

PROFUNDIDAD		TIPO DE SUELO (S.U.C.S.)	γ_d (ton/m^3)	σ'_v (ton/m^2)	σ'_v/p_a	N_{campo}	FACTORES DE CORRECCION, N						N_{cor}	ϕ					K_a	K_p
							Long. Varillaje	Diam. sondeo	Sobrecarga (σ'_v)			Nivel freático		Peck, Hanson y Thornburn (1974)	Terzaghi & Peck (1948)	Peck (1953)	Diseño			
							Skempton (1986)	Skempton (1986)	Skempton	Peck y Otros (1974)	Diseño	Terzaghi y Peck (1986)								
0,50 - 1,00	0,75	[Qe]	1,70	1,27	0,12	7	0,75	1,00	1,78	1,70	1,74	N/A	9,12	29,8	30,8	29,8	29,8	30,2	0,33	3,02
1,00 - 1,50	1,25	(SP-SM)	1,73	2,14	0,21	10	0,75	1,00	1,65	1,52	1,59	N/A	11,92	30,6	31,5	30,8	30,6			
1,50 - 2,00	1,75	(SC)	1,62	2,95	0,29	13	0,75	1,00	1,55	1,42	1,48	N/A	14,47	31,3	32,1	31,7	31,3	31,8	0,31	3,23
2,00 - 2,50	2,25		1,64	3,77	0,37	14	0,75	1,00	1,46	1,33	1,40	N/A	14,68	31,4	32,2	31,8	31,4			
2,50 - 3,00	2,75		1,77	4,65	0,46	20	0,75	1,00	1,37	1,26	1,32	N/A	19,78	32,8	33,4	33,4	32,8			
3,00 - 3,50	3,25	(SM)	1,77	5,54	0,54	26	0,75	1,00	1,30	1,21	1,25	N/A	24,39	34,1	34,6	34,8	34,1	35,4	0,27	3,75
3,50 - 4,00	3,75		1,77	6,42	0,63	31	0,75	1,00	1,23	1,16	1,19	N/A	27,71	35,0	35,4	35,7	35,0			
4,00 - 4,50	4,25	(SC)	1,77	7,31	0,72	36	0,85	1,00	1,17	1,11	1,14	N/A	34,86	36,9	37,2	37,5	36,9			
4,50 - 5,00	4,75		1,77	8,19	0,80	32	0,85	1,00	1,11	1,07	1,09	N/A	29,70	35,5	35,9	36,2	35,5			
5,00 - 5,50	5,25		1,77	9,08	0,89	29	0,85	1,00	1,06	1,04	1,05	N/A	25,87	34,5	35,0	35,2	34,5			
6,50 - 7,00	7,25		1,77	12,62	1,24	37	0,95	1,00	0,89	0,93	0,91	N/A	32,06	36,2	36,5	36,8	36,2			
																	Cu (ton/m^2)			
8,00 - 8,50	8,25	(CL)	1,60	14,22	1,39	44	0,95	1,00	0,84	0,89	0,86	N/A	36,07	-	-	-	18,0	17,3	-	-
9,50 - 10,00	9,75		1,60	16,62	1,63	43	0,95	1,00	0,76	0,84	0,80	N/A	32,66	-	-	-	16,3			
11,00 - 11,50	11,25		1,60	19,02	1,87	46	1,00	1,00	0,70	0,79	0,75	N/A	34,30	-	-	-	17,2			
12,50 - 13,00	12,75		1,60	21,42	2,10	50	1,00	1,00	0,65	0,75	0,70	N/A	34,97	-	-	-	17,5			
14,00 - 14,50	14,25		1,60	23,82	2,34	54	1,00	1,00	0,60	0,72	0,66	N/A	35,58	-	-	-	17,8			
14,50 - 15,00	14,75		1,60	24,62	2,41	52	1,00	1,00	0,59	0,71	0,65	N/A	33,61	-	-	-	16,8			

Criterio para la corrección por Longitud de Varillaje

Long. Varillaje	Factor de Corrección
> 10.0 m	1,00
6.0 a 10.0 m	0,95
4.0 a 6.0 m	0,85
3.0 a 4.0 m	0,75

Criterio para la corrección por Diametro del Sondeo

Diam. Sondeo	Factor de Corrección
65.0 - 115.0 mm	1,00
150.0 mm	1,05
200 mm	1,15

CONSULTECH soluciones geotécnicas

PARÁMETROS EMPLEADOS EN LA DEFINICIÓN DEL TIPO DE PERFIL DE SUELO

Criterio: A.2.4.3, A.2.4.3.2, NSR-10

ISO 9001:2008 OHSAS 18001:2007 BUREAU VERITAS Certification CO16.00974 / CO16.00975

CODIGO:	ES 07-21	PROYECTO:	ESTUDIO GEOTECNICO – CONSTRUCCION TANQUE ELEVADO DE 1000 M3 AGUA POTABLE – PLANTA EL CONCORDE.	FECHA:	2021-08-08
LOCALIZACION:	MUNICIPIO DE MALAMBO (ATLANTICO)				

S1

Prof (m)	N_{cor}	d_i	d_i/N_i
0,75	25,77	0,75	0,03
1,25	13,02	0,50	0,04
1,75	18,79	0,50	0,03
2,25	20,79	0,50	0,02
2,75	23,58	0,50	0,02
3,25	25,20	0,50	0,02
3,75	43,62	0,50	0,01
5,25	44,77	1,50	0,03
6,75	55,14	1,50	0,03
8,25	39,68	1,50	0,04
9,75	15,79	1,50	0,10
11,25	19,59	1,50	0,08
12,75	26,81	1,50	0,06
14,25	23,11	1,50	0,06
14,75	27,64	0,50	0,02

S2

Prof (m)	N_{cor}	d_i	d_i/N_i
0,75	14,34	0,75	0,05
1,25	15,49	0,50	0,03
1,75	8,91	0,50	0,06
2,25	16,77	0,50	0,03
2,75	24,73	0,50	0,02
3,25	33,78	0,50	0,01
3,75	36,65	0,50	0,01
4,25	42,60	0,50	0,01
4,75	47,34	0,50	0,01
5,25	41,92	0,50	0,01
5,75	32,64	0,50	0,02
7,25	34,68	1,50	0,04
8,75	30,63	1,50	0,05
10,25	38,10	1,50	0,04
11,75	30,60	1,50	0,05
13,25	32,43	1,50	0,05
14,75	38,08	1,50	0,04

S3

Prof (m)	N_{cor}	d_i	d_i/N_i
0,75	9,12	0,75	0,08
1,25	11,92	0,50	0,04
1,75	14,47	0,50	0,03
2,25	14,68	0,50	0,03
2,75	19,78	0,50	0,03
3,25	24,39	0,50	0,02
3,75	27,71	0,50	0,02
4,25	34,86	0,50	0,01
4,75	29,70	0,50	0,02
5,25	25,87	0,50	0,02
7,25	32,06	2,00	0,06
8,25	39,45	1,00	0,03
9,75	35,73	1,50	0,04
11,25	37,55	1,50	0,04
12,75	38,30	1,50	0,04
14,25	39,00	1,50	0,04
14,75	36,85	0,50	0,01

Prof (m)	N_{cor}	d_i	d_i/N_i

Prof (m)	N_{cor}	d_i	d_i/N_i

S1	
Prof (m)	ϕ
0,75	34,47
1,25	30,91
1,75	32,55
2,25	32,30
2,75	32,69
3,25	34,32
3,75	39,16
5,25	39,45
6,75	36,96
8,25	38,15

S2	
Prof (m)	ϕ
0,75	31,29
1,25	31,62
1,75	29,73
2,25	31,73
2,75	32,85
3,25	36,62
3,75	37,37
4,25	38,90
4,75	40,09
5,25	38,73
5,75	36,32
7,25	36,85

S3	
Prof (m)	ϕ
0,75	29,79
1,25	30,60
1,75	31,33
2,25	31,39
2,75	32,82
3,25	34,10
3,75	35,00
4,25	36,90
4,75	35,53
5,25	34,50
7,25	36,16

Prof (m)	ϕ

Prof (m)	ϕ

Prof (m)	ϕ

CALCULO DEL MODULO ELASTICO Y MODULO DE BALASTRO EN CORRELACION CON EL NUMERO DE GOLPES OBTENIDO DEL ENSAYO DE PENETRACION ESTANDAR (S.P.T.)

Criterio: Bowles (E_s), Terzaghi (k_s)

ISO 9001:2008 OHSAS 18001:2007 BUREAU VERITAS Certification

CO16.00974 / CO16.00975

CODIGO:	ES 07-21	PROYECTO:	ESTUDIO GEOTECNICO – CONSTRUCCION TANQUE ELEVADO DE 1000 M3 AGUA POTABLE – PLANTA EL CONCORDE.	FECHA:	2021-08-08
LOCALIZACION:	MUNICIPIO DE MALAMBO (ATLANTICO)				

S1

Prof (m)	N_{cor}	E_s (kg/cm^2)	k_s (kg/cm^3)
0,75	25,77	203,86	6,56
1,25	13,02	140,09	2,77
1,75	18,79	168,97	4,09
2,25	20,79	178,94	4,68
2,75	23,58	192,91	5,65
3,25	25,20	201,01	6,31
3,75	43,62	293,10	21,97
5,25	44,77	298,86	23,75
6,75	55,14	350,70	47,93
8,25	39,68	273,41	16,82
9,75	15,79	78,94	3,25
11,25	19,59	97,95	4,03
12,75	26,81	134,05	5,51
14,25	23,11	115,54	4,75
14,75	27,64	138,20	5,68

S2

Prof (m)	N_{cor}	E_s (kg/cm^2)	k_s (kg/cm^3)
0,75	14,34	146,68	3,02
1,25	15,49	152,46	3,27
1,75	8,91	119,53	2,09
2,25	16,77	158,87	3,57
2,75	24,73	198,63	6,11
3,25	33,78	243,89	11,28
3,75	36,65	258,23	13,70
4,25	42,60	288,01	20,50
4,75	47,34	311,68	28,25
5,25	41,92	284,61	19,58
5,75	32,64	238,21	10,44
7,25	34,68	248,38	11,99
8,75	30,63	153,13	6,30
10,25	38,10	190,48	7,83
11,75	30,60	153,00	6,29
13,25	32,43	162,13	6,67
14,75	38,08	190,42	7,83

S3

Prof (m)	N_{cor}	E_s (kg/cm^2)	k_s (kg/cm^3)
0,75	9,12	120,61	2,12
1,25	11,92	134,59	2,57
1,75	14,47	147,36	3,05
2,25	14,68	148,38	3,09
2,75	19,78	173,91	4,37
3,25	24,39	196,97	5,97
3,75	27,71	213,54	7,48
4,25	34,86	249,28	12,13
4,75	29,70	223,51	8,56
5,25	25,87	204,33	6,60
7,25	32,06	235,32	10,04
8,25	39,45	197,27	8,11
9,75	35,73	178,66	7,35
11,25	37,55	187,74	7,72
12,75	38,30	191,49	7,88
14,25	39,00	194,98	8,02
14,75	36,85	184,27	7,58

Prof (m)	N_{cor}	E_s (kg/cm^2)	k_s (kg/cm^3)

Prof (m)	N_{cor}	E_s (kg/cm^2)	k_s (kg/cm^3)

Arenas: $E_s(kg/cm^2) = 10\,[7{,}5 + (0{,}5 * N_{cor})]$

$k\,(kg/cm^3) = 10^{\frac{N+2}{34}}$

Arcillas $E_s(kg/cm^2) = 40\,[N/8]$

$k_s\,(kg/cm^3) = 1{,}645[N/8]$

S1	
Prof (m)	c_u
9,75	7,89
11,25	9,79
12,75	13,40
14,25	11,55
14,75	13,82

ϕ_{prom} = 11,29

S2	
Prof (m)	c_u
8,75	15,31
10,25	19,05
11,75	15,30
13,25	16,21
14,75	19,04

ϕ_{prom} = 16,98

S3	
Prof (m)	c_u
8,25	19,73
9,75	17,87
11,25	18,77
12,75	19,15
14,25	19,50
14,75	18,43

ϕ_{prom} = 18,91

ϕ_{prom} = #¡DIV/0!

CONSULTECH soluciones geotécnicas	**RESISTENCIA AL CORTE DRENADA POR CORRELACION CON EL NUMERO DE GOLPES CORREGIDO** **Criterio: Metodo González**

CODIGO:	ES 07-21	DISEÑO:	ING. MARTHA MORALES	FECHA:	2021-08-08
PROYECTO:	ESTUDIO GEOTECNICO – CONSTRUCCIÓN TANQUE ELEVADO DE 1000 M3 AGUA POTABLE – PLANTA EL CONCORDE.				
LOCALIZACION:	MUNICIPIO DE MALAMBO (ATLANTICO)				

- **S1 (Deposito Granular)**

PROFUNDIDAD		N_{cor}	γ_{sat} (ton/m^3)	γ_d (ton/m^3)	ϕ'_{eq}	σ'_v (ton/m^2)	τ (ton/m^2)
0,50 - 1,00	0,75	25,77	-	1,71	32,95	1,28	0,83
1,00 - 1,50	1,25	13,02	-	1,64	27,76	2,10	1,11
1,50 - 2,00	1,75	18,79	-	1,78	30,33	2,99	1,75
2,00 - 2,50	2,25	20,79	-	1,86	31,12	3,92	2,37
2,50 - 3,00	2,75	23,58	-	1,82	32,17	4,83	3,04
3,00 - 3,50	3,25	25,20	-	1,83	32,75	5,75	3,70
3,50 - 4,00	3,75	43,62	-	1,85	38,35	6,67	5,28
5,00 - 5,50	5,25	44,77	-	1,90	38,66	9,52	7,62
6,50 - 7,00	6,75	55,14	-	1,85	41,25	12,29	10,78
8,00 - 8,50	8,25	39,68	-	1,77	37,27	14,95	11,38

consultech soluciones geotécnicas	**RESISTENCIA AL CORTE DRENADA POR CORRELACION CON EL NUMERO DE GOLPES CORREGIDO** **Criterio: Metodo González**

CODIGO:	ES 07-21	DISEÑO:	ING. MARTHA MORALES	FECHA:	2021-08-08
PROYECTO:	ESTUDIO GEOTECNICO – CONSTRUCCIÓN TANQUE ELEVADO DE 1000 M3 AGUA POTABLE – PLANTA EL CONCORDE.				
LOCALIZACION:	MUNICIPIO DE MALAMBO (ATLANTICO)				

- **S2 (Deposito Granular)**

PROFUNDIDAD		N_{cor}	γ_{sat} (ton/m^3)	γ_d (ton/m^3)	ϕ'_{eq}	σ'_v (ton/m^2)	τ (ton/m^2)
0,50 - 1,00	0,75	14,34	-	1,70	28,39	1,27	0,69
1,00 - 1,50	1,25	15,49	-	1,73	28,92	2,14	1,18
1,50 - 2,00	1,75	8,91	-	1,62	25,55	2,95	1,41
2,00 - 2,50	2,25	16,77	-	1,64	29,48	3,77	2,13
2,50 - 3,00	2,75	24,73	-	1,77	32,58	4,65	2,97
3,00 - 3,50	3,25	33,78	-	1,77	35,55	5,54	3,96
3,50 - 4,00	3,75	36,65	-	1,77	36,40	6,42	4,74
4,00 - 4,50	4,25	42,60	-	1,77	38,08	7,31	5,73
4,50 - 5,00	4,75	47,34	-	1,77	39,33	8,19	6,71
5,00 - 5,50	5,25	41,92	-	1,77	37,89	9,08	7,06
5,50 - 6,00	5,75	32,64		1,77	35,20	9,96	7,03
7,00 - 7,50	7,25	34,68		1,76	35,82	12,61	9,10

consultech soluciones geotécnicas	**RESISTENCIA AL CORTE DRENADA POR CORRELACION CON EL NUMERO DE GOLPES CORREGIDO** **Criterio: Metodo González**

CODIGO:	ES 07-21	DISEÑO:	ING. MARTHA MORALES	FECHA:	2021-08-08
PROYECTO:	ESTUDIO GEOTECNICO – CONSTRUCCIÓN TANQUE ELEVADO DE 1000 M3 AGUA POTABLE – PLANTA EL CONCORDE.				
LOCALIZACION:	MUNICIPIO DE MALAMBO (ATLANTICO)				

- **S3 (Deposito Granular)**

PROFUNDIDAD		N_{cor}	γ_{sat} (ton/m^3)	γ_d (ton/m^3)	ϕ'_{eq}	σ'_v (ton/m^2)	τ (ton/m^2)
0,50 - 1,00	0,75	9,12	-	1,70	25,68	1,27	0,61
1,00 - 1,50	1,25	11,92	-	1,73	27,21	2,14	1,10
1,50 - 2,00	1,75	14,47	-	1,62	28,45	2,95	1,60
2,00 - 2,50	2,25	14,68	-	1,64	28,54	3,77	2,05
2,50 - 3,00	2,75	19,78	-	1,77	30,72	4,65	2,77
3,00 - 3,50	3,25	24,39	-	1,77	32,46	5,54	3,52
3,50 - 4,00	3,75	27,71	-	1,77	33,61	6,42	4,27
4,00 - 4,50	4,25	34,86	-	1,77	35,87	7,31	5,29
4,50 - 5,00	4,75	29,70	-	1,77	34,27	8,19	5,58
5,00 - 5,50	5,25	25,87	-	1,77	32,98	9,08	5,89
6,50 - 7,00	7,25	32,06		1,77	35,02	12,62	8,84

CONSULTECH soluciones geotécnicas	**RESISTENCIA AL CORTE DRENADA POR CORRELACION CON EL NUMERO DE GOLPES CORREGIDO** **Criterio: Metodo González**

CODIGO:	ES 07-21	DISEÑO:	ING. MARTHA MORALES	FECHA:	2021-08-11
PROYECTO:	ESTUDIO GEOTECNICO – CONSTRUCCIÓN TANQUE ELEVADO DE 1000 M3 AGUA POTABLE – PLANTA EL CONCORDE.				
LOCALIZACION:	MUNICIPIO DE MALAMBO (ATLANTICO)				

- **S1 (Deposito Fino)**

PROFUNDIDAD		N_{cor}	γ_{sat} (ton/m^3)	γ_d (ton/m^3)	ϕ'_{eq}	σ'_v (ton/m^2)	τ (ton/m^2)
9,50 - 10,00	9,75	14,54		1,42	26,68	13,82	6,94
11,00 - 11,50	11,25	18,02		1,42	28,00	15,94	8,48
12,50 - 13,00	12,75	24,64		1,42	30,20	18,07	10,52
14,00 - 14,50	14,25	21,21		1,42	29,10	20,20	11,24
14,50 - 15,00	14,75	25,36		1,42	30,42	20,90	12,27

- **S2 (Deposito Fino)**

PROFUNDIDAD		N_{cor}	γ_{sat} (ton/m^3)	γ_d (ton/m^3)	ϕ'_{eq}	σ'_v (ton/m^2)	τ (ton/m^2)
8,50 - 9,00	8,75	30,35		1,21	31,87	10,63	6,61
10,00 - 10,50	10,25	37,48		1,21	33,75	12,45	8,32
11,50 - 12,00	11,75	29,92		1,21	31,75	14,27	8,83
13,00 - 13,50	13,25	31,53		1,21	32,19	16,09	10,13
14,50 - 15,00	14,75	36,85		1,21	33,59	17,92	11,90

- **S3 (Deposito Fino)**

PROFUNDIDAD		N_{cor}	γ_{sat} (ton/m^3)	γ_d (ton/m^3)	ϕ'_{eq}	σ'_v (ton/m^2)	τ (ton/m^2)
8,00 - 8,50	8,25	36,07		1,42	33,39	11,69	7,71
9,50 - 10,00	9,75	32,66		1,42	32,50	13,82	8,80
11,00 - 11,50	11,25	34,30		1,42	32,93	15,94	10,33
12,50 - 13,00	12,75	34,97		1,42	33,11	18,07	11,78
14,00 - 14,50	14,25	35,58		1,42	33,26	20,20	13,25

DISEÑO DE ZAPATAS INDIVIDUALES

Criterio: Vesic y Hansen (arcillosos) / Peck, Hansen y Thornburn (granulares)

CODIGO:	ES 09-21	DISEÑO	MARTHA MORALES	FECHA:	2021-08-11
PROYECTO:	CONSTRUCCIÓN TANQUE ELEVADO DE 1000 M3 AGUA POTABLE – PLANTA EL CONCORDE				
LOCALIZACION:	MUNICIPIO DE MALAMBO (ATLANTICO)				

▪ CONDICIONES DE LA SUBRASANTE

SUELO 1: MEJORAMIENTO DE SUELOS

γ =	1,85	ton/m³
ϕ =	35,00	º
c =	0,10	ton/m²
E =	3000,00	ton/m²
μ =	0,35	
d_1 =	0,60	m

SUELO 2: DEPOSITO GRANULAR (0,0 - 4,0 M)

γ =	1,70	ton/m³
ϕ =	30,49	º
c =	0,00	ton/m²
E =	1400,00	ton/m²
μ =	0,40	
d_1 =	2,00	m

SUELO 2: DEPOSITO GRANULAR (4,0 - 8,0 M

γ =	1,70	ton/m³
ϕ =	36,80	º
c =	0,00	ton/m²
E =	2100,00	ton/m²
μ =	0,35	
d_1 =	4,00	m

PARAMETROS DE DISEÑO:

ϕ_P =	30,49	º
c =	0,01	ton/m²
γ_e =	1,71	ton/m³
E =	1969,70	ton/m²
μ =	0,37	

D_f =	2,00	m
P'_0 =	3,43	ton/m²
N_q =	14,50	
N_γ =	12,30	
N_c =	0,00	

▪ DISEÑO DE CIMENTACIONES INDIVIDUALES

EJE	NODO	P (ton)	Qw (ton/m²)	B (m)	L (m)	q_{ult} (ton/m²)	q_{adm} (ton/m²)	FS	ks (ton/m³)
A1	1	164,36	24,35	2,50	2,70	76,04	25,35	3,12	1318,62
B1	2	290,24	26,68	3,20	3,40	83,42	27,81	3,13	1050,91
C1	3	164,36	24,35	2,50	2,70	76,04	25,35	3,12	1318,62
A2	4	251,81	26,23	3,00	3,20	81,31	27,10	3,10	1080,00
B2	5	381,05	27,22	3,50	4,00	86,58	28,86	3,18	959,04
C2	6	251,81	26,23	3,00	3,20	81,31	27,10	3,10	1080,00
A3	7	259,07	26,99	3,00	3,20	81,31	27,10	3,01	1049,73
B3	8	393,92	28,14	3,50	4,00	86,58	28,86	3,08	927,71
C3	9	259,07	26,99	3,00	3,20	81,31	27,10	3,01	1049,73
B5	26	290,24	26,68	3,20	3,40	83,42	27,81	3,13	1050,91
C5	27	164,36	24,35	2,50	2,70	76,04	25,35	3,12	1318,62
A4	28	251,81	26,23	3,00	3,20	81,31	27,10	3,10	1080,00
B4	29	381,05	27,22	3,50	4,00	86,58	28,86	3,18	959,04
C4	30	251,81	26,23	3,00	3,20	81,31	27,10	3,10	1080,00
A5	31	164,36	24,35	2,50	2,70	76,04	25,35	3,12	1318,62

(CHEQUEO ESTATICO: FS > 3.0 / CHEQUEO POR SISMO: FS > 1.5)

ANALISIS DE ASENTAMIENTOS INMEDIATOS

Criterio Diseño: Steinbrenner (1934), Bowles (1987)

CODIGO:	ES 09-21	DISEÑO:	MARTHA MORALES	FECHA:	8/08/2018
PROYECTO:	CONSTRUCCIÓN TANQUE ELEVADO DE 1000 M3 AGUA POTABLE – PLANTA EL CONCORDE				
LOCALIZACION:	MUNICIPIO DE MALAMBO (ATLANTICO)				

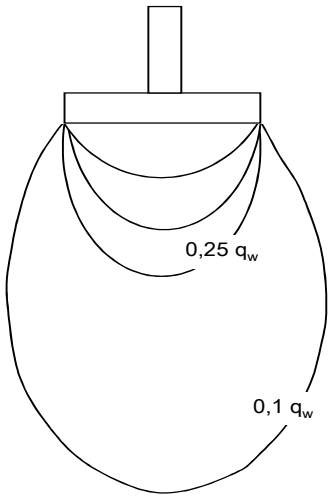
D_f = 2,0 m H = 10,0 m μ = 0,40 Es = 1969,7 ton/m^2

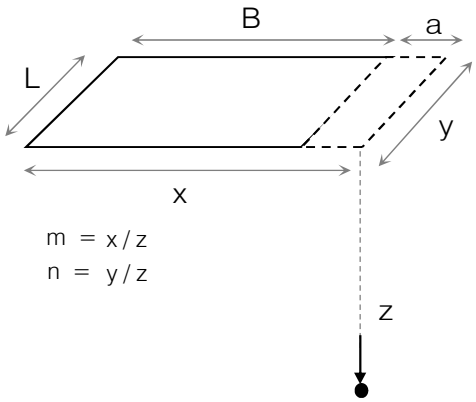
NODO	B (m)	L (m)	q_{adm} (ton/m^2)	D_f/B (-)	m' (-)	n' (-)	F_1 (-)	F_2 (-)	I_s (-)	I_f (-)	S_e (mm)
1	2,50	2,70	24,35	0,80	1,08	8,00	0,50	0,02	0,51	0,73	19,22
2	3,20	3,40	26,68	0,63	1,06	6,25	0,47	0,03	0,48	0,76	26,46
3	2,50	2,70	24,35	0,80	1,08	8,00	0,50	0,02	0,51	0,73	19,22
4	3,00	3,20	26,23	0,67	1,07	6,67	0,48	0,03	0,49	0,76	25,10
5	3,50	4,00	27,22	0,57	1,14	5,71	0,47	0,03	0,47	0,78	30,09
6	3,00	3,20	26,23	0,67	1,07	6,67	0,48	0,03	0,49	0,76	25,10
7	3,00	3,20	26,99	0,67	1,07	6,67	0,48	0,03	0,49	0,76	25,82
8	3,50	4,00	28,14	0,57	1,14	5,71	0,47	0,03	0,47	0,78	31,11
9	3,00	3,20	26,99	0,67	1,07	6,67	0,48	0,03	0,49	0,76	25,82
26	3,20	3,40	26,68	0,63	1,06	6,25	0,47	0,03	0,48	0,76	26,46
27	2,50	2,70	24,35	0,80	1,08	8,00	0,50	0,02	0,51	0,73	19,22
28	3,00	3,20	26,23	0,67	1,07	6,67	0,48	0,03	0,49	0,76	25,10
29	3,50	4,00	27,22	0,57	1,14	5,71	0,47	0,03	0,47	0,78	30,09
30	3,00	3,20	26,23	0,67	1,07	6,67	0,48	0,03	0,49	0,76	25,10
31	2,50	2,70	24,35	0,80	1,08	8,00	0,50	0,02	0,51	0,73	19,22

CONSULTECH soluciones geotécnicas	**DIAGRAMA DE ESFUERZOS BAJO UN AREA RECTANGULAR UNIFORMEMENTE DISTRIBUIDA** Criterio Diseño: Boussinesq.	ISO 9001:2008 OHSAS 18001:2007 BUREAU VERITAS Certification C016.00974 / C016.00975

CODIGO:	ES 07-21	CLIENTE:	INGENIERIA MASTER S.A.S.		
PROYECTO:	ESTUDIO GEOTECNICO – CONSTRUCCIÓN TANQUE ELEVADO DE 1000 M3 AGUA POTABLE – PLANTA EL CONCORDE.			DISEÑO:	M.M
LOCALIZACION:	MUNICIPIO DE MALAMBO (ATL.)			FECHA:	2021-08-11

▪ CONSIDERACIONES GENERALES





m = x / z
n = y / z

1

B =	2,5	m
L =	2,7	m
q_w =	25,4	ton/m²
m =	4,0	
B' =	1,3	m
L' =	1,4	m

▪ DIAGRAMAS DE ESFUERZOS

a = 0,0 m
z = 1,0 m

	m	n	I_0	m'	$\Delta\sigma_z$	$\Delta\sigma_v$	Incremento
I	1,3	1,4	0,203	1	20,63		
II	0,0	2,7	0,000	-1	0,00	20,63	81%

a = 0,0 m
z = 2,0 m

	m	n	I_0	m'	$\Delta\sigma_z$	$\Delta\sigma_v$	Incremento
I	0,6	0,7	0,117	1	11,90		
II	0,0	1,4	0,000	-1	0,00	11,90	47%

a = 0,0 m
z = 4,0 m

	m	n	I_0	m'	$\Delta\sigma_z$	$\Delta\sigma_v$	Incremento
I	0,3	0,3	0,043	1	4,34		
II	0,0	0,7	0,000	-1	0,00	4,34	17%

a = 0,0 m
z = 6,0 m

	m	n	I_0	m'	$\Delta\sigma_z$	$\Delta\sigma_v$	Incremento
I	0,2	0,2	0,021	1	2,10		
II	0,0	0,5	0,000	-1	0,00	2,10	8%

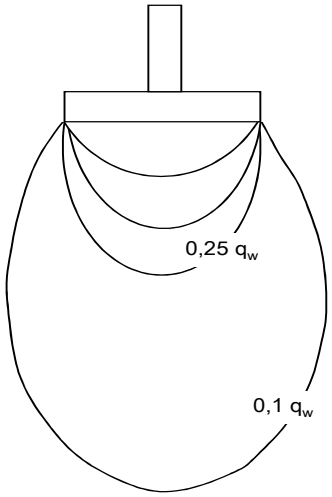
a = 0,0 m
z = 10,0 m

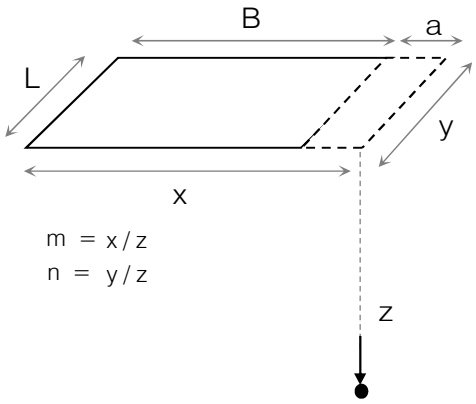
	m	n	I_0	m'	$\Delta\sigma_z$	$\Delta\sigma_v$	Incremento
I	0,1	0,1	0,008	1	0,79		
II	0,0	0,3	0,000	-1	0,00	0,79	3%

CONSULTECH soluciones geotécnicas	**DIAGRAMA DE ESFUERZOS BAJO UN AREA RECTANGULAR UNIFORMEMENTE DISTRIBUIDA** Criterio Diseño: Boussinesq.	ISO 9001:2008 OHSAS 18001:2007 BUREAU VERITAS Certification C016.00974 / C016.00975

CODIGO:	ES 07-21	CLIENTE:	INGENIERIA MASTER S.A.S.		
PROYECTO:	ESTUDIO GEOTECNICO – CONSTRUCCIÓN TANQUE ELEVADO DE 1000 M3 AGUA POTABLE – PLANTA EL CONCORDE.			DISEÑO:	M.M
LOCALIZACION:	MUNICIPIO DE MALAMBO (ATL.)			FECHA:	2021-08-11

▪ CONSIDERACIONES GENERALES





m = x / z

n = y / z

NODO 1

B =	2,5	m
L =	2,7	m
q_w =	25,4	ton/m²
m =	1,0	
B' =	2,5	m
L' =	2,7	m

▪ DIAGRAMAS DE ESFUERZOS

a = 0,0 m
z = 1,0 m

	m	n	I_0	m'	$\Delta\sigma_z$	$\Delta\sigma_v$	Incremento
I	2,5	2,7	0,245	1	6,21		
II	0,0	2,7	0,000	-1	0,00	6,21	25%

a = 0,0 m
z = 2,0 m

	m	n	I_0	m'	$\Delta\sigma_z$	$\Delta\sigma_v$	Incremento
I	1,3	1,4	0,203	1	5,16		
II	0,0	1,4	0,000	-1	0,00	5,16	20%

a = 0,0 m
z = 4,0 m

	m	n	I_0	m'	$\Delta\sigma_z$	$\Delta\sigma_v$	Incremento
I	0,6	0,7	0,117	1	2,98		
II	0,0	0,7	0,000	-1	0,00	2,98	12%

a = 0,0 m
z = 6,0 m

	m	n	I_0	m'	$\Delta\sigma_z$	$\Delta\sigma_v$	Incremento
I	0,4	0,5	0,068	1	1,73		
II	0,0	0,5	0,000	-1	0,00	1,73	7%

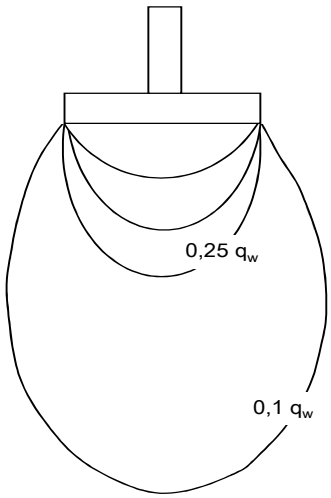
a = 0,0 m
z = 8,0 m

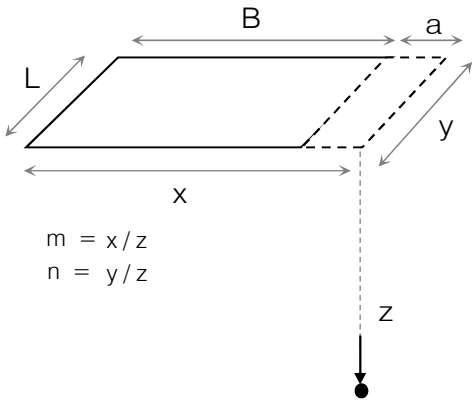
	m	n	I_0	m'	$\Delta\sigma_z$	$\Delta\sigma_v$	Incremento
I	0,3	0,3	0,043	1	1,08		
II	0,0	0,3	0,000	-1	0,00	1,08	4%

CONSULTECH soluciones geotécnicas	**DIAGRAMA DE ESFUERZOS BAJO UN AREA RECTANGULAR UNIFORMEMENTE DISTRIBUIDA** Criterio Diseño: Boussinesq.	ISO 9001:2008 OHSAS 18001:2007 BUREAU VERITAS Certification C016.00974 / C016.00975

CODIGO:	ES 07-21	CLIENTE:	INGENIERIA MASTER S.A.S.		
PROYECTO:	ESTUDIO GEOTECNICO – CONSTRUCCIÓN TANQUE ELEVADO DE 1000 M3 AGUA POTABLE – PLANTA EL CONCORDE.			DISEÑO:	M.M
LOCALIZACION:	MUNICIPIO DE MALAMBO (ATL.)			FECHA:	2021-08-11

▪ CONSIDERACIONES GENERALES





m = x / z
n = y / z

NODO 1

B =	2,5	m
L =	2,7	m
q_w =	25,4	ton/m²
m =	1,0	
B' =	2,5	m
L' =	2,7	m

▪ DIAGRAMAS DE ESFUERZOS

a = 0,5 m
z = 1,0 m

	m	n	I_0	m'	$\Delta\sigma_z$	$\Delta\sigma_v$	Incremento
I	3,0	2,7	0,245	1	6,21		
II	0,5	2,7	0,137	-1	-3,46	2,75	11%

a = 0,5 m
z = 2,0 m

	m	n	I_0	m'	$\Delta\sigma_z$	$\Delta\sigma_v$	Incremento
I	1,5	1,4	0,211	1	5,36		
II	0,3	1,4	0,072	-1	-1,83	3,53	14%

a = 0,5 m
z = 4,0 m

	m	n	I_0	m'	$\Delta\sigma_z$	$\Delta\sigma_v$	Incremento
I	0,8	0,7	0,130	1	3,29		
II	0,1	0,7	0,030	-1	-0,75	2,54	10%

a = 0,5 m
z = 6,0 m

	m	n	I_0	m'	$\Delta\sigma_z$	$\Delta\sigma_v$	Incremento
I	0,5	0,5	0,078	1	1,97		
II	0,1	0,5	0,015	-1	-0,39	1,59	6%

a = 0,5 m
z = 8,0 m

	m	n	I_0	m'	$\Delta\sigma_z$	$\Delta\sigma_v$	Incremento
I	0,4	0,3	0,050	1	1,26		
II	0,1	0,3	0,009	-1	-0,23	1,03	4%

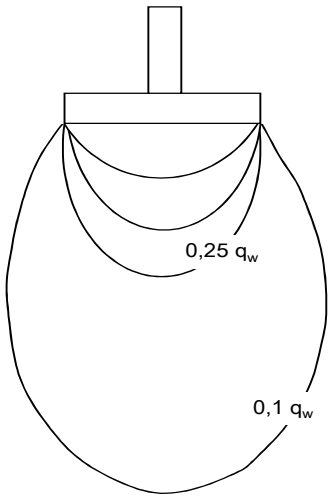
DIAGRAMA DE ESFUERZOS BAJO UN AREA RECTANGULAR UNIFORMEMENTE DISTRIBUIDA

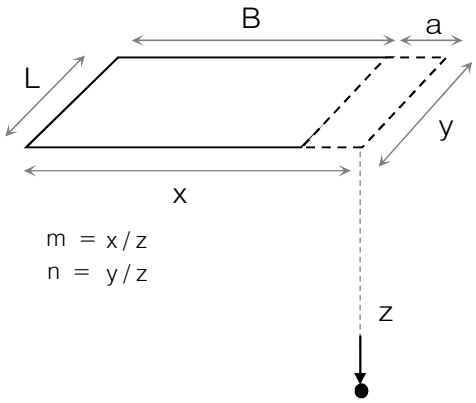
Criterio Diseño: Boussinesq.

ISO 9001:2008 OHSAS 18001:2007 BUREAU VERITAS Certification C016.00974 / C016.00975

CODIGO:	ES 07-21	CLIENTE:	INGENIERIA MASTER S.A.S.
PROYECTO:	ESTUDIO GEOTECNICO – CONSTRUCCIÓN TANQUE ELEVADO DE 1000 M3 AGUA POTABLE – PLANTA EL CONCORDE.	DISEÑO:	M.M
LOCALIZACION:	MUNICIPIO DE MALAMBO (ATL.)	FECHA:	2021-08-11

▪ CONSIDERACIONES GENERALES





m = x / z

n = y / z

NODO 1

B =	2,5	m
L =	2,7	m
q_w =	25,4	ton/m²
m =	1,0	
B' =	2,5	m
L' =	2,7	m

▪ DIAGRAMAS DE ESFUERZOS

a = 1,0 m
z = 1,0 m

	m	n	I_0	m'	$\Delta\sigma_z$	$\Delta\sigma_v$	Incremento
I	3,5	2,7	0,245	1	6,21		
II	1,0	2,7	0,203	-1	-5,14	1,07	4%

a = 1,0 m
z = 2,0 m

	m	n	I_0	m'	$\Delta\sigma_z$	$\Delta\sigma_v$	Incremento
I	1,8	1,4	0,216	1	5,47		
II	0,5	1,4	0,129	-1	-3,28	2,20	9%

a = 1,0 m
z = 4,0 m

	m	n	I_0	m'	$\Delta\sigma_z$	$\Delta\sigma_v$	Incremento
I	0,9	0,7	0,139	1	3,53		
II	0,3	0,7	0,057	-1	-1,45	2,08	8%

a = 1,0 m
z = 6,0 m

	m	n	I_0	m'	$\Delta\sigma_z$	$\Delta\sigma_v$	Incremento
I	0,6	0,5	0,086	1	2,19		
II	0,2	0,5	0,030	-1	-0,76	1,42	6%

a = 1,0 m
z = 8,0 m

	m	n	I_0	m'	$\Delta\sigma_z$	$\Delta\sigma_v$	Incremento
I	0,4	0,3	0,056	1	1,42		
II	0,1	0,3	0,018	-1	-0,46	0,96	4%

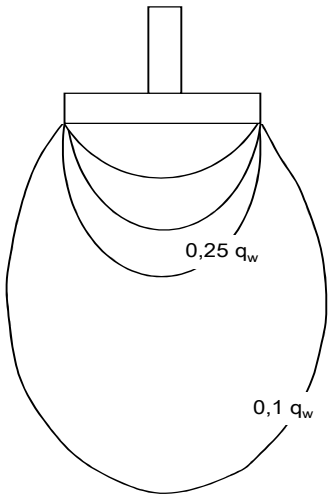
DIAGRAMA DE ESFUERZOS BAJO UN AREA RECTANGULAR UNIFORMEMENTE DISTRIBUIDA

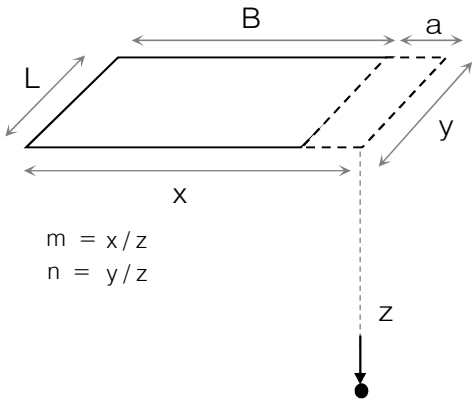
Criterio Diseño: Boussinesq.

ISO 9001:2008 OHSAS 18001:2007 BUREAU VERITAS Certification C016.00974 / C016.00975

CODIGO:	ES 07-21	CLIENTE:	INGENIERIA MASTER S.A.S.		
PROYECTO:	ESTUDIO GEOTECNICO – CONSTRUCCIÓN TANQUE ELEVADO DE 1000 M3 AGUA POTABLE – PLANTA EL CONCORDE.			DISEÑO:	M.M
LOCALIZACION:	MUNICIPIO DE MALAMBO (ATL.)			FECHA:	2021-08-11

▪ CONSIDERACIONES GENERALES





m = x / z

n = y / z

NODO 1

B =	2,5	m
L =	2,7	m
q_w =	25,4	ton/m²
m =	1,0	
B' =	2,5	m
L' =	2,7	m

▪ DIAGRAMAS DE ESFUERZOS

a = 1,5 m
z = 1,0 m

	m	n	I_0	m'	$\Delta\sigma_z$	$\Delta\sigma_v$	Incremento
I	4,0	2,7	0,245	1	6,21		
II	1,5	2,7	0,245	-1	-6,21	0,00	0%

a = 1,5 m
z = 2,0 m

	m	n	I_0	m'	$\Delta\sigma_z$	$\Delta\sigma_v$	Incremento
I	2,0	1,4	0,245	1	6,21		
II	0,8	1,4	0,167	-1	-4,24	1,97	8%

a = 1,5 m
z = 4,0 m

	m	n	I_0	m'	$\Delta\sigma_z$	$\Delta\sigma_v$	Incremento
I	1,0	0,7	0,146	1	3,70		
II	0,4	0,7	0,081	-1	-2,06	1,64	6%

a = 1,5 m
z = 6,0 m

	m	n	I_0	m'	$\Delta\sigma_z$	$\Delta\sigma_v$	Incremento
I	0,7	0,5	0,093	1	2,36		
II	0,3	0,5	0,044	-1	-1,12	1,25	5%

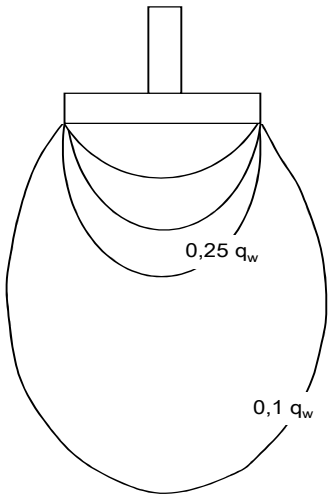
a = 1,5 m
z = 8,0 m

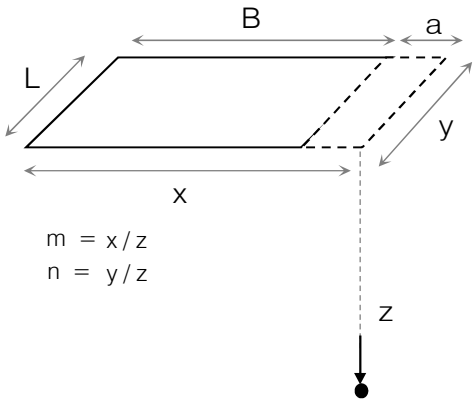
	m	n	I_0	m'	$\Delta\sigma_z$	$\Delta\sigma_v$	Incremento
I	0,5	0,3	0,062	1	1,57		
II	0,2	0,3	0,027	-1	-0,68	0,89	3%

CONSULTECH soluciones geotécnicas	**DIAGRAMA DE ESFUERZOS BAJO UN AREA RECTANGULAR UNIFORMEMENTE DISTRIBUIDA** Criterio Diseño: Boussinesq.	ISO 9001:2008 OHSAS 18001:2007 BUREAU VERITAS Certification C016.00974 / C016.00975

CODIGO:	ES 07-21	CLIENTE:	INGENIERIA MASTER S.A.S.	
PROYECTO:	ESTUDIO GEOTECNICO – CONSTRUCCIÓN TANQUE ELEVADO DE 1000 M3 AGUA POTABLE – PLANTA EL CONCORDE.		DISEÑO:	M.M
LOCALIZACION:	MUNICIPIO DE MALAMBO (ATL.)		FECHA:	2021-08-11

▪ CONSIDERACIONES GENERALES





m = x / z
n = y / z

NODO 1

B =	2,5	m
L =	2,7	m
q_w =	25,4	ton/m²
m =	1,0	
B' =	2,5	m
L' =	2,7	m

▪ DIAGRAMAS DE ESFUERZOS

a = 2,0 m
z = 1,0 m

	m	n	I_0	m'	$\Delta\sigma_z$	$\Delta\sigma_v$	Incremento
I	4,5	2,7	0,245	1	6,21		
II	2,0	2,7	0,245	-1	-6,21	0,00	0%

a = 2,0 m
z = 2,0 m

	m	n	I_0	m'	$\Delta\sigma_z$	$\Delta\sigma_v$	Incremento
I	2,3	1,4	0,245	1	6,21		
II	1,0	1,4	0,190	-1	-4,82	1,39	5%

a = 2,0 m
z = 4,0 m

	m	n	I_0	m'	$\Delta\sigma_z$	$\Delta\sigma_v$	Incremento
I	1,1	0,7	0,151	1	3,84		
II	0,5	0,7	0,101	-1	-2,57	1,27	5%

a = 2,0 m
z = 6,0 m

	m	n	I_0	m'	$\Delta\sigma_z$	$\Delta\sigma_v$	Incremento
I	0,8	0,5	0,099	1	2,51		
II	0,3	0,5	0,057	-1	-1,44	1,07	4%

a = 2,0 m
z = 8,0 m

	m	n	I_0	m'	$\Delta\sigma_z$	$\Delta\sigma_v$	Incremento
I	0,6	0,3	0,067	1	1,70		
II	0,3	0,3	0,035	-1	-0,89	0,81	3%

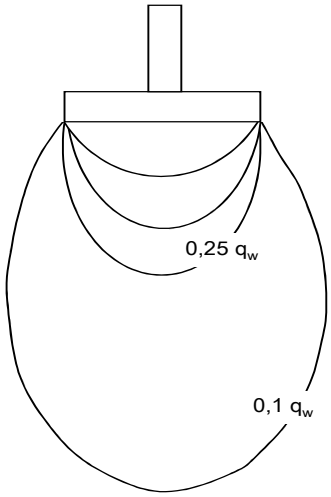
DIAGRAMA DE ESFUERZOS BAJO UN AREA RECTANGULAR UNIFORMEMENTE DISTRIBUIDA

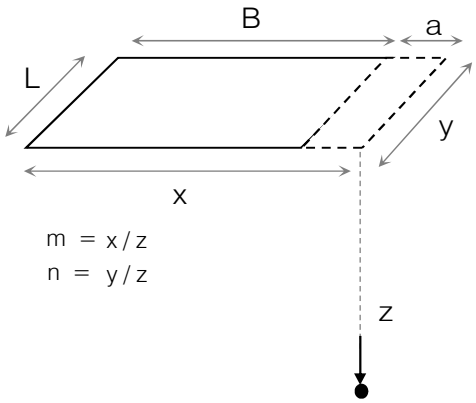
Criterio Diseño: Boussinesq.

ISO 9001:2008 OHSAS 18001:2007 BUREAU VERITAS Certification C016.00974 / C016.00975

CODIGO:	ES 07-21	CLIENTE:	INGENIERIA MASTER S.A.S.
PROYECTO:	ESTUDIO GEOTECNICO – CONSTRUCCIÓN TANQUE ELEVADO DE 1000 M3 AGUA POTABLE – PLANTA EL CONCORDE.	DISEÑO:	M.M
LOCALIZACION:	MUNICIPIO DE MALAMBO (ATL.)	FECHA:	2021-08-11

▪ CONSIDERACIONES GENERALES





m = x / z

n = y / z

NODO 8

B =	3,50	m
L =	4,00	m
q_w =	28,86	ton/m²
m =	4,00	
B' =	1,75	m
L' =	2,00	m

▪ DIAGRAMAS DE ESFUERZOS

a = 0,0 m
z = 1,0 m

	m	n	I_0	m'	$\Delta\sigma_z$	$\Delta\sigma_v$	Incremento
I	1,8	2,0	0,245	1	28,28		
II	0,0	4,0	0,000	-1	0,00	28,28	98%

a = 0,0 m
z = 2,0 m

	m	n	I_0	m'	$\Delta\sigma_z$	$\Delta\sigma_v$	Incremento
I	0,9	1,0	0,166	1	19,21		
II	0,0	2,0	0,000	-1	0,00	19,21	67%

a = 0,0 m
z = 4,0 m

	m	n	I_0	m'	$\Delta\sigma_z$	$\Delta\sigma_v$	Incremento
I	0,4	0,5	0,076	1	8,80		
II	0,0	1,0	0,000	-1	0,00	8,80	30%

a = 0,0 m
z = 6,0 m

	m	n	I_0	m'	$\Delta\sigma_z$	$\Delta\sigma_v$	Incremento
I	0,3	0,3	0,040	1	4,60		
II	0,0	0,7	0,000	-1	0,00	4,60	16%

a = 0,0 m
z = 10,0 m

	m	n	I_0	m'	$\Delta\sigma_z$	$\Delta\sigma_v$	Incremento
I	0,2	0,2	0,016	1	1,82		
II	0,0	0,4	0,000	-1	0,00	1,82	6%

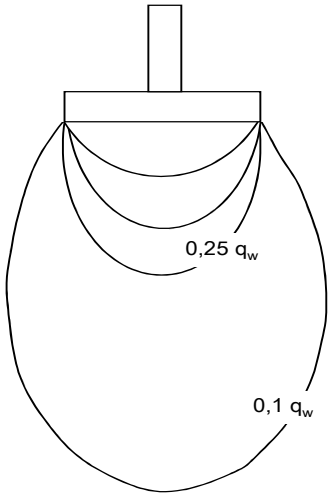
DIAGRAMA DE ESFUERZOS BAJO UN AREA RECTANGULAR UNIFORMEMENTE DISTRIBUIDA

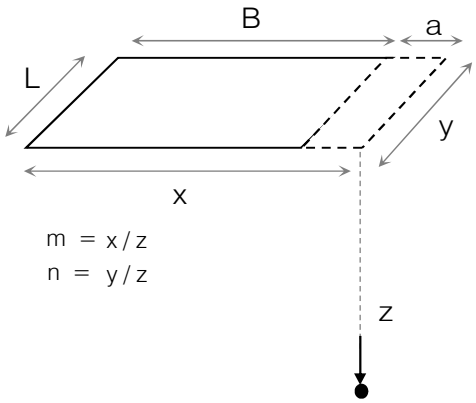
Criterio Diseño: Boussinesq.

ISO 9001:2008 OHSAS 18001:2007 BUREAU VERITAS Certification C016.00974 / C016.00975

CODIGO:	ES 07-21	CLIENTE:	INGENIERIA MASTER S.A.S.
PROYECTO:	ESTUDIO GEOTECNICO – CONSTRUCCIÓN TANQUE ELEVADO DE 1000 M3 AGUA POTABLE – PLANTA EL CONCORDE.	DISEÑO:	M.M
LOCALIZACION:	MUNICIPIO DE MALAMBO (ATL.)	FECHA:	2021-08-11

▪ CONSIDERACIONES GENERALES





m = x / z

n = y / z

NODO 8

B =	3,50	m
L =	4,00	m
q_w =	28,86	ton/m²
m =	1,00	
B' =	3,50	m
L' =	4,00	m

▪ DIAGRAMAS DE ESFUERZOS

a = 0,0 m
z = 1,0 m

	m	n	I_0	m'	$\Delta\sigma_z$	$\Delta\sigma_v$	Incremento
I	3,5	4,0	0,245	1	7,07		
II	0,0	4,0	0,000	-1	0,00	7,07	25%

a = 0,0 m
z = 2,0 m

	m	n	I_0	m'	$\Delta\sigma_z$	$\Delta\sigma_v$	Incremento
I	1,8	2,0	0,245	1	7,07		
II	0,0	2,0	0,000	-1	0,00	7,07	25%

a = 0,0 m
z = 4,0 m

	m	n	I_0	m'	$\Delta\sigma_z$	$\Delta\sigma_v$	Incremento
I	0,9	1,0	0,166	1	4,80		
II	0,0	1,0	0,000	-1	0,00	4,80	17%

a = 0,0 m
z = 6,0 m

	m	n	I_0	m'	$\Delta\sigma_z$	$\Delta\sigma_v$	Incremento
I	0,6	0,7	0,112	1	3,22		
II	0,0	0,7	0,000	-1	0,00	3,22	11%

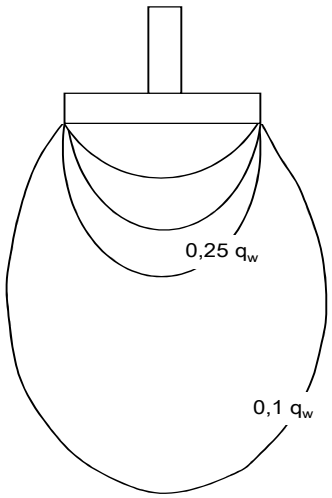
a = 0,0 m
z = 8,0 m

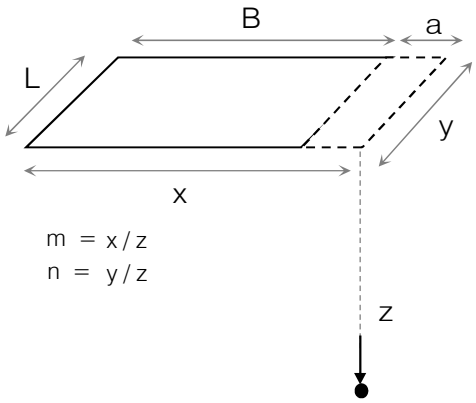
	m	n	I_0	m'	$\Delta\sigma_z$	$\Delta\sigma_v$	Incremento
I	0,4	0,5	0,076	1	2,20		
II	0,0	0,5	0,000	-1	0,00	2,20	8%

CONSULTECH soluciones geotécnicas	**DIAGRAMA DE ESFUERZOS BAJO UN AREA RECTANGULAR UNIFORMEMENTE DISTRIBUIDA** Criterio Diseño: Boussinesq.	ISO 9001:2008 OHSAS 18001:2007 BUREAU VERITAS Certification C016.00974 / C016.00975

CODIGO:	ES 07-21	CLIENTE:	INGENIERIA MASTER S.A.S.	
PROYECTO:	ESTUDIO GEOTECNICO – CONSTRUCCIÓN TANQUE ELEVADO DE 1000 M3 AGUA POTABLE – PLANTA EL CONCORDE.		DISEÑO:	M.M
LOCALIZACION:	MUNICIPIO DE MALAMBO (ATL.)		FECHA:	2021-08-11

▪ CONSIDERACIONES GENERALES





m = x / z
n = y / z

NODO 8

B =	3,50	m
L =	4,00	m
q_w =	28,86	ton/m²
m =	1,00	
B' =	3,50	m
L' =	4,00	m

▪ DIAGRAMAS DE ESFUERZOS

a = 0,5 m
z = 1,0 m

	m	n	I_0	m'	$\Delta\sigma_z$	$\Delta\sigma_v$	Incremento
I	4,0	4,0	0,245	1	7,07		
II	0,5	4,0	0,137	-1	-3,96	3,11	11%

a = 0,5 m
z = 2,0 m

	m	n	I_0	m'	$\Delta\sigma_z$	$\Delta\sigma_v$	Incremento
I	2,0	2,0	0,245	1	7,07		
II	0,3	2,0	0,075	-1	-2,17	4,90	17%

a = 0,5 m
z = 4,0 m

	m	n	I_0	m'	$\Delta\sigma_z$	$\Delta\sigma_v$	Incremento
I	1,0	1,0	0,175	1	5,06		
II	0,1	1,0	0,035	-1	-1,00	4,05	14%

a = 0,5 m
z = 6,0 m

	m	n	I_0	m'	$\Delta\sigma_z$	$\Delta\sigma_v$	Incremento
I	0,7	0,7	0,121	1	3,49		
II	0,1	0,7	0,020	-1	-0,57	2,92	10%

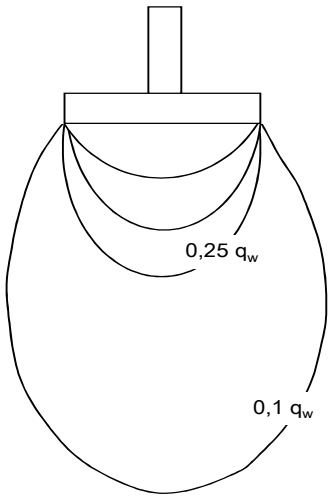
a = 0,5 m
z = 8,0 m

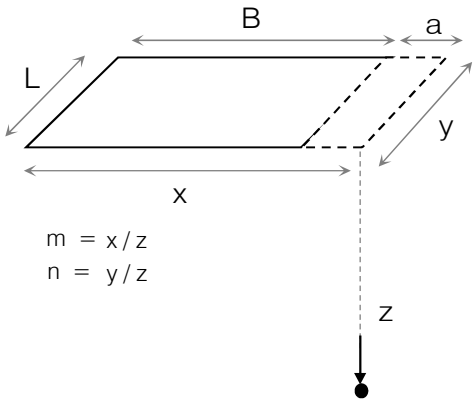
	m	n	I_0	m'	$\Delta\sigma_z$	$\Delta\sigma_v$	Incremento
I	0,5	0,5	0,084	1	2,43		
II	0,1	0,5	0,012	-1	-0,36	2,07	7%

CONSULTECH soluciones geotécnicas	**DIAGRAMA DE ESFUERZOS BAJO UN AREA RECTANGULAR UNIFORMEMENTE DISTRIBUIDA** Criterio Diseño: Boussinesq.	ISO 9001:2008 OHSAS 18001:2007 BUREAU VERITAS Certification C016.00974 / C016.00975

CODIGO:	ES 07-21	CLIENTE:	INGENIERIA MASTER S.A.S.	
PROYECTO:	ESTUDIO GEOTECNICO – CONSTRUCCIÓN TANQUE ELEVADO DE 1000 M3 AGUA POTABLE – PLANTA EL CONCORDE.		DISEÑO:	M.M
LOCALIZACION:	MUNICIPIO DE MALAMBO (ATL.)		FECHA:	2021-08-11

▪ CONSIDERACIONES GENERALES





m = x / z
n = y / z

NODO 8

B =	3,50	m
L =	4,00	m
q_w =	28,86	ton/m²
m =	1,00	
B' =	3,50	m
L' =	4,00	m

▪ DIAGRAMAS DE ESFUERZOS

a = 1,0 m
z = 1,0 m

	m	n	I_0	m'	$\Delta\sigma_z$	$\Delta\sigma_v$	Incremento
I	4,5	4,0	0,245	1	7,07		
II	1,0	4,0	0,204	-1	-5,89	1,18	4%

a = 1,0 m
z = 2,0 m

	m	n	I_0	m'	$\Delta\sigma_z$	$\Delta\sigma_v$	Incremento
I	2,3	2,0	0,245	1	7,07		
II	0,5	2,0	0,135	-1	-3,89	3,18	11%

a = 1,0 m
z = 4,0 m

	m	n	I_0	m'	$\Delta\sigma_z$	$\Delta\sigma_v$	Incremento
I	1,1	1,0	0,182	1	5,25		
II	0,3	1,0	0,067	-1	-1,94	3,31	11%

a = 1,0 m
z = 6,0 m

	m	n	I_0	m'	$\Delta\sigma_z$	$\Delta\sigma_v$	Incremento
I	0,8	0,7	0,129	1	3,72		
II	0,2	0,7	0,039	-1	-1,12	2,60	9%

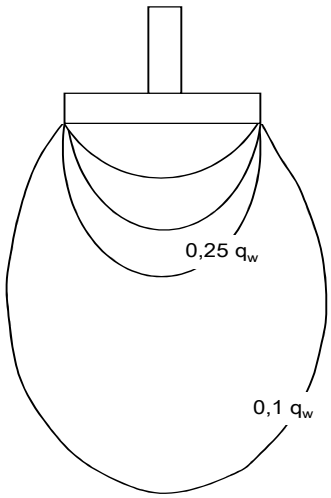
a = 1,0 m
z = 8,0 m

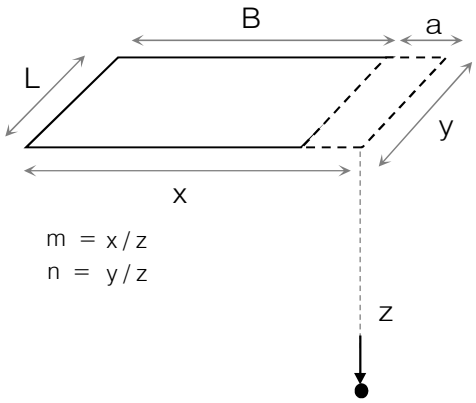
	m	n	I_0	m'	$\Delta\sigma_z$	$\Delta\sigma_v$	Incremento
I	0,6	0,5	0,091	1	2,63		
II	0,1	0,5	0,025	-1	-0,71	1,91	7%

CONSULTECH soluciones geotécnicas	**DIAGRAMA DE ESFUERZOS BAJO UN AREA RECTANGULAR UNIFORMEMENTE DISTRIBUIDA** Criterio Diseño: Boussinesq.	ISO 9001:2008 OHSAS 18001:2007 BUREAU VERITAS Certification C016.00974 / C016.00975

CODIGO:	ES 07-21	CLIENTE:	INGENIERIA MASTER S.A.S.	
PROYECTO:	ESTUDIO GEOTECNICO – CONSTRUCCIÓN TANQUE ELEVADO DE 1000 M3 AGUA POTABLE – PLANTA EL CONCORDE.		DISEÑO:	M.M
LOCALIZACION:	MUNICIPIO DE MALAMBO (ATL.)		FECHA:	2021-08-11

▪ CONSIDERACIONES GENERALES





m = x / z
n = y / z

NODO 8

B =	3,50	m
L =	4,00	m
q_w =	28,86	ton/m²
m =	1,00	
B' =	3,50	m
L' =	4,00	m

▪ DIAGRAMAS DE ESFUERZOS

a = 1,5 m
z = 1,0 m

	m	n	I_0	m'	$\Delta\sigma_z$	$\Delta\sigma_v$	Incremento
I	5,0	4,0	0,245	1	7,07		
II	1,5	4,0	0,245	-1	-7,07	0,00	0%

a = 1,5 m
z = 2,0 m

	m	n	I_0	m'	$\Delta\sigma_z$	$\Delta\sigma_v$	Incremento
I	2,5	2,0	0,245	1	7,07		
II	0,8	2,0	0,175	-1	-5,06	2,01	7%

a = 1,5 m
z = 4,0 m

	m	n	I_0	m'	$\Delta\sigma_z$	$\Delta\sigma_v$	Incremento
I	1,3	1,0	0,187	1	5,39		
II	0,4	1,0	0,096	-1	-2,77	2,62	9%

a = 1,5 m
z = 6,0 m

	m	n	I_0	m'	$\Delta\sigma_z$	$\Delta\sigma_v$	Incremento
I	0,8	0,7	0,135	1	3,91		
II	0,3	0,7	0,057	-1	-1,64	2,27	8%

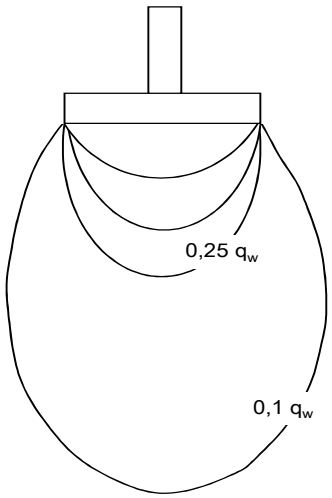
a = 1,5 m
z = 8,0 m

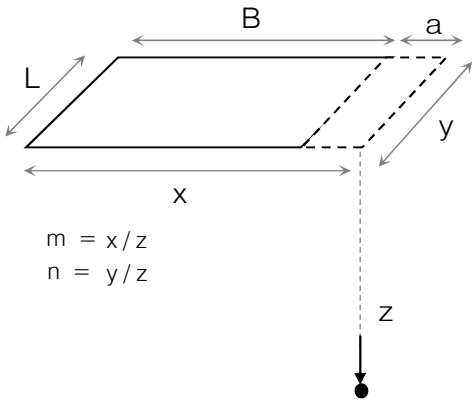
	m	n	I_0	m'	$\Delta\sigma_z$	$\Delta\sigma_v$	Incremento
I	0,6	0,5	0,097	1	2,80		
II	0,2	0,5	0,036	-1	-1,05	1,75	6%

CONSULTECH soluciones geotécnicas	**DIAGRAMA DE ESFUERZOS BAJO UN AREA RECTANGULAR UNIFORMEMENTE DISTRIBUIDA** Criterio Diseño: Boussinesq.	ISO 9001:2008 OHSAS 18001:2007 BUREAU VERITAS Certification C016.00974 / C016.00975

CODIGO:	ES 07-21	CLIENTE:	INGENIERIA MASTER S.A.S.	
PROYECTO:	ESTUDIO GEOTECNICO – CONSTRUCCIÓN TANQUE ELEVADO DE 1000 M3 AGUA POTABLE – PLANTA EL CONCORDE.		DISEÑO:	M.M
LOCALIZACION:	MUNICIPIO DE MALAMBO (ATL.)		FECHA:	2021-08-11

▪ CONSIDERACIONES GENERALES





m = x / z
n = y / z

NODO 8

B =	3,50	m
L =	4,00	m
q_w =	28,86	ton/m²
m =	1,00	
B' =	3,50	m
L' =	4,00	m

▪ DIAGRAMAS DE ESFUERZOS

a = 2,0 m
z = 1,0 m

	m	n	I_0	m'	$\Delta\sigma_z$	$\Delta\sigma_v$	Incremento
I	5,5	4,0	0,245	1	7,07		
II	2,0	4,0	0,245	-1	-7,07	0,00	0%

a = 2,0 m
z = 2,0 m

	m	n	I_0	m'	$\Delta\sigma_z$	$\Delta\sigma_v$	Incremento
I	2,8	2,0	0,245	1	7,07		
II	1,0	2,0	0,200	-1	-5,77	1,30	5%

a = 2,0 m
z = 4,0 m

	m	n	I_0	m'	$\Delta\sigma_z$	$\Delta\sigma_v$	Incremento
I	1,4	1,0	0,191	1	5,50		
II	0,5	1,0	0,120	-1	-3,47	2,04	7%

a = 2,0 m
z = 6,0 m

	m	n	I_0	m'	$\Delta\sigma_z$	$\Delta\sigma_v$	Incremento
I	0,9	0,7	0,141	1	4,06		
II	0,3	0,7	0,073	-1	-2,11	1,95	7%

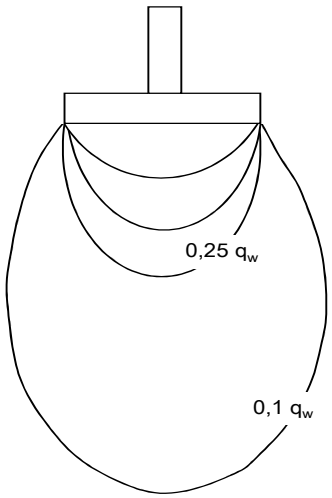
a = 2,0 m
z = 8,0 m

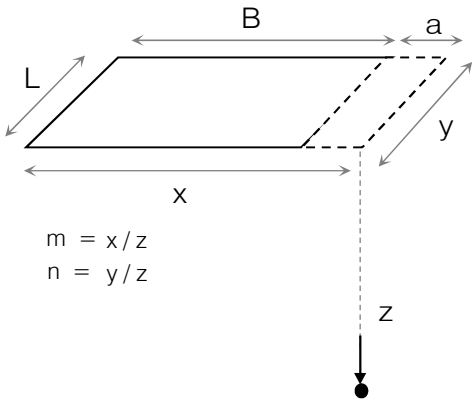
	m	n	I_0	m'	$\Delta\sigma_z$	$\Delta\sigma_v$	Incremento
I	0,7	0,5	0,102	1	2,96		
II	0,3	0,5	0,048	-1	-1,37	1,58	5%

CONSULTECH soluciones geotécnicas	**DIAGRAMA DE ESFUERZOS BAJO UN AREA RECTANGULAR UNIFORMEMENTE DISTRIBUIDA** Criterio Diseño: Boussinesq.	ISO 9001:2008 OHSAS 18001:2007 BUREAU VERITAS Certification C016.00974 / C016.00975

CODIGO:	ES 07-21	CLIENTE:	INGENIERIA MASTER S.A.S.		
PROYECTO:	ESTUDIO GEOTECNICO – CONSTRUCCIÓN TANQUE ELEVADO DE 1000 M3 AGUA POTABLE – PLANTA EL CONCORDE.			DISEÑO:	M.M
LOCALIZACION:	MUNICIPIO DE MALAMBO (ATL.)			FECHA:	2021-08-11

▪ CONSIDERACIONES GENERALES





m = x / z
n = y / z

NODO 26

B =	3,20	m
L =	3,40	m
q_w =	27,81	ton/m²
m =	4,00	
B' =	1,60	m
L' =	1,70	m

▪ DIAGRAMAS DE ESFUERZOS

a = 0,0 m
z = 1,0 m

	m	n	I_0	m'	$\Delta\sigma_z$	$\Delta\sigma_v$	Incremento
I	1,6	1,7	0,245	1	27,25		
II	0,0	3,4	0,000	-1	0,00	27,25	98%

a = 0,0 m
z = 2,0 m

	m	n	I_0	m'	$\Delta\sigma_z$	$\Delta\sigma_v$	Incremento
I	0,8	0,9	0,150	1	16,70		
II	0,0	1,7	0,000	-1	0,00	16,70	60%

a = 0,0 m
z = 4,0 m

	m	n	I_0	m'	$\Delta\sigma_z$	$\Delta\sigma_v$	Incremento
I	0,4	0,4	0,063	1	7,02		
II	0,0	0,9	0,000	-1	0,00	7,02	25%

a = 0,0 m
z = 6,0 m

	m	n	I_0	m'	$\Delta\sigma_z$	$\Delta\sigma_v$	Incremento
I	0,3	0,3	0,032	1	3,56		
II	0,0	0,6	0,000	-1	0,00	3,56	13%

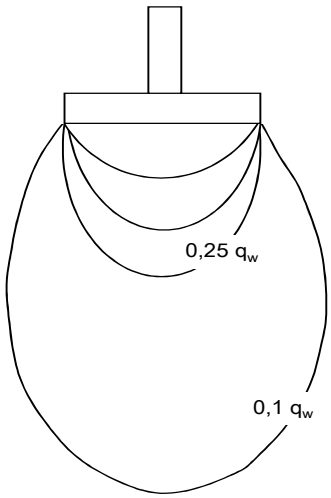
a = 0,0 m
z = 10,0 m

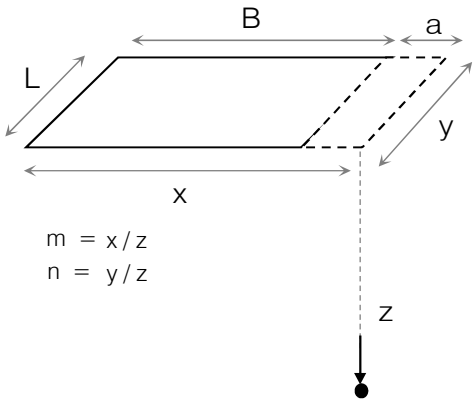
	m	n	I_0	m'	$\Delta\sigma_z$	$\Delta\sigma_v$	Incremento
I	0,2	0,2	0,012	1	1,38		
II	0,0	0,3	0,000	-1	0,00	1,38	5%

CONSULTECH soluciones geotécnicas	**DIAGRAMA DE ESFUERZOS BAJO UN AREA RECTANGULAR UNIFORMEMENTE DISTRIBUIDA** Criterio Diseño: Boussinesq.	ISO 9001:2008 OHSAS 18001:2007 BUREAU VERITAS Certification C016.00974 / C016.00975

CODIGO:	ES 07-21	CLIENTE:	INGENIERIA MASTER S.A.S.		
PROYECTO:	ESTUDIO GEOTECNICO – CONSTRUCCIÓN TANQUE ELEVADO DE 1000 M3 AGUA POTABLE – PLANTA EL CONCORDE.			DISEÑO:	M.M
LOCALIZACION:	MUNICIPIO DE MALAMBO (ATL.)			FECHA:	2021-08-11

▪ CONSIDERACIONES GENERALES





m = x / z
n = y / z

NODO 26

B =	3,20	m
L =	3,40	m
q_w =	27,81	ton/m²
m =	1,00	
B' =	3,20	m
L' =	3,40	m

▪ DIAGRAMAS DE ESFUERZOS

a = 0,0 m
z = 1,0 m

	m	n	I_0	m'	$\Delta\sigma_z$	$\Delta\sigma_v$	Incremento
I	3,2	3,4	0,245	1	6,81		
II	0,0	3,4	0,000	-1	0,00	6,81	25%

a = 0,0 m
z = 2,0 m

	m	n	I_0	m'	$\Delta\sigma_z$	$\Delta\sigma_v$	Incremento
I	1,6	1,7	0,245	1	6,81		
II	0,0	1,7	0,000	-1	0,00	6,81	25%

a = 0,0 m
z = 4,0 m

	m	n	I_0	m'	$\Delta\sigma_z$	$\Delta\sigma_v$	Incremento
I	0,8	0,9	0,150	1	4,17		
II	0,0	0,9	0,000	-1	0,00	4,17	15%

a = 0,0 m
z = 6,0 m

	m	n	I_0	m'	$\Delta\sigma_z$	$\Delta\sigma_v$	Incremento
I	0,5	0,6	0,096	1	2,66		
II	0,0	0,6	0,000	-1	0,00	2,66	10%

a = 0,0 m
z = 8,0 m

	m	n	I_0	m'	$\Delta\sigma_z$	$\Delta\sigma_v$	Incremento
I	0,4	0,4	0,063	1	1,76		
II	0,0	0,4	0,000	-1	0,00	1,76	6%

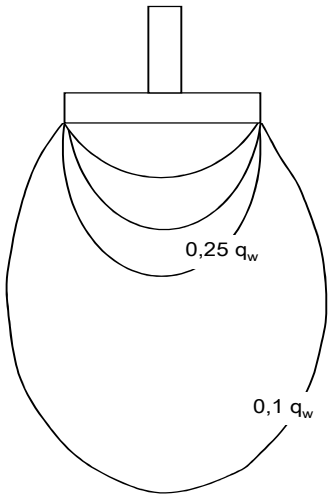
DIAGRAMA DE ESFUERZOS BAJO UN AREA RECTANGULAR UNIFORMEMENTE DISTRIBUIDA

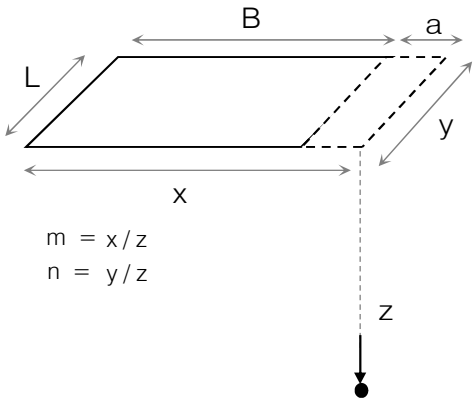
Criterio Diseño: Boussinesq.

ISO 9001:2008
OHSAS 18001:2007
BUREAU VERITAS Certification
C016.00974 / C016.00975

CODIGO:	ES 07-21	CLIENTE:	INGENIERIA MASTER S.A.S.
PROYECTO:	ESTUDIO GEOTECNICO – CONSTRUCCIÓN TANQUE ELEVADO DE 1000 M3 AGUA POTABLE – PLANTA EL CONCORDE.	DISEÑO:	M.M
LOCALIZACION:	MUNICIPIO DE MALAMBO (ATL.)	FECHA:	2021-08-11

▪ CONSIDERACIONES GENERALES





m = x / z
n = y / z

NODO 26

B =	3,20	m
L =	3,40	m
q_w =	27,81	ton/m²
m =	1,00	
B' =	3,20	m
L' =	3,40	m

▪ DIAGRAMAS DE ESFUERZOS

a = 0,5 m
z = 1,0 m

	m	n	I_0	m'	$\Delta\sigma_z$	$\Delta\sigma_v$	Incremento
I	3,7	3,4	0,245	1	6,81		
II	0,5	3,4	0,137	-1	-3,81	3,00	11%

a = 0,5 m
z = 2,0 m

	m	n	I_0	m'	$\Delta\sigma_z$	$\Delta\sigma_v$	Incremento
I	1,9	1,7	0,245	1	6,81		
II	0,3	1,7	0,074	-1	-2,07	4,75	17%

a = 0,5 m
z = 4,0 m

	m	n	I_0	m'	$\Delta\sigma_z$	$\Delta\sigma_v$	Incremento
I	0,9	0,9	0,160	1	4,44		
II	0,1	0,9	0,033	-1	-0,91	3,53	13%

a = 0,5 m
z = 6,0 m

	m	n	I_0	m'	$\Delta\sigma_z$	$\Delta\sigma_v$	Incremento
I	0,6	0,6	0,105	1	2,92		
II	0,1	0,6	0,018	-1	-0,50	2,42	9%

a = 0,5 m
z = 8,0 m

	m	n	I_0	m'	$\Delta\sigma_z$	$\Delta\sigma_v$	Incremento
I	0,5	0,4	0,071	1	1,96		
II	0,1	0,4	0,011	-1	-0,31	1,65	6%

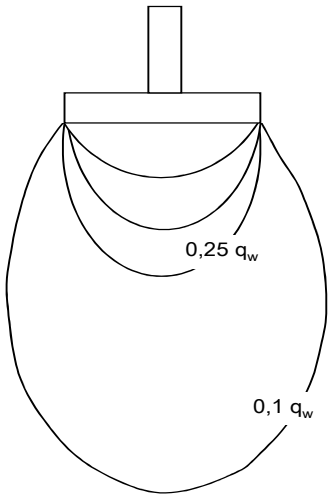
DIAGRAMA DE ESFUERZOS BAJO UN AREA RECTANGULAR UNIFORMEMENTE DISTRIBUIDA

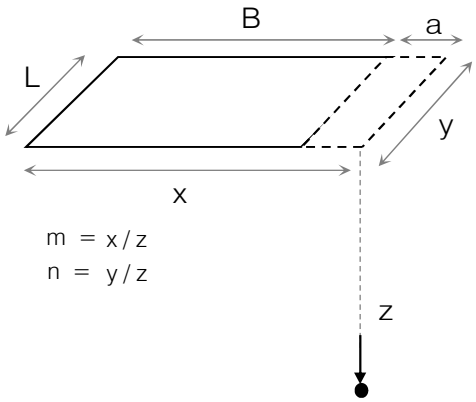
Criterio Diseño: Boussinesq.

ISO 9001:2008 OHSAS 18001:2007 BUREAU VERITAS Certification C016.00974 / C016.00975

CODIGO:	ES 07-21	CLIENTE:	INGENIERIA MASTER S.A.S.
PROYECTO:	ESTUDIO GEOTECNICO – CONSTRUCCIÓN TANQUE ELEVADO DE 1000 M3 AGUA POTABLE – PLANTA EL CONCORDE.	DISEÑO:	M.M
LOCALIZACION:	MUNICIPIO DE MALAMBO (ATL.)	FECHA:	2021-08-11

▪ CONSIDERACIONES GENERALES





m = x / z

n = y / z

NODO 26

B =	3,20	m
L =	3,40	m
q_w =	27,81	ton/m²
m =	1,00	
B' =	3,20	m
L' =	3,40	m

▪ DIAGRAMAS DE ESFUERZOS

a = 1,0 m
z = 1,0 m

	m	n	I_0	m'	$\Delta\sigma_z$	$\Delta\sigma_v$	Incremento
I	4,2	3,4	0,245	1	6,81		
II	1,0	3,4	0,204	-1	-5,67	1,14	4%

a = 1,0 m
z = 2,0 m

	m	n	I_0	m'	$\Delta\sigma_z$	$\Delta\sigma_v$	Incremento
I	2,1	1,7	0,245	1	6,81		
II	0,5	1,7	0,133	-1	-3,71	3,11	11%

a = 1,0 m
z = 4,0 m

	m	n	I_0	m'	$\Delta\sigma_z$	$\Delta\sigma_v$	Incremento
I	1,1	0,9	0,167	1	4,64		
II	0,3	0,9	0,064	-1	-1,77	2,87	10%

a = 1,0 m
z = 6,0 m

	m	n	I_0	m'	$\Delta\sigma_z$	$\Delta\sigma_v$	Incremento
I	0,7	0,6	0,113	1	3,13		
II	0,2	0,6	0,035	-1	-0,98	2,15	8%

a = 1,0 m
z = 8,0 m

	m	n	I_0	m'	$\Delta\sigma_z$	$\Delta\sigma_v$	Incremento
I	0,5	0,4	0,077	1	2,14		
II	0,1	0,4	0,022	-1	-0,61	1,54	6%

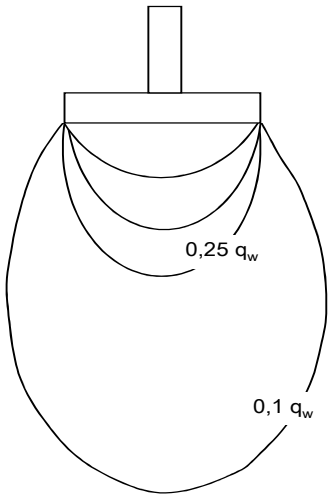
DIAGRAMA DE ESFUERZOS BAJO UN AREA RECTANGULAR UNIFORMEMENTE DISTRIBUIDA

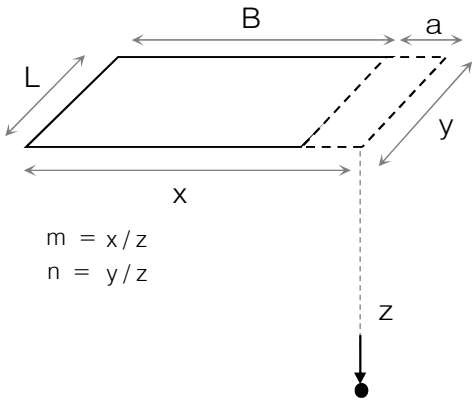
Criterio Diseño: Boussinesq.

ISO 9001:2008
OHSAS 18001:2007
BUREAU VERITAS Certification
C016.00974 / C016.00975

CODIGO:	ES 07-21	CLIENTE:	INGENIERIA MASTER S.A.S.
PROYECTO:	ESTUDIO GEOTECNICO – CONSTRUCCIÓN TANQUE ELEVADO DE 1000 M3 AGUA POTABLE – PLANTA EL CONCORDE.	DISEÑO:	M.M
LOCALIZACION:	MUNICIPIO DE MALAMBO (ATL.)	FECHA:	2021-08-11

▪ CONSIDERACIONES GENERALES





m = x / z
n = y / z

NODO 26

B =	3,20	m
L =	3,40	m
q_w =	27,81	ton/m²
m =	1,00	
B' =	3,20	m
L' =	3,40	m

▪ DIAGRAMAS DE ESFUERZOS

a = 1,5 m
z = 1,0 m

	m	n	I_0	m'	$\Delta\sigma_z$	$\Delta\sigma_v$	Incremento
I	4,7	3,4	0,245	1	6,81		
II	1,5	3,4	0,245	-1	-6,81	0,00	0%

a = 1,5 m
z = 2,0 m

	m	n	I_0	m'	$\Delta\sigma_z$	$\Delta\sigma_v$	Incremento
I	2,4	1,7	0,245	1	6,81		
II	0,8	1,7	0,173	-1	-4,80	2,01	7%

a = 1,5 m
z = 4,0 m

	m	n	I_0	m'	$\Delta\sigma_z$	$\Delta\sigma_v$	Incremento
I	1,2	0,9	0,172	1	4,79		
II	0,4	0,9	0,091	-1	-2,52	2,27	8%

a = 1,5 m
z = 6,0 m

	m	n	I_0	m'	$\Delta\sigma_z$	$\Delta\sigma_v$	Incremento
I	0,8	0,6	0,119	1	3,31		
II	0,3	0,6	0,052	-1	-1,44	1,88	7%

a = 1,5 m
z = 8,0 m

	m	n	I_0	m'	$\Delta\sigma_z$	$\Delta\sigma_v$	Incremento
I	0,6	0,4	0,083	1	2,31		
II	0,2	0,4	0,032	-1	-0,90	1,41	5%

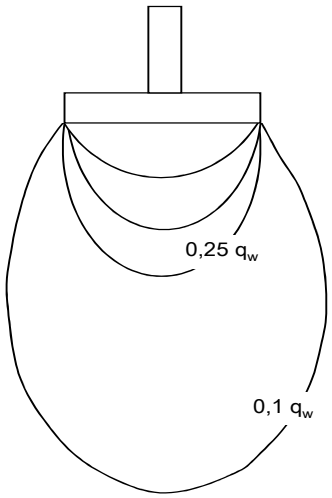
DIAGRAMA DE ESFUERZOS BAJO UN AREA RECTANGULAR UNIFORMEMENTE DISTRIBUIDA

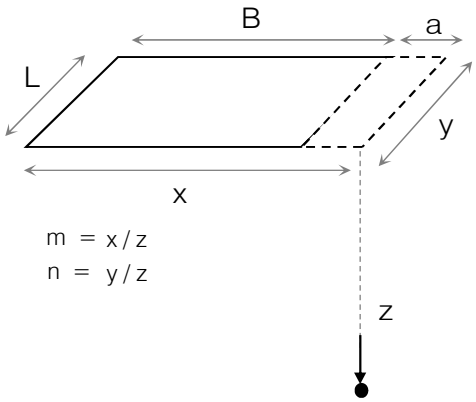
Criterio Diseño: Boussinesq.

ISO 9001:2008 OHSAS 18001:2007 BUREAU VERITAS Certification C016.00974 / C016.00975

CODIGO:	ES 07-21	CLIENTE:	INGENIERIA MASTER S.A.S.
PROYECTO:	ESTUDIO GEOTECNICO – CONSTRUCCIÓN TANQUE ELEVADO DE 1000 M3 AGUA POTABLE – PLANTA EL CONCORDE.	DISEÑO:	M.M
LOCALIZACION:	MUNICIPIO DE MALAMBO (ATL.)	FECHA:	2021-08-11

▪ CONSIDERACIONES GENERALES





m = x / z

n = y / z

NODO 26

B =	3,20	m
L =	3,40	m
q_w =	27,81	ton/m²
m =	1,00	
B' =	3,20	m
L' =	3,40	m

▪ DIAGRAMAS DE ESFUERZOS

a = 2,0 m
z = 1,0 m

	m	n	I_0	m'	$\Delta\sigma_z$	$\Delta\sigma_v$	Incremento
I	5,2	3,4	0,245	1	6,81		
II	2,0	3,4	0,245	-1	-6,81	0,00	0%

a = 2,0 m
z = 2,0 m

	m	n	I_0	m'	$\Delta\sigma_z$	$\Delta\sigma_v$	Incremento
I	2,6	1,7	0,245	1	6,81		
II	1,0	1,7	0,197	-1	-5,48	1,34	5%

a = 2,0 m
z = 4,0 m

	m	n	I_0	m'	$\Delta\sigma_z$	$\Delta\sigma_v$	Incremento
I	1,3	0,9	0,176	1	4,91		
II	0,5	0,9	0,113	-1	-3,15	1,76	6%

a = 2,0 m
z = 6,0 m

	m	n	I_0	m'	$\Delta\sigma_z$	$\Delta\sigma_v$	Incremento
I	0,9	0,6	0,124	1	3,46		
II	0,3	0,6	0,067	-1	-1,85	1,61	6%

a = 2,0 m
z = 8,0 m

	m	n	I_0	m'	$\Delta\sigma_z$	$\Delta\sigma_v$	Incremento
I	0,7	0,4	0,088	1	2,45		
II	0,3	0,4	0,042	-1	-1,17	1,27	5%

CONSULTECH soluciones geotécnicas	DISENO DE CIMENTACIONES COMBINADAS / ANALISIS DE ASENTAMIENTOS INMEDIATOS Criterio Diseño: Terzaghi / Stagg y Zienkiewiez / Bowles	ISO 9001:2008 OHSAS 18001:2007 BUREAU VERITAS Certification C016.00974 / C016.00975

CODIGO:	ES 07-21	DISEÑO:	MARTHA MORALES	FECHA:	2021-08-12
PROYECTO:	CONSTRUCCIÓN TANQUE ELEVADO DE 1000 M3 AGUA POTABLE – PLANTA EL CONCORDE				
LOCALIZACION:	MUNICIPIO DE MALAMBO (ATLANTICO)				

DATOS GENERALES

$q_{ult} = (c*N_c + P'_0*N_q + 0{,}50*\gamma' *B*N_\gamma)$

γ =	1,71	ton/m³	N_c =		
c =	0,00	ton/m²	N_q =	14,50	
ϕ =	30,49	º	N_γ =	12,30	

COLUMNA: N5/N8N/29

P_W =	774,97	ton
D_f =	2,00	m
P'_0 =	3,42	ton/m²

RESISTENCIA AL CORTE - EXCENTRICAS

B =	3,00	m					
L =	14,00	m	S_c =	-			
e_B =	0,00	m	S_q =	1,11	q_{seg} =	83,83	ton/m²
e_L =	0,00	m	S_γ =	0,91	q_W =	18,45	ton/m²
B' =	3,00	m					
L' =	14,00	m			F.S. =	4,5	

Se recomienda una cimentación rectangular de B = 3.00 m, L = 14.00 m.

DISENO DE CIMENTACION CORRIDA SOBRE SUELO REFORZADO CON GEOSINTENTICOS

Criterio Diseño: Binquet y Lee

CODIGO:	ES 07-21	DISEÑO:	MARTHA MORALES	2021-08-11
PROYECTO:	ESTUDIO GEOTECNICO – CONSTRUCCIÓN TANQUE ELEVADO DE 1000 M3 AGUA POTABLE – PLANTA EL CONCORDE.			
LOCALIZACION:	MUNICIPIO DE MALAMBO (ATLANTICO)			

ANALISIS DE RESISTENCIA AL CORTE

ELEMENTO: PLACA DE CIMENTACION

γ_d =	1,71	ton/m³	B =	3,50	m	N_c =	
γ_{sat} =	1,71	ton/m³	D_f =	2,00	m	N_q =	14,50
ϕ =	30,49	º	P'_0 =	1,42	ton/m²	N_γ =	12,30
μ =	0,40						
E_s =	1969,70	ton/m²	$q_{adm\ (1)}$ =	11,96	ton/m²		
α_r =	0,90		$q_{adm\ (2)}$ =	18,61	ton/m²	q_0 =	11,96 ton/m²

$q_{adm\ (1)} = (c*N_c + P'_0*N_q + 0{,}50*\gamma' *B*N_\gamma)/FS$

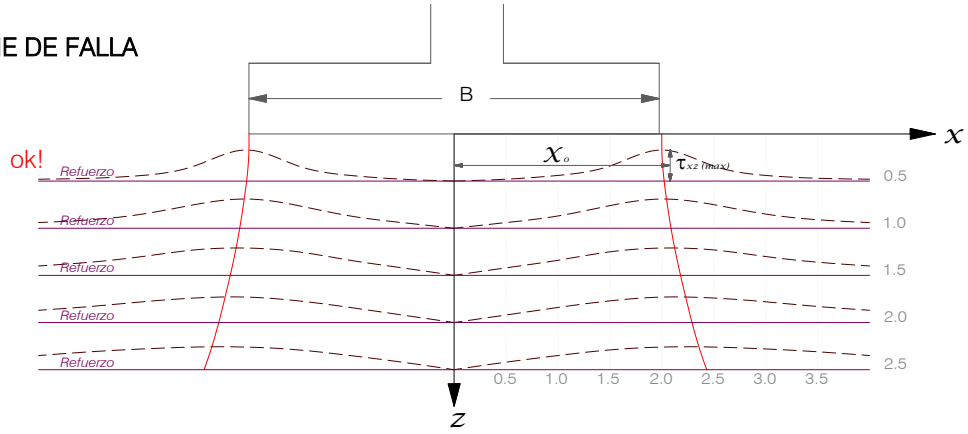
$q_{adm\ (2)} = (E_s*S_e)/[B*(1-\mu^2)\alpha_r]$

RESISTENCIA A LA TENSION DEL REFUERZO

• LOCALIZACION DE LA SUPERFICIE DE FALLA

d =	0,30	m
d/B =	0,09	
b =	1,75	m
q_R =	28,86	ton/m²

ok!



z	τ_{xz}								
	x								
	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00	4,00	5,00	6,00
0,30	0,34	1,16	5,34	5,36	1,22	0,46	0,14	0,06	0,03
0,60	1,11	3,17	7,52	7,60	3,41	1,58	0,51	0,23	0,12
0,90	1,87	4,53	7,87	8,03	5,03	2,82	1,05	0,49	0,27

DISENO DE CIMENTACION CORRIDA SOBRE SUELO REFORZADO CON GEOSINTENTICOS

Criterio Diseño: Binquet y Lee

CODIGO:	ES 07-21	DISEÑO:	MARTHA MORALES	2021-08-11
PROYECTO:	ESTUDIO GEOTECNICO – CONSTRUCCIÓN TANQUE ELEVADO DE 1000 M3 AGUA POTABLE – PLANTA EL CONCORDE.			
LOCALIZACION:	MUNICIPIO DE MALAMBO (ATLANTICO)			

• SELECCION DEL GEOSINTETICO DE REFUERZO

d = 0,30 m

ΔH = 0,20 m

N = 3,00 m

$F.S._{FL}$ = 1,50

$F.S._{DQB}$ = 1,50

T_u 5,80 ton/m

T_{adm} 2,58 ton/m

Capa	$(q_0/N)*[(q_R/q_0)-1]$	z (m)	z/B (-)	A_1 (-)	A_2 (-)	A_1B (m)	$A_2\Delta H$ (m)	$A_1B-A_2\Delta H$ (m)	T_N (ton/m)
1	5,63	0,20	0,06	0,35	0,33	1,23	0,07	1,16	2,18
2	5,63	0,40	0,11	0,35	0,33	1,23	0,07	1,16	2,18
2	5,63	0,60	0,17	0,35	0,33	1,23	0,07	1,16	2,18

• RESISTENCIA POR FRICCION DEL GEOSINTETICO

Parametro	Capa		
	1,00	1,00	1,00
2*Tanδ*(LDR)	0,51	0,51	0,51
A_3	0,90	0,90	0,90
$A_3Bq_0(q_R/q_0)$	90,91	90,91	90,91
z (m)	0,20	0,40	0,60
L_0 (m)	2,17	2,17	2,17
X_0 (m)	2,10	2,10	2,10
L_0- X_0 (m)	0,07	0,07	0,07
z + D_f (m)	2,20	2,40	2,60
$\gamma(L-X_0)(z+D_f)$	0,26	0,29	0,31
F_B (ton/m)	46,86	46,87	46,88
$FS_{(P)}$	21,53	21,53	21,54

$\phi_{relleno}$ = 34,00 °

L (m)	4,34	4,34	4,34

0,8	0,8	0,8
0,4	0,4	0,4

ANEXO 2

Registros de Perforación

consultech soluciones geotécnicas

REGISTRO DE PERFORACION SONDEOS MECANICOS

Norma Asociadas: I.N.V. E-108 / I.N.V. E-109 / I.N.V. E-111

ISO 9001:2008
OHSAS 18001:2007
BUREAU VERITAS Certification

PROYECTO :	ES 07-21: ESTUDIO GEOTECNICO - CONSTRUCCION DE TANQUE ELEVADO DE 1000 m^3 CON ESTACIÓN DE BOMBEO EN PLANTA CONCORD
LOCALIZACION :	CARRERA 26 CALLE 13 ESQUENA - CORREGIMIENTO DE CONCORD - MUNICIPIO DE MALAMBO (ATL.)

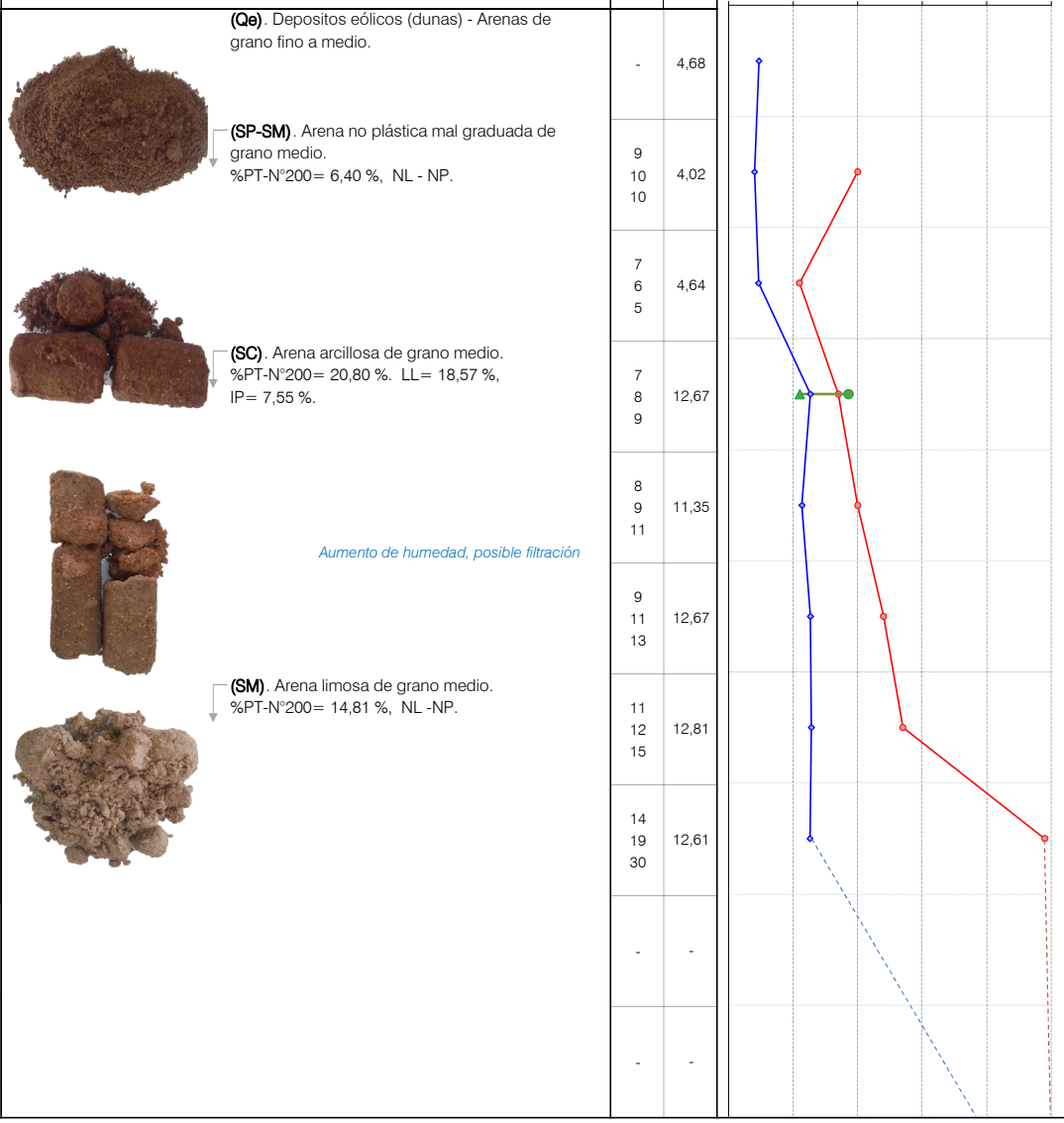
Formato:	ES-R-03
Version:	V.03
Revisó / Aprobó:	M.M.
Vigencia:	2016-06-20

ELEVACION:	-
PROF N.A.F.:	-
PROF TOTAL:	15,00 m
FECHA:	2021-05-11

S1

CONVENCION

PROPIEDADES — Humedad Natural / Numero de Golpes (s.p.t.) / LP / LL



Depth	Description	N (S.P.T.)	W (%)	TOMAMUESTRAS Y BROCAS	RECOBRO (%)	R.Q.D. (%)
0,0	**(Qe)**. Depositos eólicos (dunas) - Arenas de grano fino a medio.	-	4,68	BR		
1,0	**(SP-SM)**. Arena no plástica mal graduada de grano medio. %PT-N°200= 6,40 %, NL - NP.	9 10 10	4,02	SS		
		7 6 5	4,64	SS		
2,0	**(SC)**. Arena arcillosa de grano medio. %PT-N°200= 20,80 %. LL= 18,57 %, IP= 7,55 %.	7 8 9	12,67	SS		
		8 9 11	11,35	SS		
3,0	*Aumento de humedad, posible filtración*	9 11 13	12,67	SS		
	(SM). Arena limosa de grano medio. %PT-N°200= 14,81 %, NL -NP.	11 12 15	12,81	SS		
4,0		14 19 30	12,61	SS		
		-	-	HW		
5,0		-	-			

N:	NUMERO DE GOLPES	Br:	BARRENO MANUAL
W:	HUMEDAD NATURAL	SS:	SPLIT SPOON
LL:	LIMITE LIQUIDO	Sh:	SHELBY
LP:	LIMITE PLASTICO	HW:	CAMISA PERFORACION DIAMETRO HW
RQD:	ROCK QUALITY DESIGNATION	HQ:	BARRENA CORAZONADORA DIAMETRO HQ

METODO PERFORACION: PERCUSION (SPT CONTINUO).

EQUIPO: SPT 3 (MOTOR 8,5HP)

PERFORADOR: OMAR MERCADO - VICTOR GARCIA

VoBo AUTORIZADO: ING. NYRA SUAREZ

REGISTRO DE PERFORACION SONDEOS MECANICOS

Norma Asociadas: I.N.V. E-108 / I.N.V. E-109 / I.N.V. E-111

ISO 9001:2008
OHSAS 18001:2007
BUREAU VERITAS Certification

PROYECTO :	ES 07-21: ESTUDIO GEOTECNICO - CONSTRUCCION DE TANQUE ELEVADO DE 1000 m^3 CON ESTACIÓN DE BOMBEO EN PLANTA CONCORD
LOCALIZACION :	CARRERA 26 CALLE 13 ESQUENA - CORREGIMIENTO DE CONCORD - MUNICIPIO DE MALAMBO (ATL.)

Formato:	ES-R-03
Version:	V.03
Revisó / Aprobó:	M.M.
Vigencia:	20/06/2016

CONVENCION

ELEVACION:	-
PROF N.A.F.:	-
PROF TOTAL:	15,00 m
FECHA:	2021-05-11

S1

DESCRIPCION



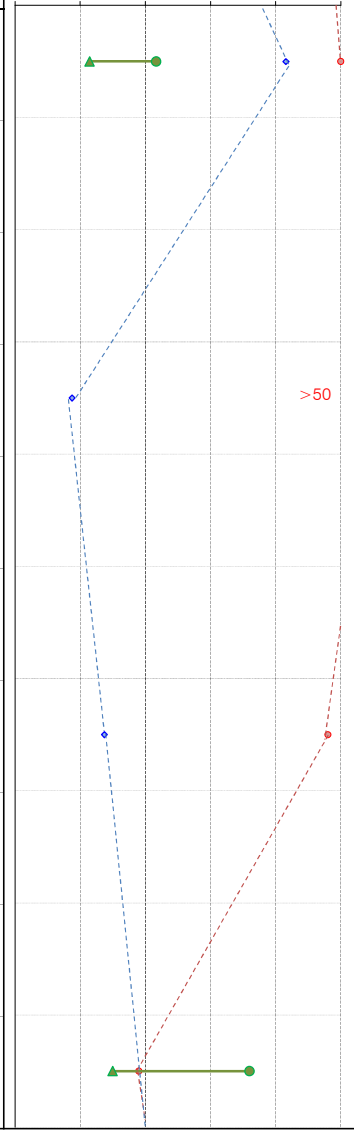
(Qe). Depositos eólicos (dunas) - Arenas de grano fino a medio.

(SC). Arena arcillosa de grano fino. %PT-N°200=45,48 %, LL=21,63 %, IP=10,23 %.

(CL). Arcilla de plasticidad media. %PT-N°200=85,46 %, LL=35,95 %, IP=20,96 %.

Prof.	N (S.P.T.)	W (%)	TOMAMUESTRAS Y BROCAS	RECOBRO (%)	R.Q.D. (%)
5,0	8 20 30	41,58	SS		
	-	-	HW		
6,0	-	-			
	20 28 33	8,72	SS		
7,0	-	-	HW		
	-	-	HW		
8,0	15 21 27	13,69	SS		
	-	-	HW		
9,0	-	-	HW		
	5 9 10	-	SS		
10,0					

PROPIEDADES



N:	NUMERO DE GOLPES	Br:	BARRENO MANUAL
W:	HUMEDAD NATURAL	SS:	SPLIT SPOON
LL:	LIMITE LIQUIDO	Sh:	SHELBY
LP:	LIMITE PLASTICO	HW:	CAMISA PERFORACION DIAMETRO HW
RQD:	ROCK QUALITY DESIGNATION	HQ:	BARRENA CORAZONADORA DIAMETRO HQ

METODO PERFORACION: PERCUSION (SPT CONTINUO).

EQUIPO: SPT 3 (MOTOR 8,5HP)

PERFORADOR: OMAR MERCADO - VICTOR GARCIA

VoBo AUTORIZADO: ING. NYRA SUAREZ

consultech soluciones geotécnicas

REGISTRO DE PERFORACION SONDEOS MECANICOS

Norma Asociadas: I.N.V. E-108 / I.N.V. E-109 / I.N.V. E-111

ISO 9001:2008
OHSAS 18001:2007
BUREAU VERITAS Certification

PROYECTO :	ES 07-21: ESTUDIO GEOTECNICO - CONSTRUCCION DE TANQUE ELEVADO DE 1000 m^3 CON ESTACIÓN DE BOMBEO EN PLANTA CONCORD
LOCALIZACION :	CARRERA 26 CALLE 13 ESQUENA - CORREGIMIENTO DE CONCORD - MUNICIPIO DE MALAMBO (ATL.)

Formato:	ES-R-03
Version:	V.03
Revisó / Aprobó:	M.M.
Vigencia:	20/06/2016

ELEVACION:	-
PROF N.A.F.:	-
PROF TOTAL:	15,00 m
FECHA:	2021-05-11

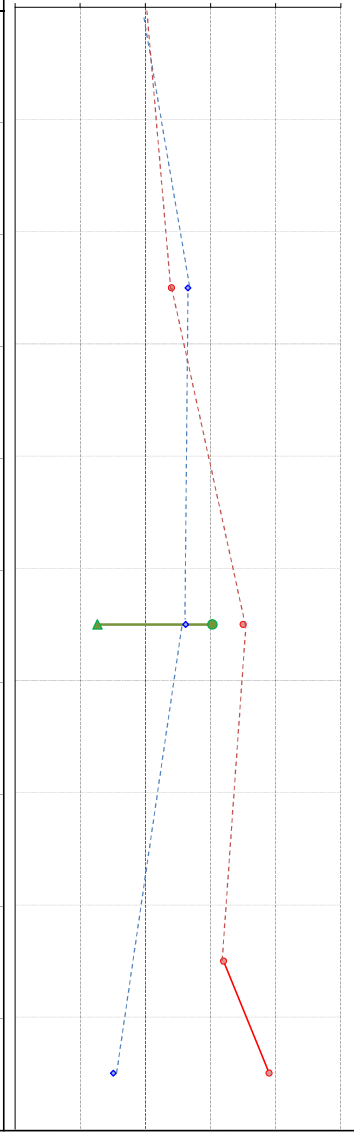
S1





DESCRIPCION	N (S.P.T.)	W (%)	TOMAMUESTRAS Y BROCAS	RECOBRO (%)	R.Q.D. (%)
10,0 **(Qe)**. Depositos eólicos (dunas) - Arenas de grano fino a medio.	-	-	HW		
(CL). Arcilla de plasticidad media. %PT-N°200=85,46 %, LL=35,95 %, IP=20,96 %.	-	-	HW		
11,0	7 11 13	26,53	SS		
	-	-	HW		
12,0	-	-	HW		
(Idem). %PT-N°200= 83,22 %, LL= 30,24 %, IP= 17,63 %.	10 14 21	26,18	SS		
13,0	-	-	HW		
	-	-	HW		
14,0	11 13 19	-	SS		
	9 16 23	15,07	SS		
15,0 **FIN DE PERFORACIÓN**					

PROPIEDADES



N:	NUMERO DE Ggolpes	Br:	BARRENO MANUAL
W:	HUMEDAD NATURAL	SS:	SPLIT SPOON
LL:	LIMITE LIQUIDO	Sh:	SHELBY
LP:	LIMITE PLASTICO	HW:	CAMISA PERFORACION DIAMETRO HW
RQD:	ROCK QUALITY DESIGNATION	HQ:	BARRENA CORAZONADORA DIAMETRO HQ

METODO PERFORACION: PERCUSION (SPT CONTINUO).

EQUIPO: SPT 3 (MOTOR 8,5HP)

PERFORADOR: OMAR MERCADO - VICTOR GARCIA

VoBo AUTORIZADO: ING. NYRA SUAREZ

REGISTRO DE PERFORACION SONDEOS MECANICOS

consultech soluciones geotécnicas

Norma Asociadas: I.N.V. E-108 / I.N.V. E-109 / I.N.V. E-111

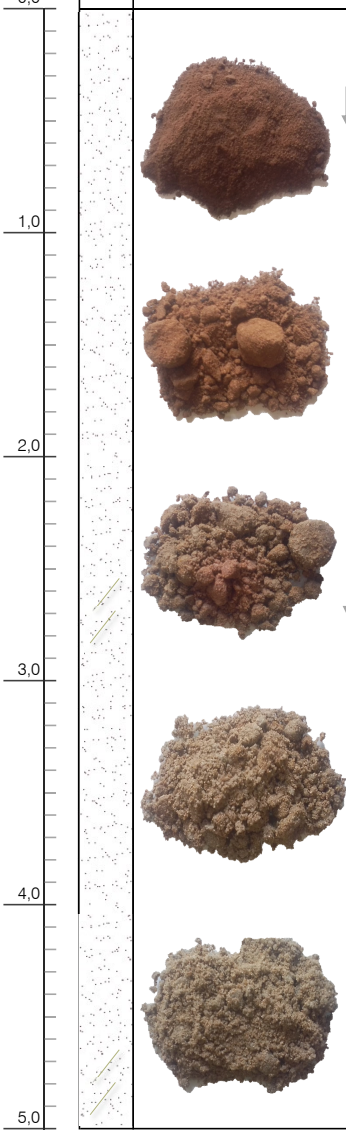
ISO 9001:2008 OHSAS 18001:2007 BUREAU VERITAS Certification

PROYECTO :	ES 07-21: ESTUDIO GEOTECNICO - CONSTRUCCION DE TANQUE ELEVADO DE 1000 m^3 CON ESTACIÓN DE BOMBEO EN PLANTA CONCORD
LOCALIZACION :	CARRERA 26 CALLE 13 ESQUENA - CORREGIMIENTO DE CONCORD - MUNICIPIO DE MALAMBO (ATL.)

Formato:	ES-R-03
Version:	V.03
Revisó / Aprobó:	M.M.
Vigencia:	2016-06-20

ELEVACION:	-
PROF N.A.F.:	-
PROF TOTAL:	15,00 m
FECHA:	2021-05-11

S2



Prof.	N (S.P.T.)	W (%)	TOMAMUESTRAS Y BROCAS	RECOBRO (%)	R.Q.D. (%)
0,0	-	3,20	BR		
	4 6 5	3,92	SS		
1,0	5 7 6	4,05	SS		
	3 4 4	6,11	SS		
2,0	6 7 9	12,36	SS		
	10 11 14	11,27	SS		
3,0	12 17 19	15,10	SS		
	13 18 23	11,42	SS		
4,0	13 19 25	10,05	SS		
	15 21 30	9,61	SS		
5,0					

(Qe). Depositos eólicos (dunas) - Arenas de grano fino a medio.

(SP-SM). Arena no plástica mal graduada de grano medio.
%PT-N°200= 3,76 %, NL - NP.

(SC). Arena arcillosa de grano medio.
%PT-N°200= 20,94 %. LL= 19,02 %, IP= 7,78 %.

Aumento de humedad, posible filtración

PROPIEDADES

Humedad Natural
Numero de Golpes (s.p.t.)
LP ▲ LL ●

0 10 20 30 40 50

>50

N:	NUMERO DE GOLPES
W:	HUMEDAD NATURAL
LL:	LIMITE LIQUIDO
LP:	LIMITE PLASTICO
RQD:	ROCK QUALITY DESIGNATION
Br:	BARRENO MANUAL
SS:	SPLIT SPOON
Sh:	SHELBY
HW:	CAMISA PERFORACION DIAMETRO HW
HQ:	BARRENA CORAZONADORA DIAMETRO HQ

METODO PERFORACION: PERCUSION (SPT CONTINUO).

EQUIPO: SPT 3 (MOTOR 8,5HP)

PERFORADOR: OMAR MERCADO - VICTOR GARCIA

VoBo AUTORIZADO: ING. NYRA SUAREZ

REGISTRO DE PERFORACION SONDEOS MECANICOS

Norma Asociadas: I.N.V. E-108 / I.N.V. E-109 / I.N.V. E-111

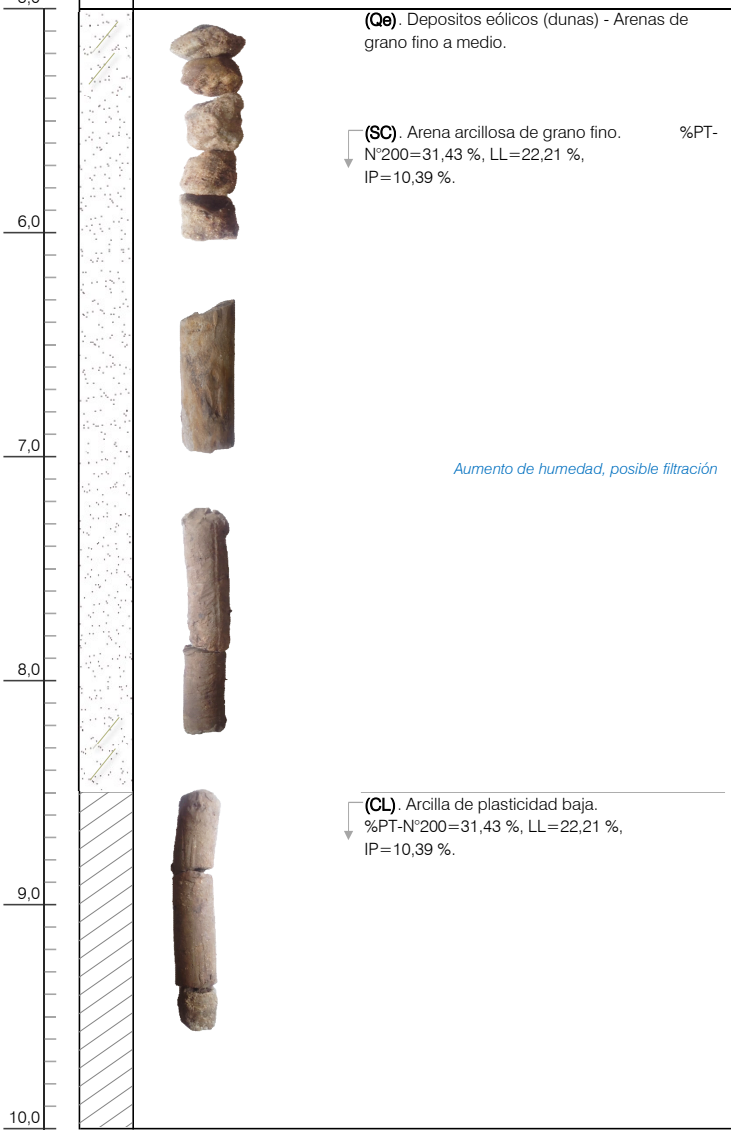
ISO 9001:2008
OHSAS 18001:2007
BUREAU VERITAS Certification

PROYECTO :	ES 07-21: ESTUDIO GEOTECNICO - CONSTRUCCION DE TANQUE ELEVADO DE 1000 m^3 CON ESTACIÓN DE BOMBEO EN PLANTA CONCORD
LOCALIZACION :	CARRERA 26 CALLE 13 ESQUENA - CORREGIMIENTO DE CONCORD - MUNICIPIO DE MALAMBO (ATL.)

Formato:	ES-R-03
Version:	V.03
Revisó / Aprobó:	M.M.
Vigencia:	20/06/2016

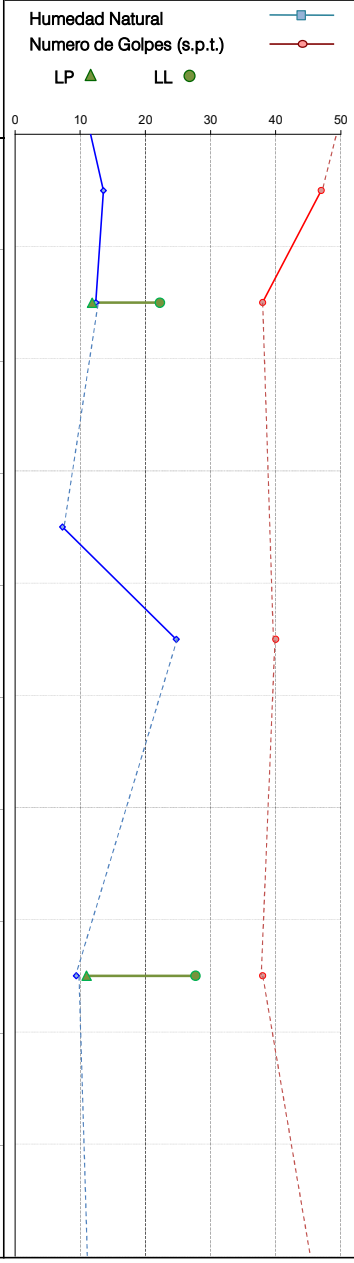
ELEVACION:	-
PROF N.A.F.:	-
PROF TOTAL:	15,00 m
FECHA:	2021-05-11

S2



DESCRIPCION	N (S.P.T.)	W (%)	TOMAMUESTRAS Y BROCAS	RECOBRO (%)	R.Q.D. (%)
(Qe). Depositos eólicos (dunas) - Arenas de grano fino a medio.	12 18 29	13,54	SS		
(SC). Arena arcillosa de grano fino. %PT-N°200=31,43 %, LL=22,21 %, IP=10,39 %.	14 13 25	12,37	SS		
	-	-	HW		
	-	-	HW		
Aumento de humedad, posible filtración	10 17 23	24,71	SS		
	-	-	HW		
	-	-	HW		
(CL). Arcilla de plasticidad baja. %PT-N°200=31,43 %, LL=22,21 %, IP=10,39 %.	13 18 20	9,40	SS		
	-	-	HW		
	-	-	HW		

PROPIEDADES



N:	NUMERO DE GOLPES	Br:	BARRENO MANUAL
W:	HUMEDAD NATURAL	SS:	SPLIT SPOON
LL:	LIMITE LIQUIDO	Sh:	SHELBY
LP:	LIMITE PLASTICO	HW:	CAMISA PERFORACION DIAMETRO HW
RQD:	ROCK QUALITY DESIGNATION	HQ:	BARRENA CORAZONADORA DIAMETRO HQ

METODO PERFORACION: PERCUSION (SPT CONTINUO).

EQUIPO: SPT 3 (MOTOR 8,5HP)

PERFORADOR: OMAR MERCADO - VICTOR GARCIA

VoBo AUTORIZADO: ING. NYRA SUAREZ

CONSULTECH soluciones geotécnicas

REGISTRO DE PERFORACION SONDEOS MECANICOS

Norma Asociadas: I.N.V. E-108 / I.N.V. E-109 / I.N.V. E-111

ISO 9001:2008
OHSAS 18001:2007
BUREAU VERITAS Certification

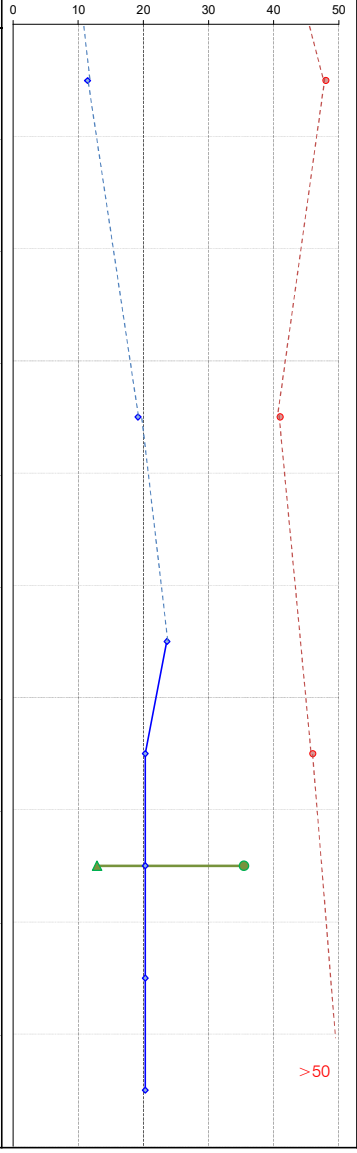
PROYECTO :	ES 07-21: ESTUDIO GEOTECNICO - CONSTRUCCION DE TANQUE ELEVADO DE 1000 m^3 CON ESTACIÓN DE BOMBEO EN PLANTA CONCORD
LOCALIZACION :	CARRERA 26 CALLE 13 ESQUENA - CORREGIMIENTO DE CONCORD - MUNICIPIO DE MALAMBO (ATL.)

Formato:	ES-R-03
Version:	V.03
Revisó / Aprobó:	M.M.
Vigencia:	20/06/2016

ELEVACION:	-
PROF N.A.F.:	-
PROF TOTAL:	15,00 m
FECHA:	2021-05-11

S2

PROPIEDADES: Humedad Natural / Numero de Golpes (s.p.t.) — LP ▲ LL ●



Prof.	CONVENCION	DESCRIPCION	N (S.P.T.)	W (%)	TOMAMUESTRAS Y BROCAS	RECOBRO (%)	R.Q.D. (%)
10,0		**(Qe)**. Depositos eólicos (dunas) - Arenas de grano fino a medio.	17 23 25	11,42	SS		
		(CL). Arcilla de plasticidad baja. %PT-N°200=31,43 %, LL=22,21 %, IP=10,39 %.	-	-	HW		
11,0			-	-	HW		
			13 18 23	19,16	SS		
12,0			-	-	HW		
			-	23,60	HW		
13,0		**(CL)**. Arcilla de plasticidad media. %PT-N°200= 91,20 %, LL= 35,42 %, IP= 22,55 %.	14 19 27	20,29	SS		
			-	20,29	HW		
14,0			-	20,29	HW		
			16 25 32	20,29	SS		
15,0		**FIN DE PERFORACIÓN**					

N:	NUMERO DE GOLPES	Br:	BARRENO MANUAL
W:	HUMEDAD NATURAL	SS:	SPLIT SPOON
LL:	LIMITE LIQUIDO	Sh:	SHELBY
LP:	LIMITE PLASTICO	HW:	CAMISA PERFORACION DIAMETRO HW
RQD:	ROCK QUALITY DESIGNATION	HQ:	BARRENA CORAZONADORA DIAMETRO HQ

METODO PERFORACION: PERCUSION (SPT CONTINUO).

EQUIPO: SPT 3 (MOTOR 8,5HP)

PERFORADOR: OMAR MERCADO - VICTOR GARCIA

VoBo AUTORIZADO: ING. NYRA SUAREZ

REGISTRO DE PERFORACION SONDEOS MECANICOS

Norma Asociadas: I.N.V. E-108 / I.N.V. E-109 / I.N.V. E-111

ISO 9001:2008
OHSAS 18001:2007
BUREAU VERITAS Certification

PROYECTO :	ES 07-21: ESTUDIO GEOTECNICO - CONSTRUCCION DE TANQUE ELEVADO DE 1000 m^3 CON ESTACIÓN DE BOMBEO EN PLANTA CONCORD
LOCALIZACION :	CARRERA 26 CALLE 13 ESQUENA - CORREGIMIENTO DE CONCORD - MUNICIPIO DE MALAMBO (ATL.)

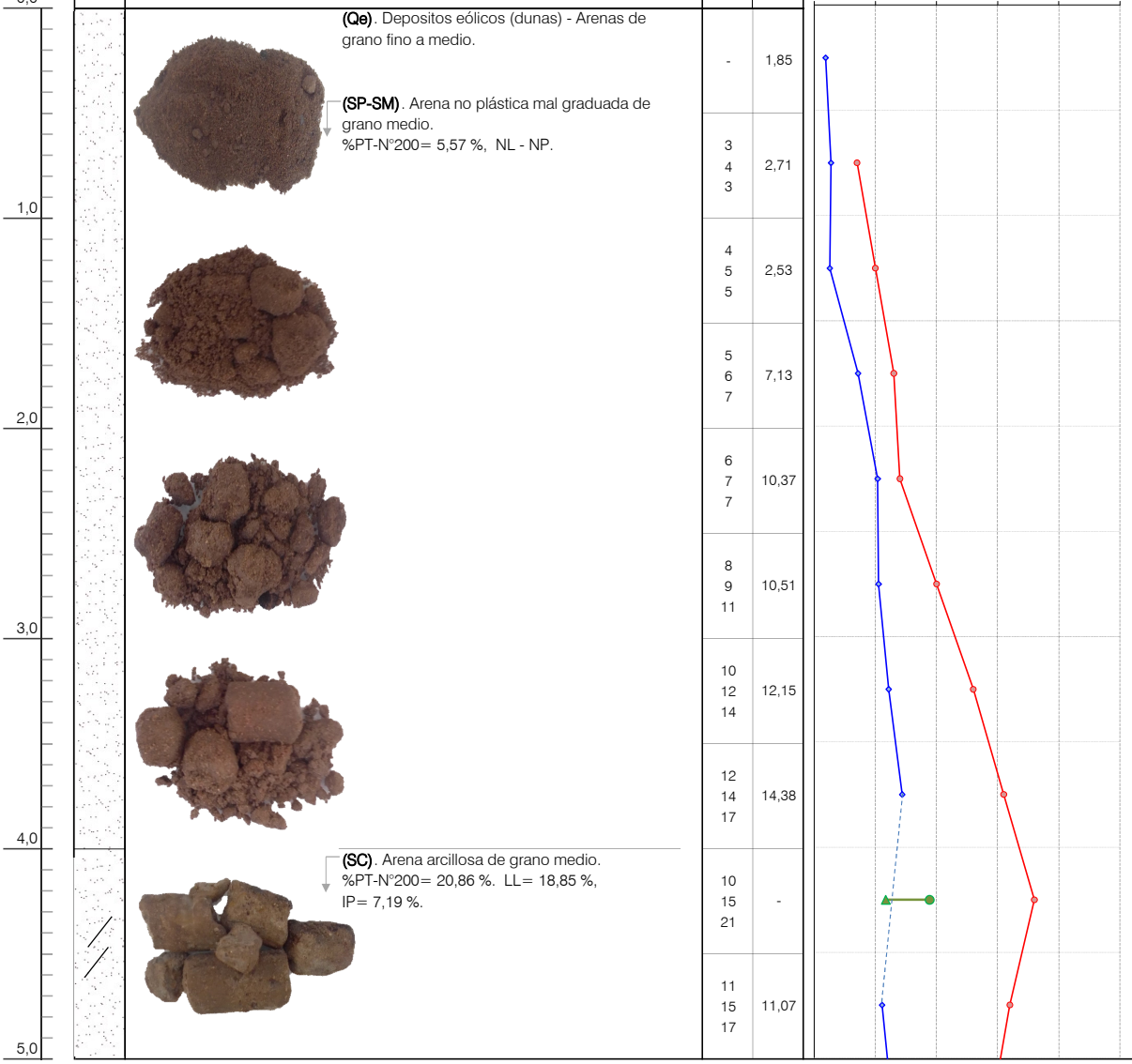
Formato:	ES-R-03
Version:	V.03
Revisó / Aprobó:	M.M.
Vigencia:	2016-06-20

ELEVACION:	-
PROF N.A.F.:	-
PROF TOTAL:	15,00 m
FECHA:	2021-05-13

S3

CONVENCION

PROPIEDADES — Humedad Natural / Numero de Golpes (s.p.t.) / LP ▲ LL ●



Prof.	N (S.P.T.)	W (%)	TOMAMUESTRAS Y BROCAS	RECOBRO (%)	R.Q.D. (%)
0,0 – 0,5	-	1,85	BR		
0,5 – 1,0	3 4 3	2,71	SS		
1,0 – 1,5	4 5 5	2,53	SS		
1,5 – 2,0	5 6 7	7,13	SS		
2,0 – 2,5	6 7 7	10,37	SS		
2,5 – 3,0	8 9 11	10,51	SS		
3,0 – 3,5	10 12 14	12,15	SS		
3,5 – 4,0	12 14 17	14,38	SS		
4,0 – 4,5	10 15 21	-	SS		
4,5 – 5,0	11 15 17	11,07	SS		

(Qe). Depositos eólicos (dunas) - Arenas de grano fino a medio.

(SP-SM). Arena no plástica mal graduada de grano medio.
%PT-N°200= 5,57 %, NL - NP.

(SC). Arena arcillosa de grano medio.
%PT-N°200= 20,86 %. LL= 18,85 %, IP= 7,19 %.

N:	NUMERO DE GOLPES	Br:	BARRENO MANUAL
W:	HUMEDAD NATURAL	SS:	SPLIT SPOON
LL:	LIMITE LIQUIDO	Sh:	SHELBY
LP:	LIMITE PLASTICO	HW:	CAMISA PERFORACION DIAMETRO HW
RQD:	ROCK QUALITY DESIGNATION	HQ:	BARRENA CORAZONADORA DIAMETRO HQ

METODO PERFORACION: PERCUSION (SPT CONTINUO).

EQUIPO: SPT 3 (MOTOR 8,5HP)

PERFORADOR: OMAR MERCADO - VICTOR GARCIA

VoBo AUTORIZADO: ING. NYRA SUAREZ

REGISTRO DE PERFORACION SONDEOS MECANICOS

Norma Asociadas: I.N.V. E-108 / I.N.V. E-109 / I.N.V. E-111

ISO 9001:2008
OHSAS 18001:2007
BUREAU VERITAS Certification

PROYECTO :	ES 07-21: ESTUDIO GEOTECNICO - CONSTRUCCION DE TANQUE ELEVADO DE 1000 m^3 CON ESTACIÓN DE BOMBEO EN PLANTA CONCORD
LOCALIZACION :	CARRERA 26 CALLE 13 ESQUENA - CORREGIMIENTO DE CONCORD - MUNICIPIO DE MALAMBO (ATL.)

Formato:	ES-R-03
Version:	V.03
Revisó / Aprobó:	M.M.
Vigencia:	20/06/2016

ELEVACION:	-
PROF N.A.F.:	-
PROF TOTAL:	15,00 m
FECHA:	2021-05-13

S3

CONVENCION

DESCRIPCION



(Qe). Depositos eólicos (dunas) - Arenas de grano fino a medio.



(SC). Arena arcillosa de grano fino. %PT-N°200=40,53 %, LL=23,48 %, IP=13,24 %.

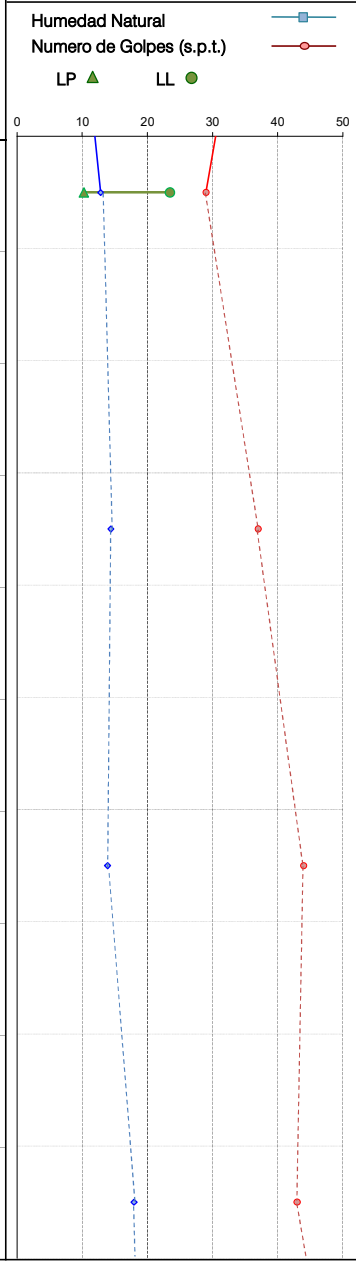




(CL). Arcilla de plasticidad media. %PT-N°200= 82,37 %, LL= 37,31 %, IP= 20,11 %.

Depth	N (S.P.T.)	W (%)	TOMAMUESTRAS Y BROCAS	RECOBRO (%)	R.Q.D. (%)
5,0	9 13 16	12,80	SS		
6,0	-	-	HW		
	-	-	HW		
7,0	10 16 21	14,38	SS		
	-	-	HW		
8,0	-	-	HW		
	12 17 27	13,87	SS		
9,0	-	-	HW		
	-	-	HW		
10,0	15 18 25	-	SS		

PROPIEDADES



N:	NUMERO DE GOLPES	Br:	BARRENO MANUAL
W:	HUMEDAD NATURAL	SS:	SPLIT SPOON
LL:	LIMITE LIQUIDO	Sh:	SHELBY
LP:	LIMITE PLASTICO	HW:	CAMISA PERFORACION DIAMETRO HW
RQD:	ROCK QUALITY DESIGNATION	HQ:	BARRENA CORAZONADORA DIAMETRO HQ

METODO PERFORACION: PERCUSION (SPT CONTINUO).

EQUIPO: SPT 3 (MOTOR 8,5HP)

PERFORADOR: OMAR MERCADO - VICTOR GARCIA

VoBo AUTORIZADO: ING. NYRA SUAREZ

CONSULTECH soluciones geotécnicas

REGISTRO DE PERFORACION SONDEOS MECANICOS

Norma Asociadas: I.N.V. E-108 / I.N.V. E-109 / I.N.V. E-111

ISO 9001:2008
OHSAS 18001:2007
BUREAU VERITAS Certification

PROYECTO :	ES 07-21: ESTUDIO GEOTECNICO - CONSTRUCCION DE TANQUE ELEVADO DE 1000 m^3 CON ESTACIÓN DE BOMBEO EN PLANTA CONCORD
LOCALIZACION :	CARRERA 26 CALLE 13 ESQUENA - CORREGIMIENTO DE CONCORD - MUNICIPIO DE MALAMBO (ATL.)

Formato:	ES-R-03
Version:	V.03
Revisó / Aprobó:	M.M.
Vigencia:	20/06/2016

ELEVACION:	-
PROF N.A.F.:	-
PROF TOTAL:	15,00 m
FECHA:	2021-05-13

S3

CONVENCION

DESCRIPCION



(Qe). Depositos eólicos (dunas) - Arenas de grano fino a medio.

(CL). Arcilla de plasticidad media. %PT-N°200= 82,37 %, LL= 37,31 %, IP= 20,11 %.





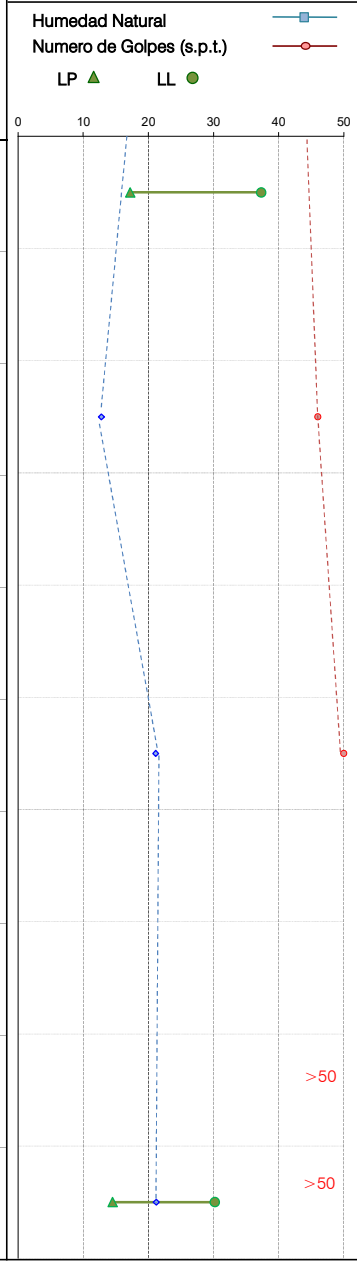


(Idem). %PT-N°200= 76,73 %, LL= 30,20 %, IP= 15,70 %.

FIN DE PERFORACIÓN

Prof.	N (S.P.T.)	W (%)	TOMAMUESTRAS Y BROCAS	RECOBRO (%)	R.Q.D. (%)
10,0	-	-	HW		
	-	-	HW		
11,0	15 19 27	12,77	SS		
	-	-	HW		
12,0	-	-	HW		
	17 21 29	21,09	SS		
13,0	-	-	HW		
	-	-	HW		
14,0	19 23 31	-	SS		
	18 22 30	21,18	SS		
15,0					

PROPIEDADES



N:	NUMERO DE GOLPES	Br:	BARRENO MANUAL
W:	HUMEDAD NATURAL	SS:	SPLIT SPOON
LL:	LIMITE LIQUIDO	Sh:	SHELBY
LP:	LIMITE PLASTICO	HW:	CAMISA PERFORACION DIAMETRO HW
RQD:	ROCK QUALITY DESIGNATION	HQ:	BARRENA CORAZONADORA DIAMETRO HQ

METODO PERFORACION: PERCUSION (SPT CONTINUO).

EQUIPO: SPT 3 (MOTOR 8,5HP)

PERFORADOR: OMAR MERCADO - VICTOR GARCIA

VoBo AUTORIZADO: ING. NYRA SUAREZ

ANEXO 3

Ensayos de Laboratorio

PRACTICA ESTANDAR DE CLASIFICACION DE SUELOS PARA PROPOSITOS DE INGENIERIA (S.U.C.S. Y METODO ASSHTO)

Normas Asociadas: INV E-123-13 / E-125-13 / E-126-13 / E-181-13. ASTM D2487

ISO 9001:2008
OHSAS 18001:2007
BUREAU VERITAS Certification

PROYECTO:	ES 07-21: ESTUDIO GEOTECNICO - TANQUE ELEVADO DE 1000 M3 CON ESTACION DE BOMBEO EN PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE CONCORD
LOCALIZACION:	MUNICIPIO DE MALAMBO - SECTOR DE CONCORD (ATL.)

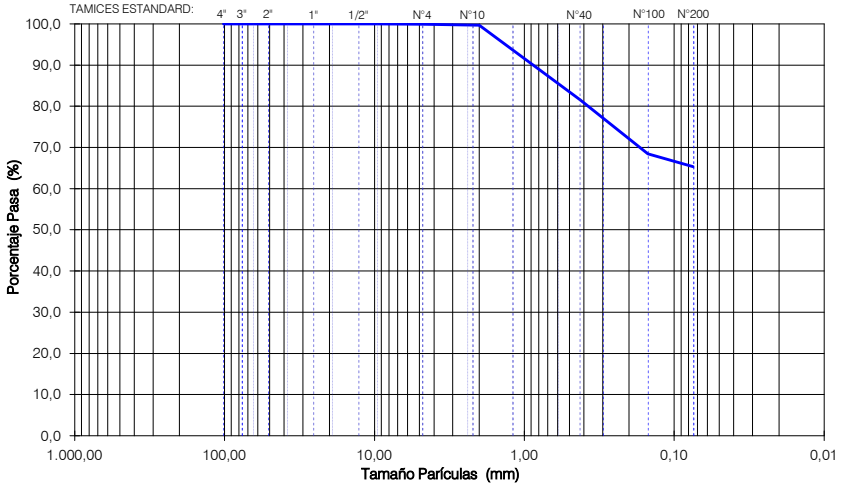
MATERIAL	ARCILLA DE PLASTICIDAD BAJA				
SONDEO:	S2	PROFUNDIDAD:	8,50 - 9,00 m	FECHA:	2021-05-24

Formato:	LAB-R-03
Versión:	V.02
Revisó / Aprobó:	M.M
Fecha Vigencia:	2016-06-20

▪ ANALISIS GRANULOMETRICO

Peso Muestra: 448,10 g

Tamiz (Nº)	Tamiz (mm)	Peso Retenido	% Retenido	% Pasa
4	101,600	-	0,00	100,00
3	76,100	-	0,00	100,00
2½	64,000	-	0,00	100,00
2	50,800	-	0,00	100,00
1½	38,100	-	0,00	100,00
1	25,000	-	0,00	100,00
3/4	19,000	-	0,00	100,00
1/2	12,700	-	0,00	100,00
3/8	9,500	-	0,00	100,00
No 4	4,750	0,20	0,04	99,96
No 10	2,000	1,10	0,25	99,71
No 40	0,425	81,30	18,14	81,57
No 100	0,150	58,70	13,10	68,47
No 200	0,075	14,00	3,12	65,34



Curva Granulometrica

Tamaño Máximo: - mm

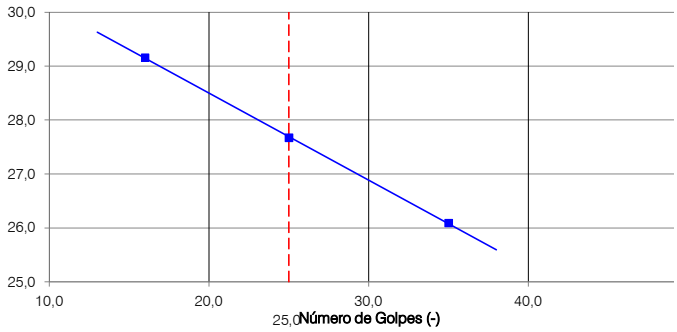
Modulo Finura General: - D_{10} = -

Modulo Finura Gravas: - D_{30} = - C_u = -

Modulo Finura Arenas: - D_{60} = - C_c = -

▪ LIMITES DE ATTERBERG

Límite Líquido		1	2	3
Peso suelo húmedo+tara	g	33,05	33,91	35,73
Peso suelo seco+tara	g	29,75	30,18	31,75
Peso de tara	g	17,10	16,70	18,10
Humedad Natural	%	**26,09**	**27,67**	**29,16**
Número de golpes	-	**35**	**25**	**16**



Límite Plástico		1	2
Peso suelo húmedo+tara	g	15,64	15,52
Peso suelo seco+tara	g	14,61	14,47
Peso de tara	g	5,10	5,00
Humedad Natural	%	**10,83**	**11,09**

Límite Líquido: 27,69 %

Límite Plastico: 10,96 %

Indice de Plasticidad: 16,73 %

CLASIFICACION S.U.C.S.: CL

CLASIFICACION AASTHO.: A-6 G (8)

▪ OBSERVACIONES GENERALES:

	Nombre	Firma
DIGITO:	ALEJANDRO MANTILLA	
Vo.Bo.:	ING. NYRA SUAREZ CH.	

CONSULTECH S.A.S
Calle 73B # 41 - 56. Tels: + (57) (5) 3223281 / 3049802. Barranquilla (COL)
mmorales@consultechsas.com. www.consultechsas.com

PRACTICA ESTANDAR DE CLASIFICACION DE SUELOS PARA PROPOSITOS DE INGENIERIA (S.U.C.S. Y METODO ASSHTO)

Normas Asociadas: INV E-123-13 / E-125-13 / E-126-13 / E-181-13. ASTM D2487

ISO 9001:2008
OHSAS 18001:2007
BUREAU VERITAS Certification

PROYECTO:	ES 07-21: ESTUDIO GEOTECNICO - TANQUE ELEVADO DE 1000 M3 CON ESTACION DE BOMBEO EN PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE CONCORD
LOCALIZACION:	MUNICIPIO DE MALAMBO - SECTOR DE CONCORD (ATL.)

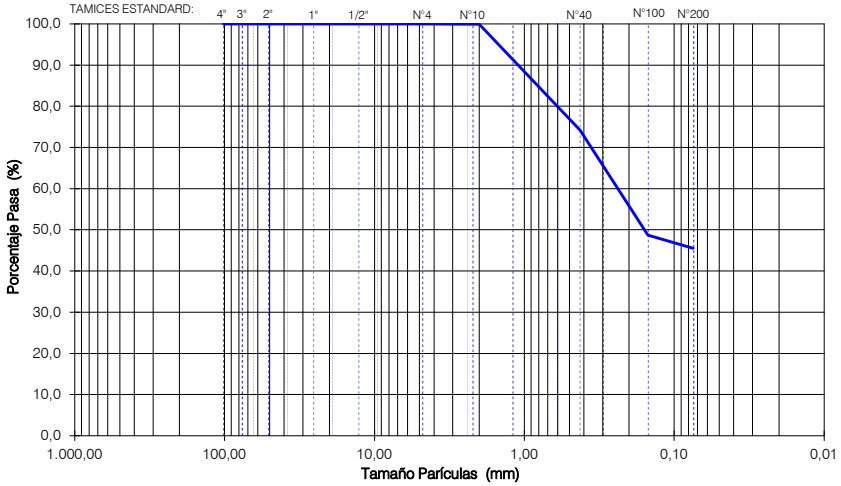
MATERIAL	ARENA ARCILLOSA DE GRANO FINO				
SONDEO:	S1	PROFUNDIDAD:	5,00 - 5,50 m	FECHA:	2021-05-15

Formato:	LAB-R-03
Versión:	V.02
Revisó / Aprobó:	M.M
Fecha Vigencia:	2016-06-20

▪ ANALISIS GRANULOMETRICO

Peso Muestra: 391,80 g

Tamiz (Nº)	Tamiz (mm)	Peso Retenido	% Retenido	% Pasa
4	101,600	-	0,00	100,00
3	76,100	-	0,00	100,00
2½	64,000	-	0,00	100,00
2	50,800	-	0,00	100,00
1½	38,100	-	0,00	100,00
1	25,000	-	0,00	100,00
3/4	19,000	-	0,00	100,00
1/2	12,700	-	0,00	100,00
3/8	9,500	-	0,00	100,00
No 4	4,750	-	0,00	100,00
No 10	2,000	0,20	0,05	99,95
No 40	0,425	101,00	25,78	74,17
No 100	0,150	99,70	25,45	48,72
No 200	0,075	12,70	3,24	45,48



Curva Granulometrica -------

Tamaño Máximo: - mm

Modulo Finura General: 0,26%

Modulo Finura Gravas: 0,00%

Modulo Finura Arenas: 0,26%

D_{10} = -

D_{30} = -

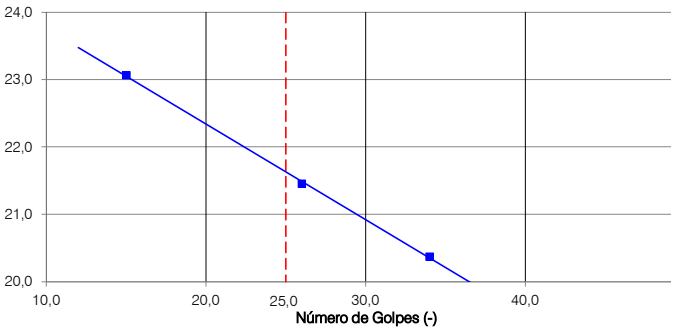
D_{60} = -

C_u = -

C_c = -

▪ LIMITES DE ATTERBERG

Límite Líquido		1	2	3
Peso suelo húmedo+tara	g	32,42	32,71	34,02
Peso suelo seco+tara	g	29,37	29,97	30,98
Peso de tara	g	14,40	17,20	17,80
Humedad Natural	%	**20,37**	**21,46**	**23,07**
Número de golpes	-	**34**	**26**	**15**



Límite Plástico		1	2
Peso suelo húmedo+tara	g	16,13	15,86
Peso suelo seco+tara	g	15,03	14,73
Peso de tara	g	5,20	5,00
Humedad Natural	%	**11,19**	**11,61**

Límite Líquido: 21,63 %

Límite Plastico: 11,40 %

Indice de Plasticidad: 10,23 %

CLASIFICACION S.U.C.S.: SC

CLASIFICACION AASTHO.: A-4 G (1)

▪ OBSERVACIONES GENERALES:

	Nombre	Firma
DIGITO:	ALEJANDRO MANTILLA	
Vo.Bo.:	ING. NYRA SUAREZ CH.	

CONSULTECH S.A.S
Calle 73B # 41 - 56. Tels: + (57) (5) 3223281 / 3049802. Barranquilla (COL)
mmorales@consultechsas.com. www.consultechsas.com

CONSULTECH soluciones geotécnicas

PRACTICA ESTANDAR DE CLASIFICACION DE SUELOS PARA PROPOSITOS DE INGENIERIA (S.U.C.S. Y METODO ASSHTO)

Normas Asociadas: INV E-123-13 / E-125-13 / E-126-13 / E-181-13. ASTM D2487

ISO 9001:2008
OHSAS 18001:2007
BUREAU VERITAS Certification

PROYECTO:	ES 07-21: ESTUDIO GEOTECNICO - TANQUE ELEVADO DE 1000 M3 CON ESTACION DE BOMBEO EN PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE CONCORD
LOCALIZACION:	MUNICIPIO DE MALAMBO - SECTOR DE CONCORD (ATL.)

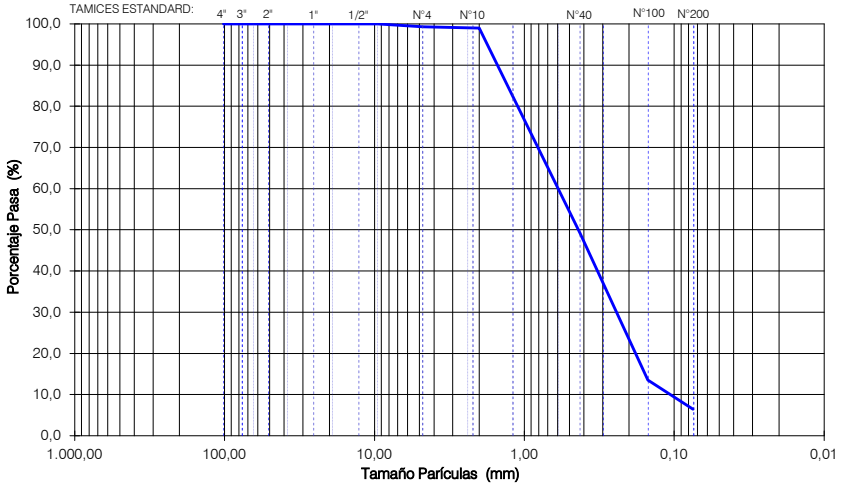
MATERIAL	ARENA NO PLASTICA DE GRANO MEDIO				
SONDEO:	S1	PROFUNDIDAD:	0,50 - 1,00 m	FECHA:	2021-05-15

Formato:	LAB-R-03
Versión:	V.02
Revisó / Aprobó:	M.M
Fecha Vigencia:	2016-06-20

▪ ANALISIS GRANULOMETRICO

Peso Muestra: 347,00 g

Tamiz (Nº)	Tamiz (mm)	Peso Retenido	% Retenido	% Pasa
4	101,600	-	0,00	100,00
3	76,100	-	0,00	100,00
2½	64,000	-	0,00	100,00
2	50,800	-	0,00	100,00
1½	38,100	-	0,00	100,00
1	25,000	-	0,00	100,00
3/4	19,000	-	0,00	100,00
1/2	12,700	-	0,00	100,00
3/8	9,500	-	0,00	100,00
No 4	4,750	2,50	0,72	99,28
No 10	2,000	0,80	0,23	99,05
No 40	0,425	173,00	49,86	49,19
No 100	0,150	123,90	35,71	13,49
No 200	0,075	24,60	7,09	6,40



Curva Granulometrica -------

Tamaño Máximo: - mm

Modulo Finura General: 0,38%

Modulo Finura Gravas: 0,00%

Modulo Finura Arenas: 0,38%

D_{10} = 0,11

D_{30} = 0,25

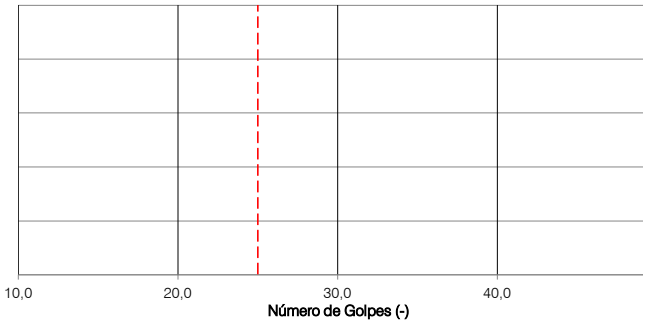
D_{60} = 0,60

C_u = 5,45

C_c = 0,95

▪ LIMITES DE ATTERBERG

Límite Líquido		1	2	3
Peso suelo húmedo+tara	g	-	-	-
Peso suelo seco+tara	g	-	-	-
Peso de tara	g	-	-	-
Humedad Natural	%	-	-	-
Número de golpes	-	-	-	-



Límite Plástico		1	2
Peso suelo húmedo+tara	g	-	-
Peso suelo seco+tara	g	-	-
Peso de tara	g	-	-
Humedad Natural	%	-	-

Límite Líquido: NL %

Límite Plastico: NP %

Indice de Plasticidad: NL-NP %

CLASIFICACION S.U.C.S.: SP-SM

CLASIFICACION AASTHO.: A-2-4 G (-)

▪ OBSERVACIONES GENERALES:

	Nombre	Firma
DIGITO:	ALEJANDRO MANTILLA	
Vo.Bo.:	ING. NYRA SUAREZ CH.	

CONSULTECH S.A.S
Calle 73B # 41 - 56. Tels: + (57) (5) 3223281 / 3049802. Barranquilla (COL)
mmorales@consultechsas.com. www.consultechsas.com

CONSULTECH soluciones geotécnicas

PRACTICA ESTANDAR DE CLASIFICACION DE SUELOS PARA PROPOSITOS DE INGENIERIA (S.U.C.S. Y METODO ASSHTO)

Normas Asociadas: INV E-123-13 / E-125-13 / E-126-13 / E-181-13. ASTM D2487

ISO 9001:2008
OHSAS 18001:2007
BUREAU VERITAS Certification

PROYECTO:	ES 07-21: ESTUDIO GEOTECNICO - TANQUE ELEVADO DE 1000 M3 CON ESTACION DE BOMBEO EN PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE CONCORD
LOCALIZACION:	MUNICIPIO DE MALAMBO - SECTOR DE CONCORD (ATL.)

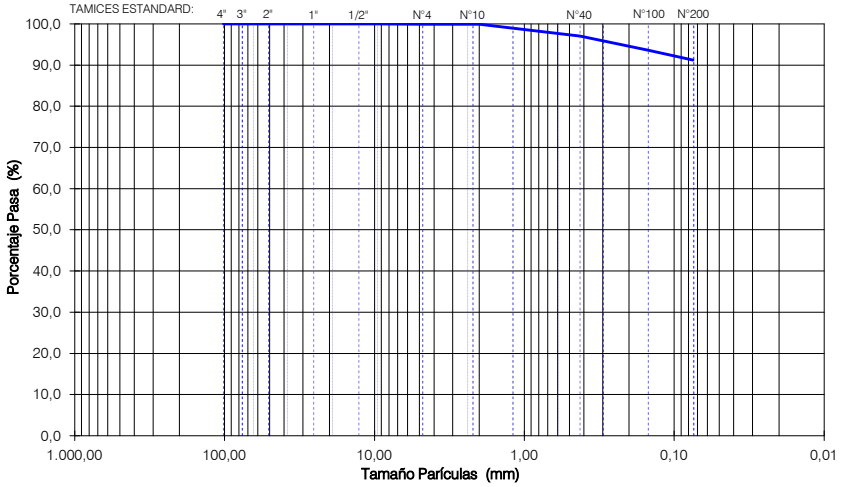
MATERIAL	ARCILLA DE PLASTICIDAD MEDIA				
SONDEO:	S2	PROFUNDIDAD:	13,50 - 15,00 m	FECHA:	2021-05-24

Formato:	LAB-R-03
Versión:	V.02
Revisó / Aprobó:	M.M
Fecha Vigencia:	2016-06-20

▪ ANALISIS GRANULOMETRICO

Peso Muestra: 431,90 g

Tamiz (Nº)	Tamiz (mm)	Peso Retenido	% Retenido	% Pasa
4	101,600	-	0,00	100,00
3	76,100	-	0,00	100,00
2½	64,000	-	0,00	100,00
2	50,800	-	0,00	100,00
1½	38,100	-	0,00	100,00
1	25,000	-	0,00	100,00
3/4	19,000	-	0,00	100,00
1/2	12,700	-	0,00	100,00
3/8	9,500	-	0,00	100,00
No 4	4,750	0,20	0,05	99,95
No 10	2,000	0,30	0,07	99,88
No 40	0,425	12,20	2,82	97,06
No 100	0,150	14,80	3,43	93,63
No 200	0,075	10,50	2,43	91,20



Curva Granulometrica

Tamaño Máximo: - mm

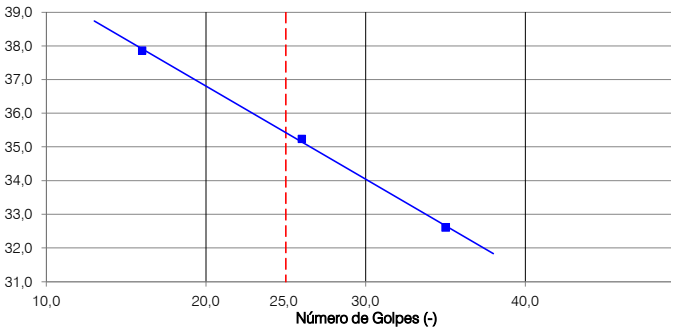
Modulo Finura General: - D_{10} = -

Modulo Finura Gravas: - D_{30} = - C_u = -

Modulo Finura Arenas: - D_{60} = - C_c = -

▪ LIMITES DE ATTERBERG

Límite Líquido		1	2	3
Peso suelo húmedo+tara	g	34,13	33,45	32,35
Peso suelo seco+tara	g	30,04	29,32	27,42
Peso de tara	g	17,50	17,60	14,40
Humedad Natural	%	**32,62**	**35,24**	**37,86**
Número de golpes	-	**35**	**26**	**16**



Límite Plástico		1	2
Peso suelo húmedo+tara	g	15,40	15,48
Peso suelo seco+tara	g	14,22	14,29
Peso de tara	g	5,10	5,00
Humedad Natural	%	**12,94**	**12,81**

Límite Líquido: 35,42 %

Límite Plastico: 12,87 %

Indice de Plasticidad: 22,55 %

CLASIFICACION S.U.C.S.: CL

CLASIFICACION AASTHO.: A-6 G (20)

▪ OBSERVACIONES GENERALES:

	Nombre	Firma
DIGITO:	ALEJANDRO MANTILLA	
Vo.Bo.:	ING. NYRA SUAREZ CH.	

CONSULTECH S.A.S
Calle 73B # 41 - 56. Tels: + (57) (5) 3223281 / 3049802. Barranquilla (COL)
mmorales@consultechsas.com. www.consultechsas.com

CONSULTECH soluciones geotécnicas

PRACTICA ESTANDAR DE CLASIFICACION DE SUELOS PARA PROPOSITOS DE INGENIERIA (S.U.C.S. Y METODO ASSHTO)

Normas Asociadas: INV E-123-13 / E-125-13 / E-126-13 / E-181-13. ASTM D2487

ISO 9001:2008
OHSAS 18001:2007
BUREAU VERITAS Certification

PROYECTO:	ES 07-21: ESTUDIO GEOTECNICO - TANQUE ELEVADO DE 1000 M3 CON ESTACION DE BOMBEO EN PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE CONCORD
LOCALIZACION:	MUNICIPIO DE MALAMBO - SECTOR DE CONCORD (ATL.)

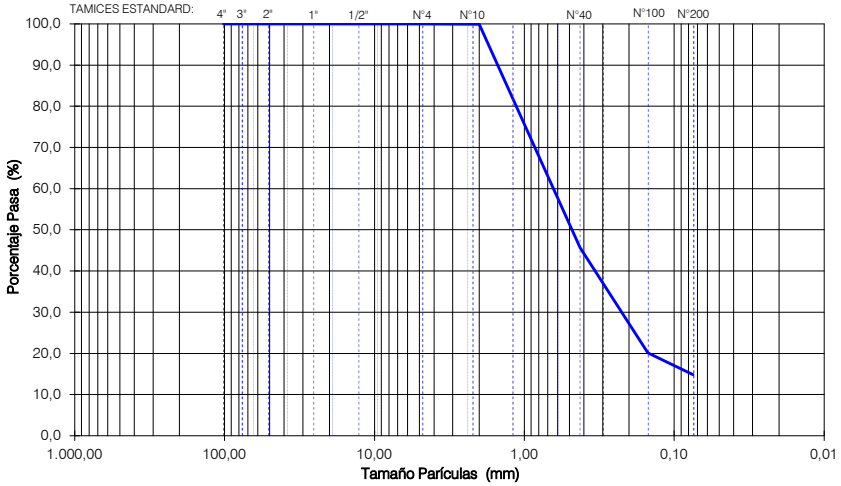
MATERIAL	ARENA NO PLASTICA DE GRANO MEDIO				
SONDEO:	S1	PROFUNDIDAD:	3,00 - 3,50 m	FECHA:	2021-05-15

Formato:	LAB-R-03
Versión:	V.02
Revisó / Aprobó:	M.M
Fecha Vigencia:	2016-06-20

▪ ANALISIS GRANULOMETRICO

Peso Muestra: 372,60 g

Tamiz (Nº)	Tamiz (mm)	Peso Retenido	% Retenido	% Pasa
4	101,600	-	0,00	100,00
3	76,100	-	0,00	100,00
2½	64,000	-	0,00	100,00
2	50,800	-	0,00	100,00
1½	38,100	-	0,00	100,00
1	25,000	-	0,00	100,00
3/4	19,000	-	0,00	100,00
1/2	12,700	-	0,00	100,00
3/8	9,500	-	0,00	100,00
No 4	4,750	-	0,00	100,00
No 10	2,000	0,20	0,05	99,95
No 40	0,425	202,20	54,27	45,68
No 100	0,150	95,50	25,63	20,05
No 200	0,075	19,50	5,23	14,81



Curva Granulometrica -------

Tamaño Máximo: - mm

Modulo Finura General: 0,26%

Modulo Finura Gravas: 0,00%

Modulo Finura Arenas: 0,26%

D_{10} = -

D_{30} = -

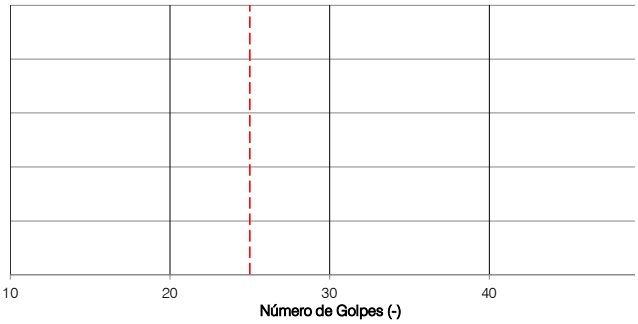
D_{60} = -

C_u = -

C_c = -

▪ LIMITES DE ATTERBERG

Límite Líquido		1	2	3
Peso suelo húmedo+tara	g	-	-	-
Peso suelo seco+tara	g	-	-	-
Peso de tara	g	-	-	-
Humedad Natural	%	-	-	-
Número de golpes	-	-	-	-



Límite Plástico		1	2
Peso suelo húmedo+tara	g	-	-
Peso suelo seco+tara	g	-	-
Peso de tara	g	-	-
Humedad Natural	%	-	-

Límite Líquido: NL %

Límite Plastico: NP %

Indice de Plasticidad: NL-NP %

CLASIFICACION S.U.C.S.: SM

CLASIFICACION AASTHO.: A-2-4 G (-)

▪ OBSERVACIONES GENERALES:

	Nombre	Firma
DIGITO:	ALEJANDRO MANTILLA	
Vo.Bo.:	ING. NYRA SUAREZ CH.	

CONSULTECH S.A.S
Calle 73B # 41 - 56. Tels: + (57) (5) 3223281 / 3049802. Barranquilla (COL)
mmorales@consultechsas.com. www.consultechsas.com

PRACTICA ESTANDAR DE CLASIFICACION DE SUELOS PARA PROPOSITOS DE INGENIERIA (S.U.C.S. Y METODO ASSHTO)

Normas Asociadas: INV E-123-13 / E-125-13 / E-126-13 / E-181-13. ASTM D2487

ISO 9001:2008
OHSAS 18001:2007
BUREAU VERITAS Certification

PROYECTO:	ES 07-21: ESTUDIO GEOTECNICO - TANQUE ELEVADO DE 1000 M3 CON ESTACION DE BOMBEO EN PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE CONCORD
LOCALIZACION:	MUNICIPIO DE MALAMBO - SECTOR DE CONCORD (ATL.)

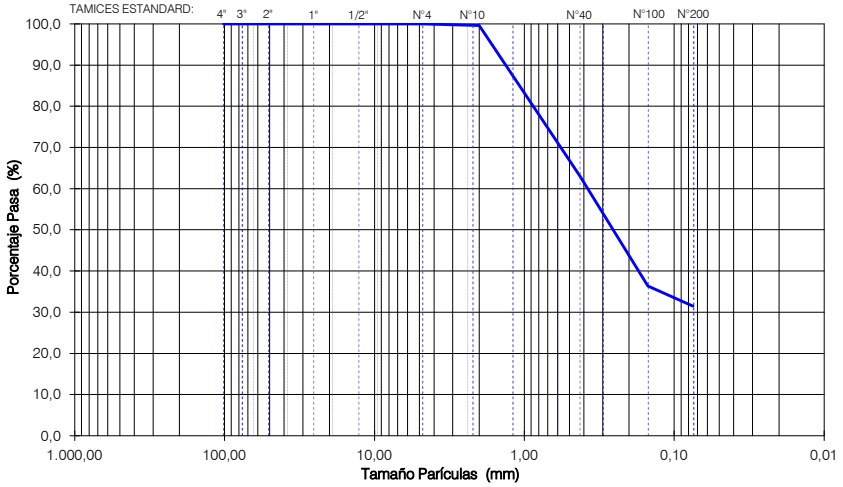
MATERIAL	ARENA ARCILLOSA DE GRANO FINO				
SONDEO:	S2	PROFUNDIDAD:	5,50 - 6,00 m	FECHA:	2021-05-24

Formato:	LAB-R-03
Versión:	V.02
Revisó / Aprobó:	M.M
Fecha Vigencia:	2016-06-20

▪ ANALISIS GRANULOMETRICO

Peso Muestra: 375,10 g

Tamiz (Nº)	Tamiz (mm)	Peso Retenido	% Retenido	% Pasa
4	101,600	-	0,00	100,00
3	76,100	-	0,00	100,00
2½	64,000	-	0,00	100,00
2	50,800	-	0,00	100,00
1½	38,100	-	0,00	100,00
1	25,000	-	0,00	100,00
3/4	19,000	-	0,00	100,00
1/2	12,700	-	0,00	100,00
3/8	9,500	-	0,00	100,00
No 4	4,750	-	0,00	100,00
No 10	2,000	1,30	0,35	99,65
No 40	0,425	137,30	36,60	63,05
No 100	0,150	100,10	26,69	36,36
No 200	0,075	18,50	4,93	31,43



Curva Granulometrica

Tamaño Máximo: - mm

Modulo Finura General: 0,27%

Modulo Finura Gravas: 0,00%

Modulo Finura Arenas: 0,27%

D_{10} = -

D_{30} = -

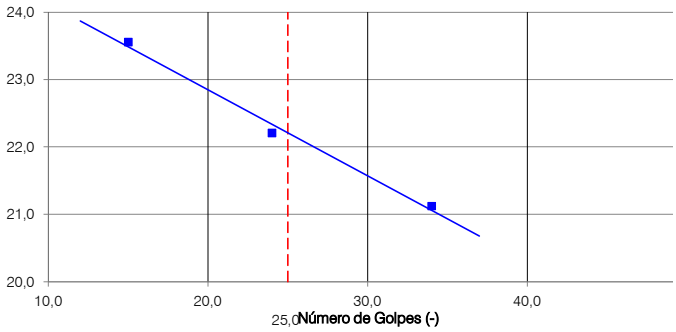
D_{60} = -

C_u = -

C_c = -

▪ LIMITES DE ATTERBERG

Límite Líquido		1	2	3
Peso suelo húmedo+tara	g	34,76	32,15	30,45
Peso suelo seco+tara	g	31,75	28,87	27,39
Peso de tara	g	17,50	14,10	14,40
Humedad Natural	%	**21,12**	**22,21**	**23,56**
Número de golpes	-	**34**	**24**	**15**



Límite Plástico		1	2
Peso suelo húmedo+tara	g	21,61	21,32
Peso suelo seco+tara	g	20,59	20,35
Peso de tara	g	11,90	12,20
Humedad Natural	%	**11,74**	**11,90**

Límite Líquido: 22,21 %

Límite Plastico: 11,82 %

Indice de Plasticidad: 10,39 %

CLASIFICACION S.U.C.S.: SC

CLASIFICACION AASTHO.: A-2-4 G (0)

▪ OBSERVACIONES GENERALES:

	Nombre	Firma
DIGITO:	ALEJANDRO MANTILLA	
Vo.Bo.:	ING. NYRA SUAREZ CH.	

CONSULTECH S.A.S
Calle 73B # 41 - 56. Tels: + (57) (5) 3223281 / 3049802. Barranquilla (COL)
mmorales@consultechsas.com. www.consultechsas.com

PRACTICA ESTANDAR DE CLASIFICACION DE SUELOS PARA PROPOSITOS DE INGENIERIA (S.U.C.S. Y METODO ASSHTO)

Normas Asociadas: INV E-123-13 / E-125-13 / E-126-13 / E-181-13. ASTM D2487

ISO 9001:2008
OHSAS 18001:2007
BUREAU VERITAS Certification

PROYECTO:	ES 07-21: ESTUDIO GEOTECNICO - TANQUE ELEVADO DE 1000 M3 CON ESTACION DE BOMBEO EN PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE CONCORD
LOCALIZACION:	MUNICIPIO DE MALAMBO - SECTOR DE CONCORD (ATL.)

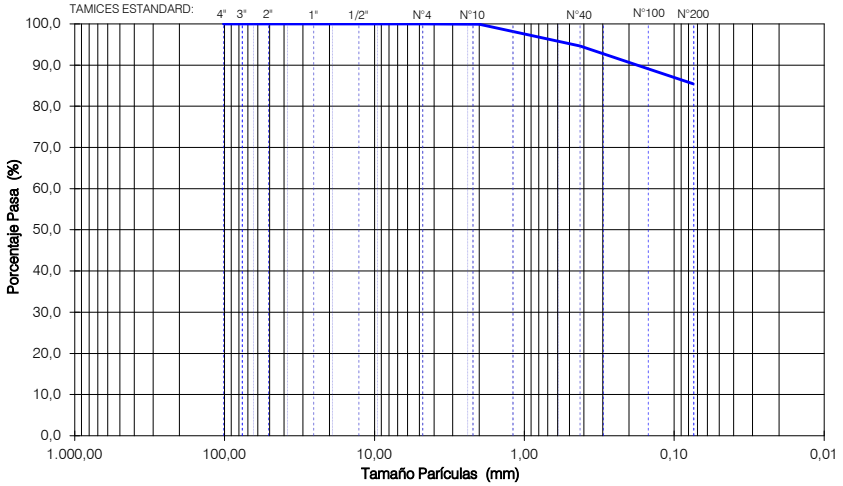
MATERIAL	ARCILLA DE PLASTICIDAD MEDIA				
SONDEO:	S1	PROFUNDIDAD:	9,50 - 10,00 m	FECHA:	2021-05-15

Formato:	LAB-R-03
Versión:	V.02
Revisó / Aprobó:	M.M
Fecha Vigencia:	2016-06-20

▪ ANALISIS GRANULOMETRICO

Peso Muestra: 432,00 g

Tamiz (Nº)	Tamiz (mm)	Peso Retenido	% Retenido	% Pasa
4	101,600	-	0,00	100,00
3	76,100	-	0,00	100,00
2½	64,000	-	0,00	100,00
2	50,800	-	0,00	100,00
1½	38,100	-	0,00	100,00
1	25,000	-	0,00	100,00
3/4	19,000	-	0,00	100,00
1/2	12,700	-	0,00	100,00
3/8	9,500	-	0,00	100,00
No 4	4,750	-	0,00	100,00
No 10	2,000	0,20	0,05	99,95
No 40	0,425	23,00	5,32	94,63
No 100	0,150	23,80	5,51	89,12
No 200	0,075	15,80	3,66	85,46



Curva Granulometrica -------

Tamaño Máximo: - mm

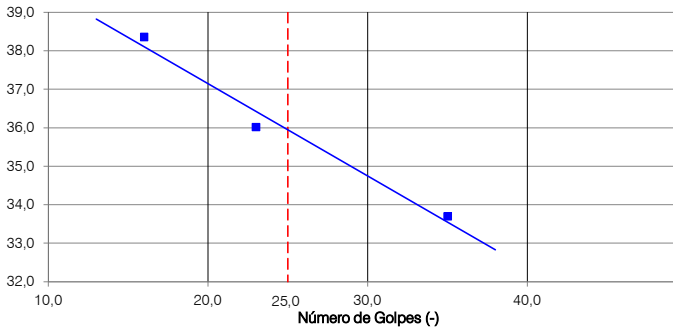
Modulo Finura General: - D_{10} = -

Modulo Finura Gravas: - D_{30} = - C_u = -

Modulo Finura Arenas: - D_{60} = - C_c = -

▪ LIMITES DE ATTERBERG

Límite Líquido		1	2	3
Peso suelo húmedo+tara	g	31,28	34,03	33,98
Peso suelo seco+tara	g	27,00	29,60	29,30
Peso de tara	g	14,30	17,30	17,10
Humedad Natural	%	**33,70**	**36,02**	**38,36**
Número de golpes	-	**35**	**23**	**16**



Límite Plástico		1	2
Peso suelo húmedo+tara	g	15,44	15,32
Peso suelo seco+tara	g	14,10	13,98
Peso de tara	g	5,10	5,10
Humedad Natural	%	**14,89**	**15,09**

Límite Líquido: 35,95 %

Límite Plastico: 14,99 %

Indice de Plasticidad: 20,96 %

CLASIFICACION S.U.C.S.: CL

CLASIFICACION AASTHO.: A-6 G (17)

▪ OBSERVACIONES GENERALES:

	Nombre	Firma
DIGITO:	ALEJANDRO MANTILLA	
Vo.Bo.:	ING. NYRA SUAREZ CH.	

CONSULTECH S.A.S
Calle 73B # 41 - 56. Tels: + (57) (5) 3223281 / 3049802. Barranquilla (COL)
mmorales@consultechsas.com. www.consultechsas.com

CONSULTECH soluciones geotécnicas

PRACTICA ESTANDAR DE CLASIFICACION DE SUELOS PARA PROPOSITOS DE INGENIERIA (S.U.C.S. Y METODO ASSHTO)

Normas Asociadas: INV E-123-13 / E-125-13 / E-126-13 / E-181-13. ASTM D2487

ISO 9001:2008
OHSAS 18001:2007
BUREAU VERITAS Certification

PROYECTO:	ES 07-21: ESTUDIO GEOTECNICO - TANQUE ELEVADO DE 1000 M3 CON ESTACION DE BOMBEO EN PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE CONCORD
LOCALIZACION:	MUNICIPIO DE MALAMBO - SECTOR DE CONCORD (ATL.)

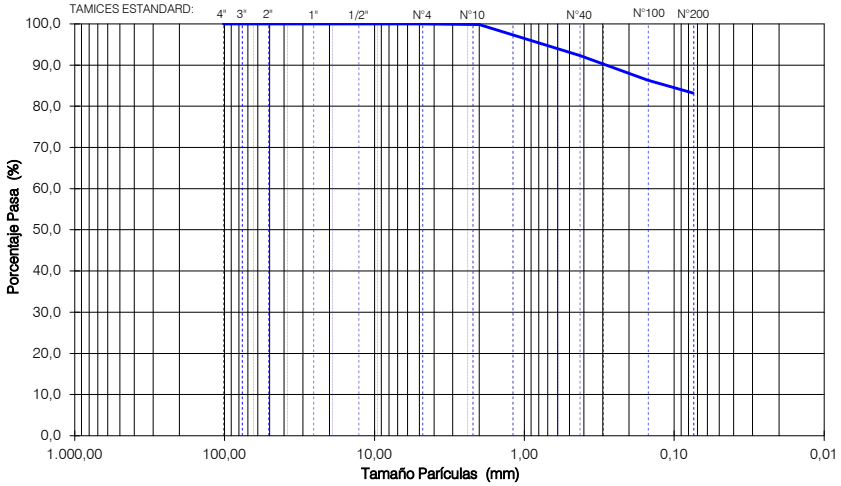
MATERIAL	ARCILLA DE PLASTICIDAD MEDIA				
SONDEO:	S1	PROFUNDIDAD:	12,50 - 13,00 m	FECHA:	2021-05-15

Formato:	LAB-R-03
Versión:	V.02
Revisó / Aprobó:	M.M
Fecha Vigencia:	2016-06-20

▪ ANALISIS GRANULOMETRICO

Peso Muestra: 300,40 g

Tamiz (Nº)	Tamiz (mm)	Peso Retenido	% Retenido	% Pasa
4	101,600	-	0,00	100,00
3	76,100	-	0,00	100,00
2½	64,000	-	0,00	100,00
2	50,800	-	0,00	100,00
1½	38,100	-	0,00	100,00
1	25,000	-	0,00	100,00
3/4	19,000	-	0,00	100,00
1/2	12,700	-	0,00	100,00
3/8	9,500	-	0,00	100,00
No 4	4,750	-	0,00	100,00
No 10	2,000	0,40	0,13	99,87
No 40	0,425	22,70	7,56	92,31
No 100	0,150	17,80	5,93	86,38
No 200	0,075	9,50	3,16	83,22



Curva Granulometrica -------

Tamaño Máximo: - mm

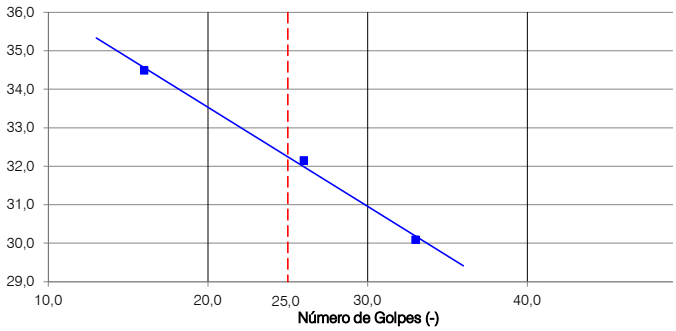
Modulo Finura General: - D_{10} = -

Modulo Finura Gravas: - D_{30} = - C_u = -

Modulo Finura Arenas: - D_{60} = - C_c = -

▪ LIMITES DE ATTERBERG

Límite Líquido		1	2	3
Peso suelo húmedo+tara	g	31,54	31,59	33,27
Peso suelo seco+tara	g	27,46	27,53	29,20
Peso de tara	g	13,90	14,90	17,40
Humedad Natural	%	**30,09**	**32,15**	**34,49**
Número de golpes	-	**33**	**26**	**16**



Límite Plástico		1	2
Peso suelo húmedo+tara	g	15,31	15,42
Peso suelo seco+tara	g	14,18	14,24
Peso de tara	g	5,20	4,90
Humedad Natural	%	**12,58**	**12,63**

Límite Líquido: 30,24 %

Límite Plastico: 12,61 %

Indice de Plasticidad: 17,63 %

CLASIFICACION S.U.C.S.: CL

CLASIFICACION AASTHO.: A-6 G (13)

▪ OBSERVACIONES GENERALES:

	Nombre	Firma
DIGITO:	ALEJANDRO MANTILLA	
Vo.Bo.:	ING. NYRA SUAREZ CH.	

CONSULTECH S.A.S
Calle 73B # 41 - 56. Tels: + (57) (5) 3223281 / 3049802. Barranquilla (COL)
mmorales@consultechsas.com. www.consultechsas.com

CONSULTECH soluciones geotécnicas

PRACTICA ESTANDAR DE CLASIFICACION DE SUELOS PARA PROPOSITOS DE INGENIERIA (S.U.C.S. Y METODO ASSHTO)

Normas Asociadas: INV E-123-13 / E-125-13 / E-126-13 / E-181-13. ASTM D2487

ISO 9001:2008
OHSAS 18001:2007
BUREAU VERITAS Certification

PROYECTO:	ES 07-21: ESTUDIO GEOTECNICO - TANQUE ELEVADO DE 1000 M3 CON ESTACION DE BOMBEO EN PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE CONCORD
LOCALIZACION:	MUNICIPIO DE MALAMBO - SECTOR DE CONCORD (ATL.)

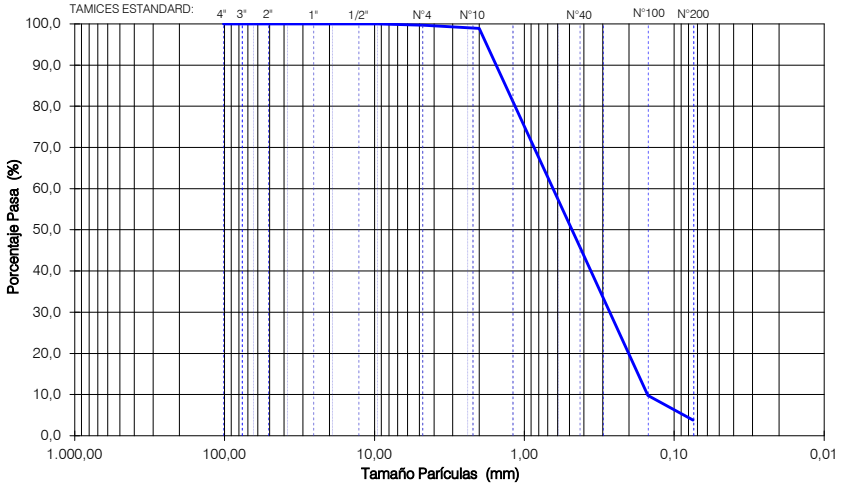
MATERIAL	ARENA NO PLASTICA DE GRANO MEDIO				
SONDEO:	S2	PROFUNDIDAD:	0,00 - 0,50 m	FECHA:	2021-05-15

Formato:	LAB-R-03
Versión:	V.02
Revisó / Aprobó:	M.M
Fecha Vigencia:	2016-06-20

▪ ANALISIS GRANULOMETRICO

Peso Muestra: 366,70 g

Tamiz (Nº)	Tamiz (mm)	Peso Retenido	% Retenido	% Pasa
4	101,600	-	0,00	100,00
3	76,100	-	0,00	100,00
2½	64,000	-	0,00	100,00
2	50,800	-	0,00	100,00
1½	38,100	-	0,00	100,00
1	25,000	-	0,00	100,00
3/4	19,000	-	0,00	100,00
1/2	12,700	-	0,00	100,00
3/8	9,500	-	0,00	100,00
No 4	4,750	1,10	0,30	99,70
No 10	2,000	2,80	0,76	98,94
No 40	0,425	195,10	53,20	45,73
No 100	0,150	131,90	35,97	9,76
No 200	0,075	22,00	6,00	3,76



Curva Granulometrica -------

Tamaño Máximo: - mm

Modulo Finura General: 0,38%

Modulo Finura Gravas: 0,00%

Modulo Finura Arenas: 0,38%

D_{10} = 0,16

D_{30} = 0,28

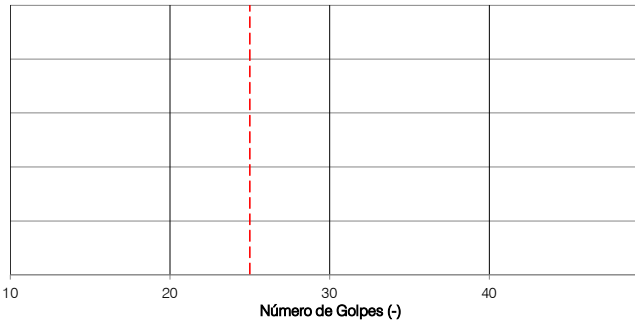
D_{60} = 0,65

C_u = 4,06

C_c = 0,75

▪ LIMITES DE ATTERBERG

Límite Líquido		1	2	3
Peso suelo húmedo+tara	g	-	-	-
Peso suelo seco+tara	g	-	-	-
Peso de tara	g	-	-	-
Humedad Natural	%	-	-	-
Número de golpes	-	-	-	-



Límite Plástico		1	2
Peso suelo húmedo+tara	g	-	-
Peso suelo seco+tara	g	-	-
Peso de tara	g	-	-
Humedad Natural	%	-	-

Límite Líquido: NL %

Límite Plastico: NP %

Indice de Plasticidad: NL-NP %

CLASIFICACION S.U.C.S.: SP-SM

CLASIFICACION AASTHO.: A-2-4 G (-)

▪ OBSERVACIONES GENERALES:

	Nombre	Firma
DIGITO:	ALEJANDRO MANTILLA	
Vo.Bo.:	ING. NYRA SUAREZ CH.	

CONSULTECH S.A.S
Calle 73B # 41 - 56. Tels: + (57) (5) 3223281 / 3049802. Barranquilla (COL)
mmorales@consultechsas.com. www.consultechsas.com

CONSULTECH soluciones geotécnicas

PRACTICA ESTANDAR DE CLASIFICACION DE SUELOS PARA PROPOSITOS DE INGENIERIA (S.U.C.S. Y METODO ASSHTO)

Normas Asociadas: INV E-123-13 / E-125-13 / E-126-13 / E-181-13. ASTM D2487

ISO 9001:2008
OHSAS 18001:2007
BUREAU VERITAS Certification

PROYECTO:	ES 07-21: ESTUDIO GEOTECNICO - TANQUE ELEVADO DE 1000 M3 CON ESTACION DE BOMBEO EN PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE CONCORD
LOCALIZACION:	MUNICIPIO DE MALAMBO - SECTOR DE CONCORD (ATL.)

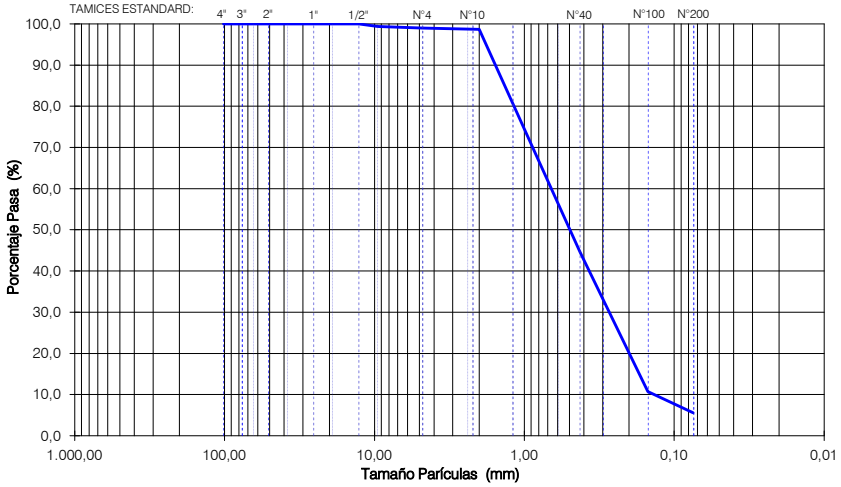
MATERIAL	ARENA NO PLASTICA DE GRANO MEDIO				
SONDEO:	S3	PROFUNDIDAD:	1,00 - 1,50 m	FECHA:	2021-05-28

Formato:	LAB-R-03
Versión:	V.02
Revisó / Aprobó:	M.M
Fecha Vigencia:	2016-06-20

▪ ANALISIS GRANULOMETRICO

Peso Muestra: 384,40 g

Tamiz (Nº)	Tamiz (mm)	Peso Retenido	% Retenido	% Pasa
4	101,600	-	0,00	100,00
3	76,100	-	0,00	100,00
2½	64,000	-	0,00	100,00
2	50,800	-	0,00	100,00
1½	38,100	-	0,00	100,00
1	25,000	-	0,00	100,00
3/4	19,000	-	0,00	100,00
1/2	12,700	-	0,00	100,00
3/8	9,500	2,40	0,62	99,38
No 4	4,750	1,30	0,34	99,04
No 10	2,000	1,20	0,31	98,73
No 40	0,425	208,00	54,11	44,61
No 100	0,150	130,30	33,90	10,72
No 200	0,075	19,80	5,15	5,57



Curva Granulometrica

Tamaño Máximo: - mm

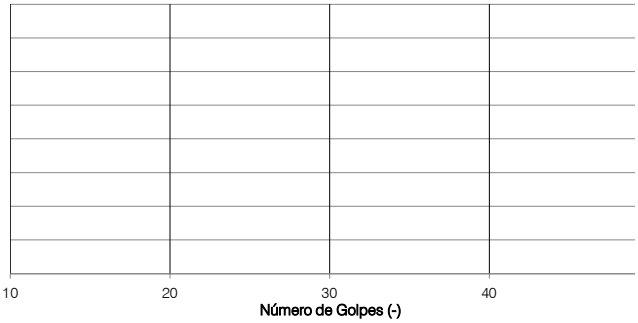
Modulo Finura General: 0,38% D_{10} = 0,15

Modulo Finura Gravas: 0,01% D_{30} = 0,30 C_u = 4,67

Modulo Finura Arenas: 0,37% D_{60} = 0,70 C_c = 0,86

▪ LIMITES DE ATTERBERG

Límite Líquido		1	2	3
Peso suelo húmedo+tara	g	-	-	-
Peso suelo seco+tara	g	-	-	-
Peso de tara	g	-	-	-
Humedad Natural	%	-	-	-
Número de golpes	-	-	-	-



Límite Plástico		1	2
Peso suelo húmedo+tara	g	-	-
Peso suelo seco+tara	g	-	-
Peso de tara	g	-	-
Humedad Natural	%	-	-

Límite Líquido: NL %

Límite Plastico: NP %

Indice de Plasticidad: NL-NP %

CLASIFICACION S.U.C.S.: SP-SM

CLASIFICACION AASTHO.: A-2-4 G (-)

▪ OBSERVACIONES GENERALES:

	Nombre	Firma
DIGITO:	ALEJANDRO MANTILLA	
Vo.Bo.:	ING. NYRA SUAREZ CH.	

CONSULTECH S.A.S
Calle 73B # 41 - 56. Tels: + (57) (5) 3223281 / 3049802. Barranquilla (COL)
mmorales@consultechsas.com. www.consultechsas.com

CONSULTECH soluciones geotécnicas

PRACTICA ESTANDAR DE CLASIFICACION DE SUELOS PARA PROPOSITOS DE INGENIERIA (S.U.C.S. Y METODO ASSHTO)

Normas Asociadas: INV E-123-13 / E-125-13 / E-126-13 / E-181-13. ASTM D2487

ISO 9001:2008
OHSAS 18001:2007
BUREAU VERITAS Certification

PROYECTO:	ES 07-21: ESTUDIO GEOTECNICO - TANQUE ELEVADO DE 1000 M3 CON ESTACION DE BOMBEO EN PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE CONCORD
LOCALIZACION:	MUNICIPIO DE MALAMBO - SECTOR DE CONCORD (ATL.)

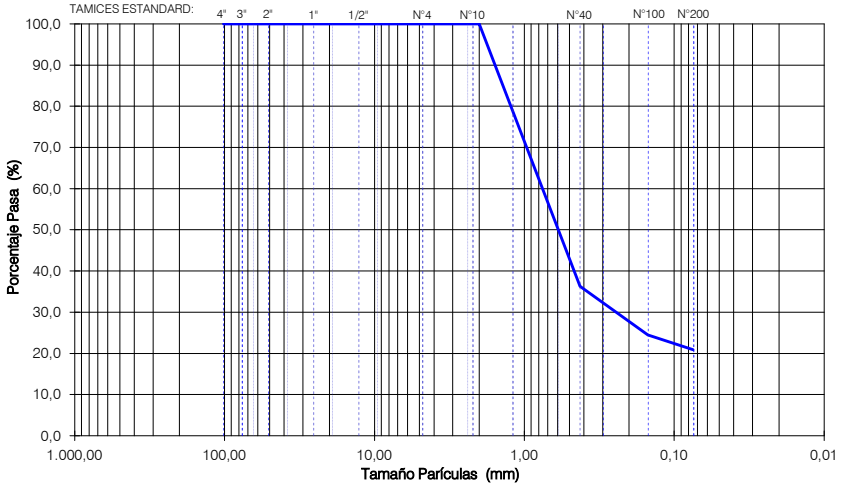
MATERIAL	ARENA ARCILLOSA DE GRANO MEDIO				
SONDEO:	S3	PROFUNDIDAD:	4,00 - 4,50 m	FECHA:	2021-05-28

Formato:	LAB-R-03
Versión:	V.02
Revisó / Aprobó:	M.M
Fecha Vigencia:	2016-06-20

▪ ANALISIS GRANULOMETRICO

Peso Muestra: 298,70 g

Tamiz (Nº)	Tamiz (mm)	Peso Retenido	% Retenido	% Pasa
4	101,600	-	0,00	100,00
3	76,100	-	0,00	100,00
2½	64,000	-	0,00	100,00
2	50,800	-	0,00	100,00
1½	38,100	-	0,00	100,00
1	25,000	-	0,00	100,00
3/4	19,000	-	0,00	100,00
1/2	12,700	-	0,00	100,00
3/8	9,500	-	0,00	100,00
No 4	4,750	-	0,00	100,00
No 10	2,000	-	0,00	100,00
No 40	0,425	190,30	63,71	36,29
No 100	0,150	35,30	11,82	24,47
No 200	0,075	10,80	3,62	20,86



Curva Granulometrica

Tamaño Máximo: - mm

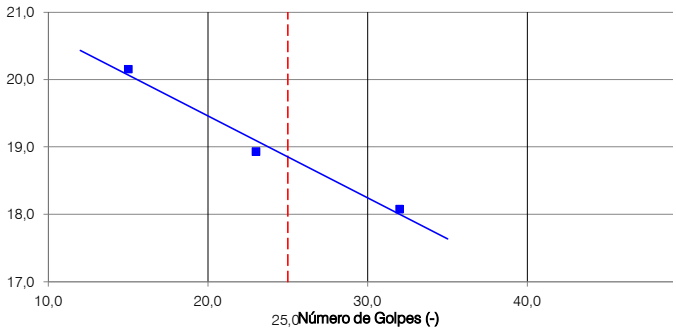
Modulo Finura General: 0,12% D_{10} = -

Modulo Finura Gravas: 0,00% D_{30} = - C_u = -

Modulo Finura Arenas: 0,12% D_{60} = - C_c = -

▪ LIMITES DE ATTERBERG

Límite Líquido		1	2	3
Peso suelo húmedo+tara	g	30,86	30,32	34,39
Peso suelo seco+tara	g	28,34	27,77	31,02
Peso de tara	g	14,40	14,30	14,30
Humedad Natural	%	**18,08**	**18,93**	**20,16**
Número de golpes	-	**32**	**23**	**15**



Límite Plástico		1	2
Peso suelo húmedo+tara	g	21,41	21,36
Peso suelo seco+tara	g	20,43	20,37
Peso de tara	g	11,90	12,00
Humedad Natural	%	**11,49**	**11,83**

Límite Líquido: 18,85 %

Límite Plastico: 11,66 %

Indice de Plasticidad: 7,19 %

CLASIFICACION S.U.C.S.: SC

CLASIFICACION AASTHO.: A-2-4 G (-1)

▪ OBSERVACIONES GENERALES:

	Nombre	Firma
DIGITO:	ALEJANDRO MANTILLA	
Vo.Bo.:	ING. NYRA SUAREZ CH.	

CONSULTECH S.A.S
Calle 73B # 41 - 56. Tels: + (57) (5) 3223281 / 3049802. Barranquilla (COL)
mmorales@consultechsas.com. www.consultechsas.com

PRACTICA ESTANDAR DE CLASIFICACION DE SUELOS PARA PROPOSITOS DE INGENIERIA (S.U.C.S. Y METODO ASSHTO)

Normas Asociadas: INV E-123-13 / E-125-13 / E-126-13 / E-181-13. ASTM D2487

ISO 9001:2008
OHSAS 18001:2007
BUREAU VERITAS Certification

PROYECTO:	ES 07-21: ESTUDIO GEOTECNICO - TANQUE ELEVADO DE 1000 M3 CON ESTACION DE BOMBEO EN PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE CONCORD
LOCALIZACION:	MUNICIPIO DE MALAMBO - SECTOR DE CONCORD (ATL.)

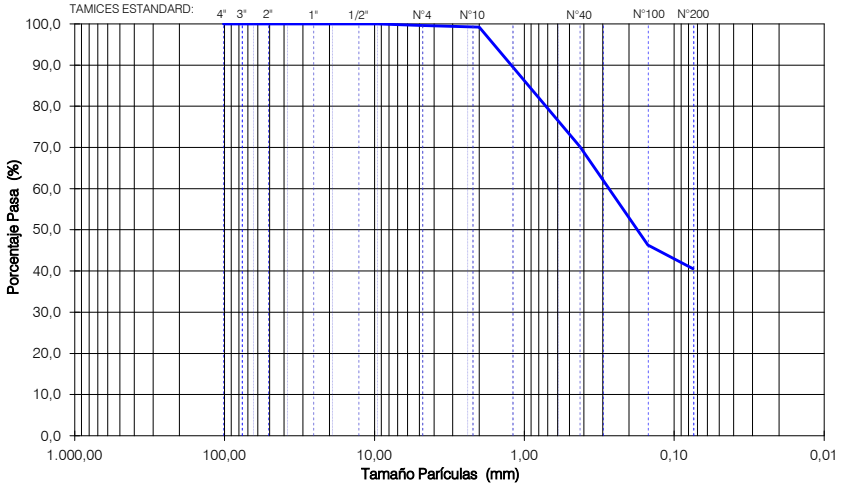
MATERIAL	ARENA ARCILLOSA DE GRANO FINO				
SONDEO:	S3	PROFUNDIDAD:	5,00 - 5,50 m	FECHA:	2021-05-28

Formato:	LAB-R-03
Versión:	V.02
Revisó / Aprobó:	M.M
Fecha Vigencia:	2016-06-20

▪ ANALISIS GRANULOMETRICO

Peso Muestra: 391,80 g

Tamiz (Nº)	Tamiz (mm)	Peso Retenido	% Retenido	% Pasa
4	101,600	-	0,00	100,00
3	76,100	-	0,00	100,00
2½	64,000	-	0,00	100,00
2	50,800	-	0,00	100,00
1½	38,100	-	0,00	100,00
1	25,000	-	0,00	100,00
3/4	19,000	-	0,00	100,00
1/2	12,700	-	0,00	100,00
3/8	9,500	-	0,00	100,00
No 4	4,750	1,60	0,41	99,59
No 10	2,000	1,60	0,41	99,18
No 40	0,425	113,80	29,05	70,14
No 100	0,150	93,30	23,81	46,32
No 200	0,075	22,70	5,79	40,53



Curva Granulometrica

Tamaño Máximo: - mm

Modulo Finura General: 0,26%

Modulo Finura Gravas: 0,00%

Modulo Finura Arenas: 0,26%

D_{10} = -

D_{30} = -

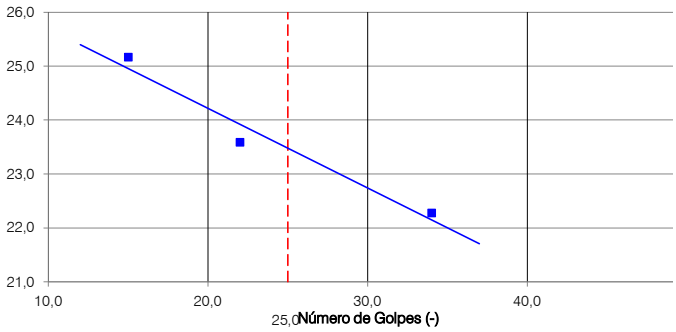
D_{60} = -

C_u = -

C_c = -

▪ LIMITES DE ATTERBERG

Límite Líquido		1	2	3
Peso suelo húmedo+tara	g	34,24	35,19	35,11
Peso suelo seco+tara	g	31,30	31,89	31,71
Peso de tara	g	18,10	17,90	18,20
Humedad Natural	%	**22,27**	**23,59**	**25,17**
Número de golpes	-	**34**	**22**	**15**



Límite Plástico		1	2
Peso suelo húmedo+tara	g	15,23	15,21
Peso suelo seco+tara	g	14,30	14,27
Peso de tara	g	5,10	5,20
Humedad Natural	%	**10,11**	**10,36**

Límite Líquido: 23,48 %

Límite Plastico: 10,24 %

Indice de Plasticidad: 13,24 %

CLASIFICACION S.U.C.S.: SC

CLASIFICACION AASTHO.: A-6 G (2)

▪ OBSERVACIONES GENERALES:

	Nombre	Firma
DIGITO:	ALEJANDRO MANTILLA	
Vo.Bo.:	ING. NYRA SUAREZ CH.	

CONSULTECH S.A.S
Calle 73B # 41 - 56. Tels: + (57) (5) 3223281 / 3049802. Barranquilla (COL)
mmorales@consultechsas.com. www.consultechsas.com

PRACTICA ESTANDAR DE CLASIFICACION DE SUELOS PARA PROPOSITOS DE INGENIERIA (S.U.C.S. Y METODO ASSHTO)

Normas Asociadas: INV E-123-13 / E-125-13 / E-126-13 / E-181-13. ASTM D2487

ISO 9001:2008
OHSAS 18001:2007
BUREAU VERITAS Certification

PROYECTO:	ES 07-21: ESTUDIO GEOTECNICO - TANQUE ELEVADO DE 1000 M3 CON ESTACION DE BOMBEO EN PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE CONCORD
LOCALIZACION:	MUNICIPIO DE MALAMBO - SECTOR DE CONCORD (ATL.)

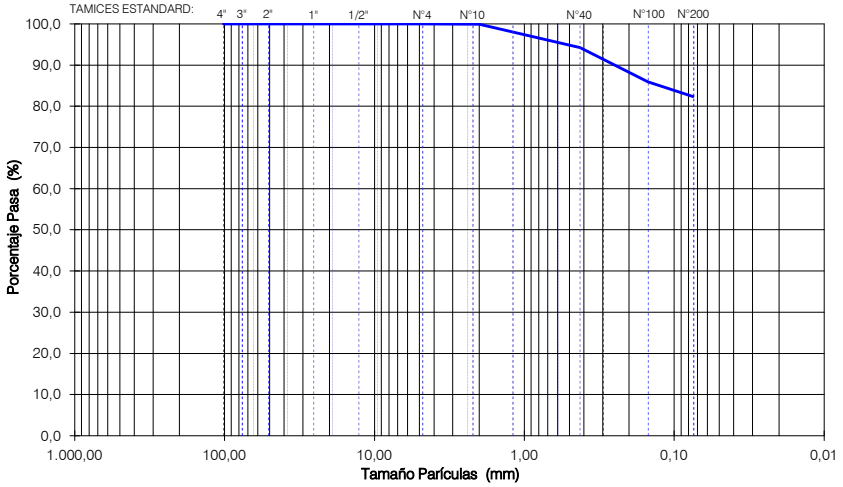
MATERIAL	ARCILLA DE PLASTICIDAD MEDIA				
SONDEO:	S3	PROFUNDIDAD:	10,00 - 11,50 m	FECHA:	2021-05-28

Formato:	LAB-R-03
Versión:	V.02
Revisó / Aprobó:	M.M
Fecha Vigencia:	2016-06-20

▪ ANALISIS GRANULOMETRICO

Peso Muestra: 458,80 g

Tamiz (Nº)	Tamiz (mm)	Peso Retenido	% Retenido	% Pasa
4	101,600	-	0,00	100,00
3	76,100	-	0,00	100,00
2½	64,000	-	0,00	100,00
2	50,800	-	0,00	100,00
1½	38,100	-	0,00	100,00
1	25,000	-	0,00	100,00
3/4	19,000	-	0,00	100,00
1/2	12,700	-	0,00	100,00
3/8	9,500	-	0,00	100,00
No 4	4,750	-	0,00	100,00
No 10	2,000	0,30	0,07	99,93
No 40	0,425	26,10	5,69	94,25
No 100	0,150	37,90	8,26	85,99
No 200	0,075	16,60	3,62	82,37



Curva Granulometrica

Tamaño Máximo: - mm

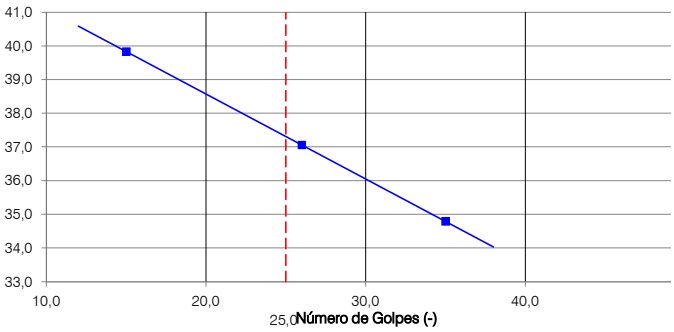
Modulo Finura General: - D_{10} = -

Modulo Finura Gravas: - D_{30} = - C_u = -

Modulo Finura Arenas: - D_{60} = - C_c = -

▪ LIMITES DE ATTERBERG

Límite Líquido		1	2	3
Peso suelo húmedo+tara	g	33,17	31,83	31,51
Peso suelo seco+tara	g	29,28	27,09	27,69
Peso de tara	g	18,10	14,30	18,10
Humedad Natural	%	**34,79**	**37,06**	**39,83**
Número de golpes	-	**35**	**26**	**15**



Límite Plástico		1	2
Peso suelo húmedo+tara	g	15,68	15,60
Peso suelo seco+tara	g	14,15	14,08
Peso de tara	g	5,20	5,30
Humedad Natural	%	**17,09**	**17,31**

Límite Líquido: 37,31 %

Límite Plastico: 17,20 %

Indice de Plasticidad: 20,11 %

CLASIFICACION S.U.C.S.: CL

CLASIFICACION AASTHO.: A-6 G (16)

▪ OBSERVACIONES GENERALES:

	Nombre	Firma
DIGITO:	ALEJANDRO MANTILLA	
Vo.Bo.:	ING. NYRA SUAREZ CH.	

CONSULTECH S.A.S
Calle 73B # 41 - 56. Tels: + (57) (5) 3223281 / 3049802. Barranquilla (COL)
mmorales@consultechsas.com. www.consultechsas.com

CONSULTECH soluciones geotécnicas

PRACTICA ESTANDAR DE CLASIFICACION DE SUELOS PARA PROPOSITOS DE INGENIERIA (S.U.C.S. Y METODO ASSHTO)

Normas Asociadas: INV E-123-13 / E-125-13 / E-126-13 / E-181-13. ASTM D2487

ISO 9001:2008
OHSAS 18001:2007
BUREAU VERITAS Certification

PROYECTO:	ES 07-21: ESTUDIO GEOTECNICO - TANQUE ELEVADO DE 1000 M3 CON ESTACION DE BOMBEO EN PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE CONCORD
LOCALIZACION:	MUNICIPIO DE MALAMBO - SECTOR DE CONCORD (ATL.)

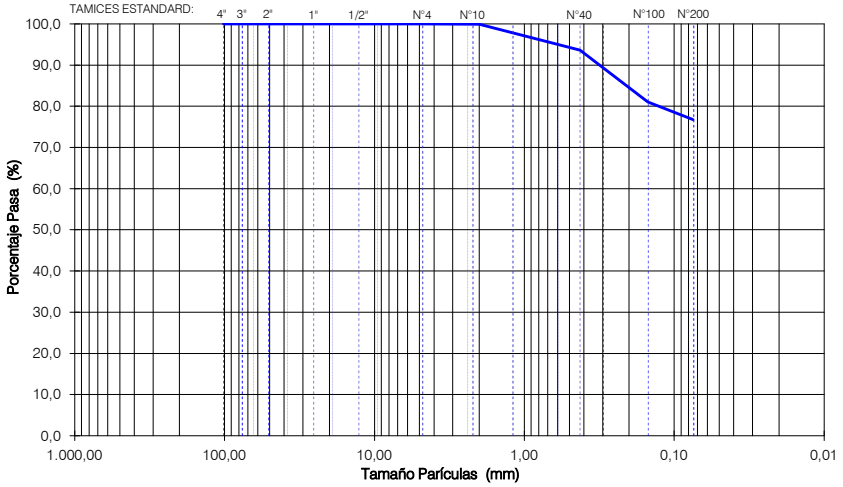
MATERIAL	ARCILLA DE PLASTICIDAD MEDIA				
SONDEO:	S3	PROFUNDIDAD:	14,50 - 15,00 m	FECHA:	2021-06-01

Formato:	LAB-R-03
Versión:	V.02
Revisó / Aprobó:	M.M
Fecha Vigencia:	2016-06-20

▪ ANALISIS GRANULOMETRICO

Peso Muestra: 339,90 g

Tamiz (Nº)	Tamiz (mm)	Peso Retenido	% Retenido	% Pasa
4	101,600	-	0,00	100,00
3	76,100	-	0,00	100,00
2½	64,000	-	0,00	100,00
2	50,800	-	0,00	100,00
1½	38,100	-	0,00	100,00
1	25,000	-	0,00	100,00
3/4	19,000	-	0,00	100,00
1/2	12,700	-	0,00	100,00
3/8	9,500	-	0,00	100,00
No 4	4,750	-	0,00	100,00
No 10	2,000	0,40	0,12	99,88
No 40	0,425	21,30	6,27	93,62
No 100	0,150	42,70	12,56	81,05
No 200	0,075	14,70	4,32	76,73



Curva Granulometrica -------

Tamaño Máximo: - mm

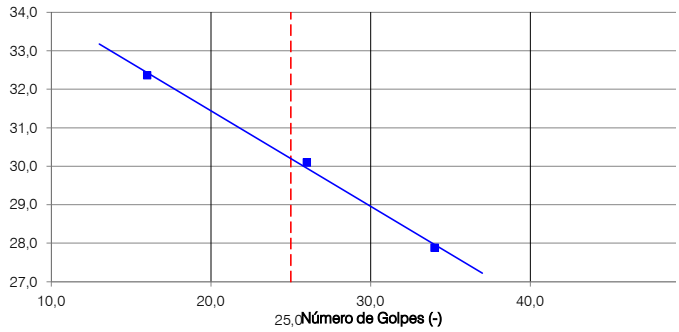
Modulo Finura General: - D_{10} = -

Modulo Finura Gravas: - D_{30} = - C_u = -

Modulo Finura Arenas: - D_{60} = - C_c = -

▪ LIMITES DE ATTERBERG

Límite Líquido		1	2	3
Peso suelo húmedo+tara	g	34,94	34,42	34,00
Peso suelo seco+tara	g	31,05	30,63	29,99
Peso de tara	g	17,10	18,04	17,60
Humedad Natural	%	**27,89**	**30,10**	**32,36**
Número de golpes	-	**34**	**26**	**16**



Límite Plástico		1	2
Peso suelo húmedo+tara	g	14,98	15,10
Peso suelo seco+tara	g	13,71	13,84
Peso de tara	g	5,00	5,10
Humedad Natural	%	**14,58**	**14,42**

Límite Líquido: 30,20 %

Límite Plastico: 14,50 %

Indice de Plasticidad: 15,70 %

CLASIFICACION S.U.C.S.: CL

CLASIFICACION AASTHO.: A-6 G (10)

▪ OBSERVACIONES GENERALES:

	Nombre	Firma
DIGITO:	ALEJANDRO MANTILLA	
Vo.Bo.:	ING. NYRA SUAREZ CH.	

CONSULTECH S.A.S
Calle 73B # 41 - 56. Tels: + (57) (5) 3223281 / 3049802. Barranquilla (COL)
mmorales@consultechsas.com. www.consultechsas.com

CONSULTECH soluciones geotécnicas	DETERMINACION DE SUELOS EXPANSIVOS	Formato:	LAB-R-53
		Version:	V.01
		Reviso/Aprobó:	M.M.
	NORMAS ASOCIADAS: INV E 132-13	Fecha Vigencia:	17/07/2017

CODIGO:	ES 07-21	PROYECTO:	ESTUDIO GEOTECNICO - TANQUE ELEVADO DE 1000 M3 CON ESTACION DE BOMBEO EN PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE CONCORD		
FECHA:	2021-05-15	LABORATORISTA:	JUAN CARLOS MANJARREZ	RESPONSABLE:	ING. NYRA SUAREZ

S1 - (9,50 - 10,00 m)

Clasificación (S.U.C.S):	CL		LL:	35,95	%	Vol. Inicial:	8,00 ml
Clasificación AASTHO:	A-6	%	LP:	14,99	%	Vol. Final:	10,00 ml
%PT200:	85,46	%	IP:	20,96	%	Indice Exp. Libre:	25,00 %

S1 (12,50 - 13,00)

Clasificación (S.U.C.S):	CL		LL:	30,24	%	Vol. Inicial:	9,00 ml
Clasificación AASTHO:	A-6	%	LP:	12,61	%	Vol. Final:	14,00 ml
%PT200:	83,22	%	IP:	17,63	%	Indice Exp. Libre:	55,56 %

S2 (8,50 - 9,00)

Clasificación (S.U.C.S):	CL		LL:	27,69	%	Vol. Inicial:	8,00 ml
Clasificación AASTHO:	A-6	%	LP:	10,96	%	Vol. Final:	12,00 ml
%PT200:	65,34	%	IP:	16,73	%	Indice Exp. Libre:	50,00 %

S3 (10,00 - 11,50)

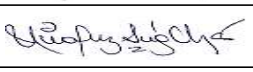
Clasificación (S.U.C.S):	CL		LL:	37,31	%	Vol. Inicial:	10,00 ml
Clasificación AASTHO:	A-6	%	LP:	17,20	%	Vol. Final:	14,00 ml
%PT200:	82,37	%	IP:	20,11	%	Indice Exp. Libre:	40,00 %

$$IEL = \frac{Vw - Vk}{Vk} * 100$$

Vw: Volumen de la muestra, leído en la probeta que contiene agua destilada.

Vw: Volumen de la muestra, leído en la probeta que contiene Kerosene.

OBSERVACIONES:

	Nombre	Firma
DIGITÓ:	KELLY MERCADO	
Vo.Bo.:	ING. NYRA SUAREZ	

CONSULTECH soluciones geotécnicas

DETERMINACION DE LA GRAVEDAD ESPECIFICA DE LOS SUELOS Y DEL LLENANTE MINERAL

Normas Asociadas: INV E 128-13 (ASTM C127)

ISO 9001:2008 OHSAS 18001:2007 BUREAU VERITAS Certification C016.00974 / C016.00975

CODIGO:	ES 07-21		
PROYECTO:	ESTUDIO GEOTECNICO - TANQUE ELEVADO DE 1000 M3 CON ESTACION DE BOMBEO EN PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE CONCORD		
LOCALIZACION:	SECTOR DE CONCORD - MUNICIPIO DE MALAMBO (ATL.).		
DIGITO:	ALEJANDRO MANTILLA PAEZ	FECHA:	2021-05-15

Formato:	LAB-R-06
Version:	V.03
Revisó/Aprobó:	M.M.
Fecha de Vigencia	2016-06-20

SONDEO		S1	S1	S1	S2
PROFUNDIDAD (m)		(1,50 - 2,00 m)	(5,00 - 5,50 m)	(12,50 - 13,00 m)	(8,50 - 9,00 m)
PARAMETRO	UND	RESULTADOS			
Peso Pic. + Agua + Suelo = Wbws	g	729,72	729,55	729,60	729,72
Temperatura	°C	25,3	25,6	25,4	25,7
Peso Pic. + Agua = Wbw	g	699,18	699,26	699,17	699,10
Peso Suelo Seco = Ws	g	49,41	48,63	47,82	48,38
Peso Agua ; Ww=Ws+Wbw-Wbws	g	18,87	18,34	17,39	17,76
GRAVEDAD ESPECIFICA, Gs	-	**2,62**	**2,65**	**2,75**	**2,72**

SONDEO		S3	S3		
PROFUNDIDAD (m)		(1,00 - 1,50 m)	(5,50 - 6,00 m)		
PARAMETRO	UND	RESULTADOS			
Peso Pic. + Agua + Suelo = Wbws	g	761,01	729,66		
Temperatura	°C	25,4	25,2		
Peso Pic. + Agua = Wbw	g	699,30	699,16		
Peso Suelo Seco = Ws	g	99,22	49,32		
Peso Agua ; Ww=Ws+Wbw-Wbws	g	37,51	18,82		
GRAVEDAD ESPECIFICA, Gs	-	**2,64**	**2,62**		

SONDEO					
PROFUNDIDAD (m)					
PARAMETRO	UND	RESULTADOS			
Peso Pic. + Agua + Suelo = Wbws	g				
Temperatura	°C				
Peso Pic. + Agua = Wbw	g				
Peso Suelo Seco = Ws	g				
Peso Agua ; Ww=Ws+Wbw-Wbws	g				
GRAVEDAD ESPECIFICA, Gs	-				

OBSERVACIONES GENERALES:

VoBo AUTORIZADO: ING. NYRA SUAREZ

CONSULTECH soluciones geotécnicas	**DETERMINACION DE LOS TAMAÑOS DE LAS PARTICULAS - METODO DEL HIDROMETRO**	Formato:	LAB-R-08
		Version:	V.02
		Reviso/Aprobó:	M.M.
	Norma Asociada: INV E-123-13	Fecha Vigencia:	2014-06-22

CODIGO:	ES 07-21	CLIENTE:	TECNOSOFT S.A.S.
PROYECTO:	ESTUDIO GEOTECNICO - TANQUE ELEVADO DE 1000 M3 CON ESTACION DE BOMBEO EN PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE CONCORD		
LOCALIZACION:	MUNICIPIO DE MALAMBO - SECTOR DE CONCORD (ATL.)		
LABORATORISTA	JUAN CARLOS MANJARREZ	FECHA:	2021-06-03

SONDEO:	S2	COORDENADAS:	-	PROFUNDIDAD	8,50 - 9,00 m

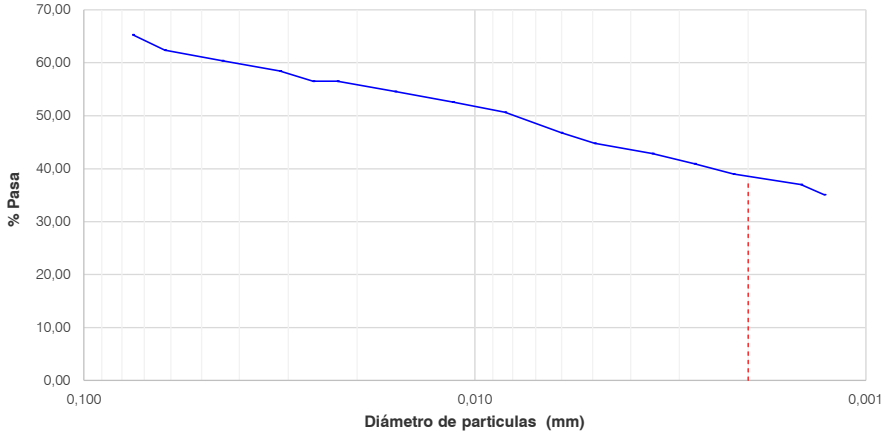
- **CONDICIONES INICIALES DEL ENSAYO**

Peso suelo seco, W =	g	50,00
Gravedad especifica, Gs =	-	2,72
Temperatura, T =	°C	26,16
% Pasa tamiz 200 =	%	65,30

- **CORRECCIONES**

Corrección de cero, C_0 =	4,00
Corrección por menisco, C_m=	1,00
Corrección por Gs, a =	0,98
Cooreccion por Temp y Gs, K =	0,0135

Tiempo	Lectura Real	Temperatura	Corrección por Temperatura suspension, K_T	Lectura Corregida, R	L	% Pasa	Diámetro (mm)
-	-	-	-	-	-	65,30	0,075
0,50	35	26,20	0,9985	31,95	10,56	62,35	0,062
1,00	34	26,20	0,9985	30,95	10,73	60,41	0,044
2,00	33	26,10	0,9985	29,95	10,89	58,46	0,032
3,00	32	26,20	0,9985	28,96	11,05	56,51	0,026
4,00	32	26,00	0,9985	28,96	11,05	56,51	0,022
8,00	31	26,10	0,9985	27,96	11,22	54,56	0,016
16,00	30	26,10	0,9985	26,96	11,38	52,61	0,011
30,00	29	26,30	0,9984	25,96	11,54	50,66	0,008
60,00	27	26,10	0,9985	23,96	11,87	46,77	0,006
90,00	26	26,30	0,9984	22,96	12,04	44,82	0,005
180,00	25	26,40	0,9984	21,96	12,20	42,87	0,004
300,00	24	26,40	0,9984	20,97	12,36	40,92	0,003
480,00	23	26,00	0,9985	19,97	12,53	38,97	0,002
1080,00	22	26,00	0,9985	18,97	12,69	37,02	0,001
1440,00	21	26,00	0,9985	17,97	12,86	35,08	0,001



HIDROMETRO
152 H

% ARCILLAS
38,0%

ACTIVIDAD (A)
0,44

CONSULTECH soluciones geotécnicas	**DETERMINACION DE LOS TAMAÑOS DE LAS PARTICULAS - METODO DEL HIDROMETRO**	Formato:	LAB-R-08
		Version:	V.02
		Reviso/Aprobó:	M.M.
	Norma Asociada: INV E-123-13	Fecha Vigencia:	2014-06-22

CODIGO:	ES 07-21	CLIENTE:	TECNOSOFT S.A.S.
PROYECTO:	ESTUDIO GEOTECNICO - TANQUE ELEVADO DE 1000 M3 CON ESTACION DE BOMBEO EN PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE CONCORD		
LOCALIZACION:	MUNICIPIO DE MALAMBO - SECTOR DE CONCORD (ATL.)		
LABORATORISTA	JUAN CARLOS MANJARREZ	FECHA:	2021-06-03

SONDEO:	S3	COORDENADAS:	-	PROFUNDIDAD	10,00 - 10,50 m

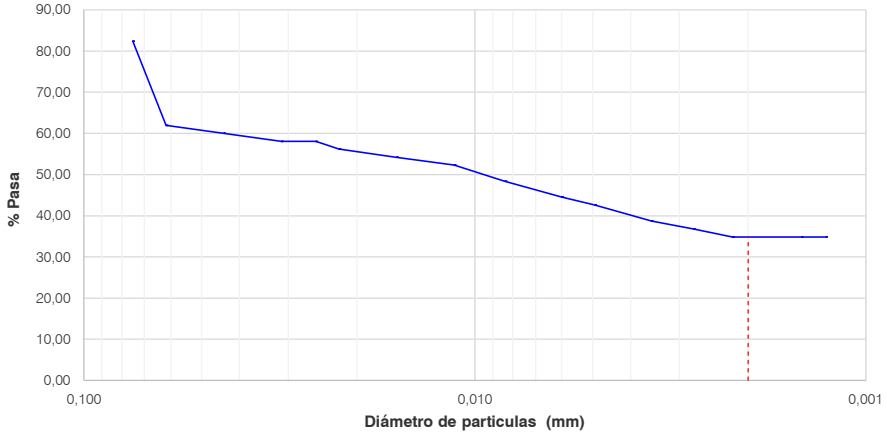
- **CONDICIONES INICIALES DEL ENSAYO**

Peso suelo seco, W =	g	50,00
Gravedad especifica, Gs =	-	2,75
Temperatura, T =	°C	26,19
% Pasa tamiz 200 =	%	82,37

- **CORRECCIONES**

Corrección de cero, C_0 =	4,00
Corrección por menisco, C_m=	1,00
Corrección por Gs, a =	0,97
Cooreccion por Temp y Gs, K =	0,0134

Tiempo	Lectura Real	Temperatura	Corrección por Temperatura suspension, K_T	Lectura Corregida, R	L	% Pasa	Diámetro (mm)
-	-	-	-	-	-	82,37	0,075
0,50	35	26,00	0,9985	31,95	10,56	61,96	0,062
1,00	34	26,20	0,9985	30,95	10,73	60,02	0,044
2,00	33	26,20	0,9985	29,95	10,89	58,09	0,031
3,00	33	26,20	0,9985	29,95	10,89	58,09	0,026
4,00	32	26,10	0,9985	28,96	11,05	56,15	0,022
8,00	31	26,20	0,9985	27,96	11,22	54,21	0,016
16,00	30	26,20	0,9985	26,96	11,38	52,28	0,011
30,00	28	26,30	0,9984	24,96	11,71	48,40	0,008
60,00	26	26,30	0,9984	22,96	12,04	44,53	0,006
90,00	25	26,20	0,9985	21,97	12,20	42,60	0,005
180,00	23	26,30	0,9984	19,97	12,53	38,72	0,004
300,00	22	26,10	0,9985	18,97	12,69	36,79	0,003
480,00	21	26,20	0,9985	17,97	12,86	34,85	0,002
1080,00	21	26,10	0,9985	17,97	12,86	34,85	0,001
1440,00	21	26,20	0,9985	17,97	12,86	34,85	0,001



HIDROMETRO
152 H

% ARCILLAS
35,0%

ACTIVIDAD (A)
0,57

COMPRESIÓN INCONFINADA EN MUESTRAS DE SUELOS

Norma Asociada: INV E - 152-13

ISO 9001:2008 OHSAS 18001:2007 BUREAU VERITAS Certification

PROYECTO:	ES 07-21: ESTUDIO GEOTECNICO – CONSTRUCCIÓN TANQUE ELEVADO DE 1000 M3 AGUA POTABLE – PLANTA EL CONCORDE.
LOCALIZACION:	MUNICIPIO DE MALAMBO (ATLANTICO)

MATERIAL	ARCILLA DE PLASTICIDAD MEDIA				
SONDEO:	S1	PROFUNDIDAD:	11,00 - 11,50 m	FECHA:	2020-06-19

Formato:	LAB-R-22
Version:	V.03
Reviso/Aprobó:	M.M.
Fecha Vigencia:	2019-08-28

▪ PARAMETROS DE LA MUESTRA

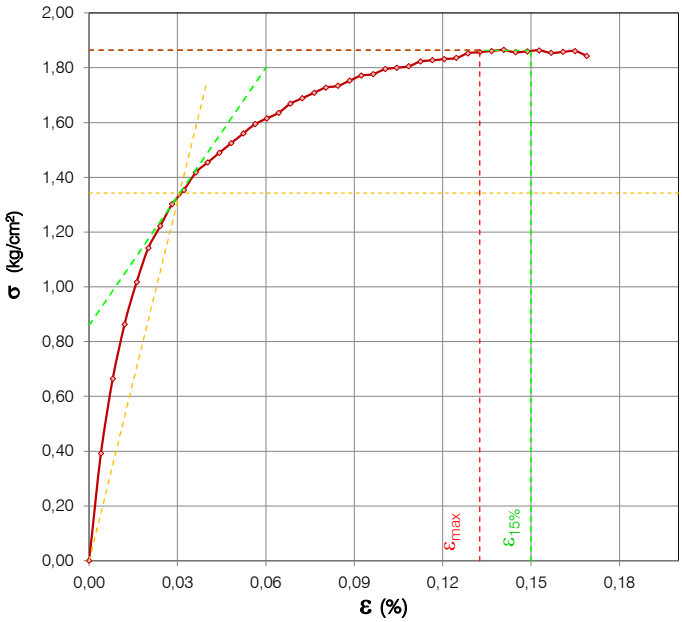
PARAMETRO	UND	CONDICION INICIAL	CONDICION FINAL
Diametro muestra:	cm	3,30	3,60
Altura muestra:	cm	7,50	6,40
Area muestra:	cm^2	8,55	10,18
Volumen muestra:	cm^3	64,15	65,14
Peso muestra húmeda:	cm^3	132,95	132,81

▪ CONDICIONES DE ENSAYO

PARAMETRO	UND	CONDICION INICIAL	CONDICION FINAL
Peso muestra - Seco	g	102,88	102,88
HUMEDAD NATURAL	%	29,23	29,09
Peso unitario húmedo	g/cm^3	2,07	2,04
Peso unitario seco	g/cm^3	1,60	1,58

▪ RESULTADOS DEL ENSAYO

ε (%)	FUERZA (kg)	$A_{corregida}$ (cm^2)	σ Kg/cm^2
0,0000	0,00	8,55	0,00
0,0040	3,36	8,59	0,39
0,0081	5,73	8,62	0,66
0,0120	7,47	8,66	0,86
0,0161	8,84	8,69	1,02
0,0201	9,97	8,73	1,14
0,0241	10,71	8,76	1,22
0,0282	11,46	8,80	1,30
0,0322	11,96	8,84	1,35
0,0362	12,58	8,87	1,42
0,0402	12,96	8,91	1,45
0,0442	13,33	8,95	1,49
0,0482	13,70	8,99	1,52
0,0523	14,08	9,03	1,56
0,0563	14,45	9,06	1,59
0,0603	14,70	9,10	1,62
0,0643	14,95	9,14	1,64
0,0683	15,32	9,18	1,67
0,0723	15,57	9,22	1,69
0,0763	15,82	9,26	1,71
0,0803	16,07	9,30	1,73
0,0844	16,19	9,34	1,73
0,0884	16,44	9,38	1,75
0,0924	16,69	9,42	1,77
0,0964	16,82	9,47	1,78
0,1005	17,07	9,51	1,79
0,1044	17,19	9,55	1,80
0,1084	17,32	9,59	1,81
0,1124	17,56	9,64	1,82
0,1165	17,69	9,68	1,83
0,1205	17,81	9,73	1,83
0,1246	17,94	9,77	1,84
0,1286	18,19	9,82	1,85
0,1326	18,31	9,86	1,86
0,1366	18,44	9,91	1,86
0,1407	18,56	9,95	1,86
0,1447	18,56	10,00	1,86
0,1487	18,69	10,05	1,86
0,1527	18,81	10,09	1,86
0,1568	18,81	10,14	1,85
0,1608	18,94	10,19	1,86
0,1649	19,06	10,24	1,86
0,1688	18,97	10,29	1,84
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-





TIPO DE FALLA: Fragil

▪ RESISTENCIA ULTIMA

q_u = 1,86 kg/cm^2

▪ RESISTENCIA AL CORTE NO DRENADA

c_u = 0,75 kg/cm^2

▪ MODULO ELASTICO

$E_{S\text{-}Tangente}$ = 30,00 kg/cm^2

$E_{S\text{-}Secante}$ = 43,75 kg/cm^2

$E_{S\text{-}Diseño}$ = 30,00 kg/cm^2

OBSERVACIONES :

VoBo AUTORIZADO: ING. NYRA SUAREZ

COMPRESIÓN INCONFINADA EN MUESTRAS DE SUELOS

Norma Asociada: INV E - 152-13

ISO 9001:2008 OHSAS 18001:2007 BUREAU VERITAS Certification

PROYECTO:	ES 07-21: ESTUDIO GEOTECNICO – CONSTRUCCIÓN TANQUE ELEVADO DE 1000 M3 AGUA POTABLE – PLANTA EL CONCORDE.
LOCALIZACION:	MUNICIPIO DE MALAMBO (ATLANTICO)

MATERIAL	ARCILLA DE PLASTICIDAD MEDIA				
SONDEO:	S3	PROFUNDIDAD:	10,00 - 11,50 m	FECHA:	2020-06-19

Formato:	LAB-R-22
Version:	V.03
Reviso/Aprobó:	M.M.
Fecha Vigencia:	2019-08-28

▪ PARAMETROS DE LA MUESTRA

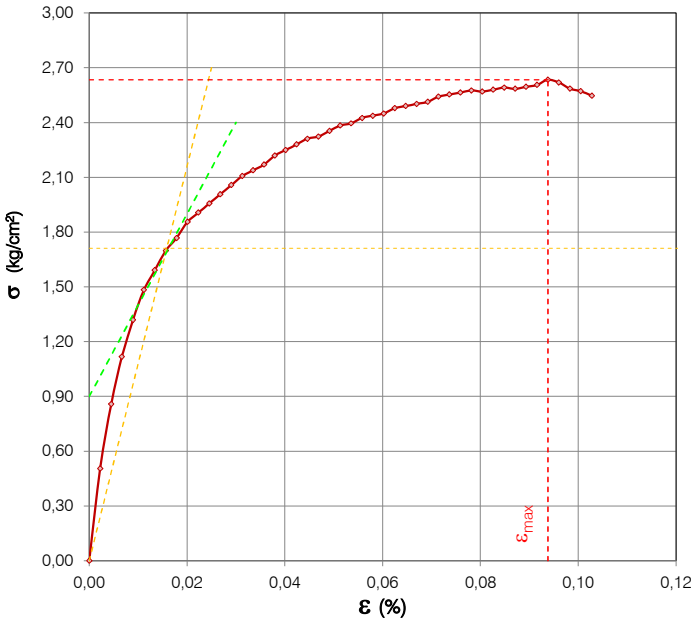
PARAMETRO	UND	CONDICION INICIAL	CONDICION FINAL
Diametro muestra:	cm	5,60	5,80
Altura muestra:	cm	13,50	12,50
Area muestra:	cm^2	24,63	26,42
Volumen muestra:	cm^3	332,51	330,26
Peso muestra húmeda:	cm^3	647,60	647,30

▪ CONDICIONES DE ENSAYO

PARAMETRO	UND	CONDICION INICIAL	CONDICION FINAL
Peso muestra - Seco	g	574,11	574,11
HUMEDAD NATURAL	%	12,80	12,75
Peso unitario húmedo	g/cm^3	1,95	1,96
Peso unitario seco	g/cm^3	1,73	1,74

▪ RESULTADOS DEL ENSAYO

ε (%)	FUERZA (kg)	$A_{corregida}$ (cm^2)	σ Kg/cm^2
0,0000	0,00	24,63	0,00
0,0022	12,47	24,69	0,51
0,0045	21,25	24,74	0,86
0,0067	27,71	24,80	1,12
0,0090	32,79	24,85	1,32
0,0112	36,95	24,91	1,48
0,0134	39,72	24,96	1,59
0,0157	42,49	25,02	1,70
0,0179	44,34	25,08	1,77
0,0201	46,65	25,14	1,86
0,0223	48,03	25,19	1,91
0,0246	49,42	25,25	1,96
0,0268	50,81	25,31	2,01
0,0291	52,19	25,37	2,06
0,0313	53,58	25,43	2,11
0,0335	54,50	25,48	2,14
0,0357	55,42	25,54	2,17
0,0380	56,81	25,60	2,22
0,0402	57,73	25,66	2,25
0,0424	58,66	25,72	2,28
0,0446	59,58	25,78	2,31
0,0469	60,04	25,84	2,32
0,0491	60,97	25,90	2,35
0,0513	61,89	25,96	2,38
0,0536	62,35	26,02	2,40
0,0558	63,28	26,09	2,43
0,0580	63,74	26,15	2,44
0,0602	64,20	26,21	2,45
0,0625	65,12	26,27	2,48
0,0647	65,58	26,33	2,49
0,0670	66,05	26,40	2,50
0,0692	66,51	26,46	2,51
0,0714	67,43	26,52	2,54
0,0737	67,89	26,59	2,55
0,0759	68,36	26,65	2,56
0,0782	68,82	26,72	2,58
0,0804	68,82	26,78	2,57
0,0826	69,28	26,85	2,58
0,0849	69,74	26,91	2,59
0,0871	69,74	26,98	2,58
0,0893	70,20	27,05	2,60
0,0916	70,67	27,11	2,61
0,0938	71,59	27,18	2,63
0,0960	71,38	27,25	2,62
0,0983	70,63	27,32	2,59
0,1005	70,42	27,38	2,57
0,1028	69,91	27,45	2,55
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-





TIPO DE FALLA: Fragil

▪ RESISTENCIA ULTIMA

q_u = 2,63 kg/cm^2

▪ RESISTENCIA AL CORTE NO DRENADA

c_u = 1,05 kg/cm^2

▪ MODULO ELASTICO

$E_{S\text{-}Tangente}$ = 80,00 kg/cm^2

$E_{S\text{-}Secante}$ = 108,00 kg/cm^2

$E_{S\text{-}Diseño}$ = 80,00 kg/cm^2

OBSERVACIONES :

VoBo AUTORIZADO: ING. NYRA SUAREZ