ESTUDIO DE SUELOS PARA CONSTRUCCIÓN DE AULAS EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA SANTA MARÍA, EN EL MUNICIPIO DE MONTERÍA, DEPARTAMENTO DE CÓRDOBA

INFORME GEOTÉCNICO AULAS INSTITUCIÓN EDUCATIVA SANTA MARÍA, PUEBLO DEL SINÚ, MONTERÍA - 2024

ELABORADO POR:

ROBINSON MARTINEZ SANDOVAL
INGENIERO CIVIL
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
MAGÍSTER EN INGENIERÍA

NOVIEMBRE DE 2024

Carrera 14C #39-38
B/ La floresta
Montería, Córdoba
604 7891152
313 7836397
imhingenieria@gmail.com

Tabla de contenido

Introducción 8

1 Objetivos 9

1.1 Objetivo general 9

1.2 Objetivos específicos 9

2 Antecedentes 10

2.1 Localización del proyecto 10

2.2 Descripción del proyecto 10

2.3 Zonificación Geotécnica 10

2.3.1 Geología 10

2.3.2 Geosismicidad 13

3 Marco teórico 15

3.1 Ensayo de penetración estándar, SPT 15

3.2 Perfil sísmico 16

3.3 Condiciones geotécnicas especiales 18

3.3.1 Actividad 18

3.3.2 Expansividad 19

3.3.2.1 Técnicas de mejoramiento de suelos expansivos 21

3.3.3 Potencial de licuación 22

3.3.4 Suelos colapsables 24

3.4 Capacidad de carga para cimentaciones superficiales 26

3.5 Asentamientos 28

3.5.1 Asentamientos inmediatos o elásticos 28

3.5.2 Asentamientos por consolidación 30

3.5.3 Propiedades geotécnicas para la evaluación de asentamientos 32

3.5.3.1 Módulo de elasticidad 32

3.5.3.2 Esfuerzo de Pre-consolidación (Pc): 33

3.5.3.3 Índice de Compresibilidad (Cc): 33

3.5.3.4 Índice de recompresibilidad (Cs): 33

3.5.3.5 Factor de influencia (I_i) 33

3.5.4 Asentamientos totales 34

3.6 Coeficiente de reacción vertical 34

INFORME GEOTÉCNICO AULAS INSTITUCIÓN EDUCATIVA SANTA MARÍA, BRISAS DEL SINÚ, MONTERÍA - 2024

Carrera 14C #39-38
B/ La floresta
Montería, Córdoba
604 7891152
313 7836397
imhingenieria@gmail.com

3.6.1 Criterio de rigidez relativa 35
3.6.2 Coeficiente de Balasto [ks] 36
4 Metodología 38
4.1 Trabajo de campo 38
4.2 Ensayos de laboratorio 38
4.3 Análisis de ingeniería 38
5 Resultados 40
5.1 Exploración del subsuelo 40
5.1.1 Profundidad y ubicación de las exploraciones 40
5.1.2 Registro fotográfico de actividades en campo 41
5.2 Caracterización geotécnica del sitio 44
5.2.1 Perfiles estratigráficos 44
5.2.2 Nivel freático 47
5.2.3 Modelo geotécnico 48
5.2.4 Definición del perfil sísmico del suelo 48
5.3 Condiciones geotécnicas especiales 50
5.3.1 Actividad 50
5.3.2 Expansividad 51
5.3.3 Potencial de licuación 52
5.3.4 Suelos colapsables 53
5.4 Determinación de propiedades geotécnicas del suelo de soporte 54
5.5 Evaluación de capacidad de carga para cimentación superficial 55
5.5.1 Capacidad de carga última 56
5.5.2 Capacidad de carga admisible 56
5.6 Evaluación de asentamientos cimentación superficial 57
5.6.1 Asentamientos inmediatos o elásticos 57
5.7 Evaluación coeficiente de reacción vertical 57
6 Conclusiones 59
7 Recomendaciones 61
7.1 Geotécnicas 61
7.2 Constructivas 61
7.2.1 Mejoramiento de suelo de soporte zona de contacto de cimentación 61

INFORME GEOTÉCNICO AULAS INSTITUCIÓN EDUCATIVA SANTA MARÍA, BRISAS DEL SINÚ, MONTERÍA - 2024

Carrera 14C #39-38
B/ La floresta
Montería, Córdoba
604 7891152
313 7836397
imhingenieria@gmail.com

7.2.2 Mejoramiento zona de pisos 63
8 Limitaciones del estudio geotécnico 64
Bibliografía.....65

INFORME GEOTÉCNICO AULAS INSTITUCIÓN EDUCATIVA SANTA MARÍA, BRISAS DEL SINÚ, MONTERÍA - 2024

Carrera 14C #39-38
B/ La floresta
Montería, Córdoba
604 7891152
313 7836397
imhingenieria@gmail.com

Índice de tablas

Tabla 1. Parámetros sísmicos según NSR10 14
Tabla 2. Criterios para clasificar el perfil de suelo 17
Tabla 3. Correlación entre Vs y N SPT....17
Tabla 4. Valores típicos de límites de consistencia para suelos....18
Tabla 5. Actividad en suelos con contenido de arcilla 19
Tabla 6. Criterios para evaluar la expansividad según NSR10 19
Tabla 7.Potencial de expansión de un suelo en función de IP, LC y LL 19
Tabla 8.Potencial de expansión en función del IP y LL 20
Tabla 9. factor de reducción de esfuerzos....22
Tabla 10. Valores de los coeficientes en función del contenido de finos (FC) 23
Tabla 11. Valores de gravedad específica para diferentes tipos de suelo 25
Tabla 12. Intervalos de compresibilidad, módulo edométrico y relación de Poisson....32
Tabla 13. Plan de exploración de campo realizado 40
Tabla 14. Profundidad explorada y coordenadas de las exploraciones....40
Tabla 15. Plan de ensayos de laboratorio realizados....45
Tabla 16. Características geotécnicas de los suelos comunes encontrados en el sondeo No 1 45
Tabla 17. Características geotécnicas de los suelos comunes encontrados en el sondeo No2 46
Tabla 18. Características geotécnicas de los suelos comunes encontrados en el sondeo No3 47
Tabla 19. Registro de nivel de aguas freáticas inicial y final 47
Tabla 20. Número de golpe promedio y cohesión promedio Sondeo No1....48
Tabla 21. Criterios de velocidad de onda de corte, Vs [m/s] Sondeo 1 49
Tabla 22. Número de golpe promedio y cohesión promedio Sondeo No2....49
Tabla 23. Criterios de velocidad de onda de corte, Vs [m/s] Sondeo 2 49
Tabla 24. Número de golpe promedio y cohesión promedio Sondeo No3....50
Tabla 25. Criterios de velocidad de onda de corte, Vs [m/s] Sondeo 3 50
Tabla 26. Evaluación de expansividad 51
Tabla 27. Valores de presión de expansión para cada sondeo 52
Tabla 28. Evaluación de licuación para el sondeo No. 1 52
Tabla 29. Evaluación de licuación para el sondeo No. 2 53
Tabla 30. Evaluación de licuación para el sondeo No. 3 53
Tabla 31. Revisión de suelos colapsables sondeo 1....54
Tabla 32. Revisión de suelos colapsables sondeo 2....54
Tabla 33. Revisión de suelos colapsables sondeo 3....54
Tabla 34. parámetros geotécnicos para utilizar en los diferentes análisis 55
Tabla 35. Capacidad de carga última para cimentación cuadrada 56
Tabla 36. Capacidad de carga última para cimentación rectangular y corrida 56
Tabla 37. Capacidad de carga admisible para cimentación cuadrada. 56
Tabla 38. Capacidad de carga admisible para cimentación rectangular y corrida 56
Tabla 39. Asentamientos inmediatos para cimentación cuadrada.....57
Tabla 40. Asentamientos inmediatos para cimentaciones rectangulares y corridas....57
Tabla 41. Coeficiente de reacción vertical para cimentación cuadrada 57

INFORME GEOTECNICO DE ESTUDIO DE LICUACION VEREDA SANTA MARIA BRISAS DEL RIO, MONTERIA - 2024

Carrera 14C #39-38
B/ La floresta
Montería, Córdoba
604 7891152
313 7836397
imhingenieria@gmail.com

Tabla 42. Coeficiente de reacción vertical para cimentación rectangular y corrida 58
Tabla 43.Módulo de reacción de balasto (Ks) para B y H variables para cimentación.....58

INFORME GEOTÉCNICO AULAS INSTITUCIÓN EDUCATIVA SANTA MARÍA, BRISAS DEL SINÚ, MONTERÍA - 2024

Carrera 14C #39-38
B/ La floresta
Montería, Córdoba
604 7891152
313 7836397
imhingenieria@gmail.com

Índice de figuras

Figura 1. Imagen satelital del sector 10
Figura 2. Principales rasgos tectónicos de las cuencas del VIM y Sinú–San Jacinto 12
Figura 3. Mapa geológico local 12
Figura 4. Placas tectónicas 13
Figura 5. Localización epicentral de sismos con magnitud mayor 13
Figura 6. Mapa de amenaza sísmica 14
Figura 7. Desarrollo de ensayo SPT 15
Figura 8. Grupos mineralógicos según índice de plasticidad y límite líquido 18
Figura 9. Criterios para evaluar la expansividad según los criterios de Abduljauwad y Al-Sulaimani 20
Figura 10. Curvas de CRR para evaluación de potencial a la licuación 23
Figura 11. Criterios de susceptibilidad a la licuación, Bray y otros 24
Figura 12. Estado de esfuerzo según teoría elástica. 29
Figura 13. Perfil de asentamiento para comportamiento rígido y flexible de la cimentación 30
Figura 14. Geometría de la cimentación 35
Figura 15. Luz, luz media y voladizos en una cimentación combinada 36
Figura 17. Determinación de rigidez de resorte para modelo estructural a partir de Ks 37
Figura 18. Ubicación de sondeos en el área de construcción proyectada 41
Figura 19. Registro fotográfico de exploraciones 41
Figura 20. Modelo geotécnico 48
Figura 21. Ubicación de materiales en la carta de plasticidad 51
Figura 22. Esquema de nomenclatura de dimensiones utilizadas en la evaluación de la capacidad de carga 55
Figura 23.Estructura de la cimentación más el mejoramiento 62

INFORME GEOTÉCNICO AULAS INSTITUCIÓN EDUCATIVA SANTA MARÍA, BRISAS DEL SINÚ, MONTERÍA - 2024

Carrera 14C #39-38
B/ La floresta
Montería, Córdoba
604 7891152
313 7836397
imhingenieria@gmail.com

Introducción

En el presente informe se expone los resultados de la exploración al sub suelo a través del ensayo de penetración estándar SPT, así mismo la información obtenida en los ensayos de laboratorio realizados a las muestras de suelo extraídas en condición alterada e inalterada, con lo cual, se elaboró los perfiles estratigráficos que permitieron la construcción de un modelo geotécnico, el cual, resume las condiciones hidráulicas y geomecánicas del sitio donde se proyecta la construcción de aulas en la Institución Educativa Santa María en el municipio de Montería, departamento de Córdoba. Seguidamente se realizó un análisis de ingeniería que arrojó la evaluación del perfil sísmico, de la capacidad de carga del suelo de soporte y los asentamientos esperados según el sistema de cimentación propuesto. También se expresan recomendaciones geotécnicas y constructivas según las condiciones geotécnicas especiales encontradas en el sitio.

INFORME GEOTÉCNICO AULAS INSTITUCIÓN EDUCATIVA SANTA MARÍA, BRISAS DEL SINÚ, MONTERÍA - 2024

Carrera 14C #39-38
B/ La floresta
Montería, Córdoba
604 7891152
313 7836397
imhingenieria@gmail.com

1 Objetivos

1.1 Objetivo general

- Determinar las condiciones geomecánicas especiales, perfil sísmico y características geomecánicas del suelo de soporte la institución Educativa Santa María, perteneciente al barrio Brisas del Sinú, en el municipio de Montería, donde se proyecta la construcción de unas aulas, en el departamento de Córdoba.

1.2 Objetivos específicos

- Clasificar el perfil en términos sísmicos a fin de determinar el espectro sísmico de diseño generalizado para el proyecto
- Evaluar los riesgos por condiciones geotécnicas especiales.
- Determinar las propiedades geotécnicas relevantes para el diseño de cimentación de la estructura proyectada.
- Plantear recomendaciones generales para el correcto manejo geotécnico del sector ante la intervención proyectada.

INFORME GEOTÉCNICO AULAS INSTITUCIÓN EDUCATIVA SANTA MARÍA, BRISAS DEL SINÚ, MONTERÍA - 2024

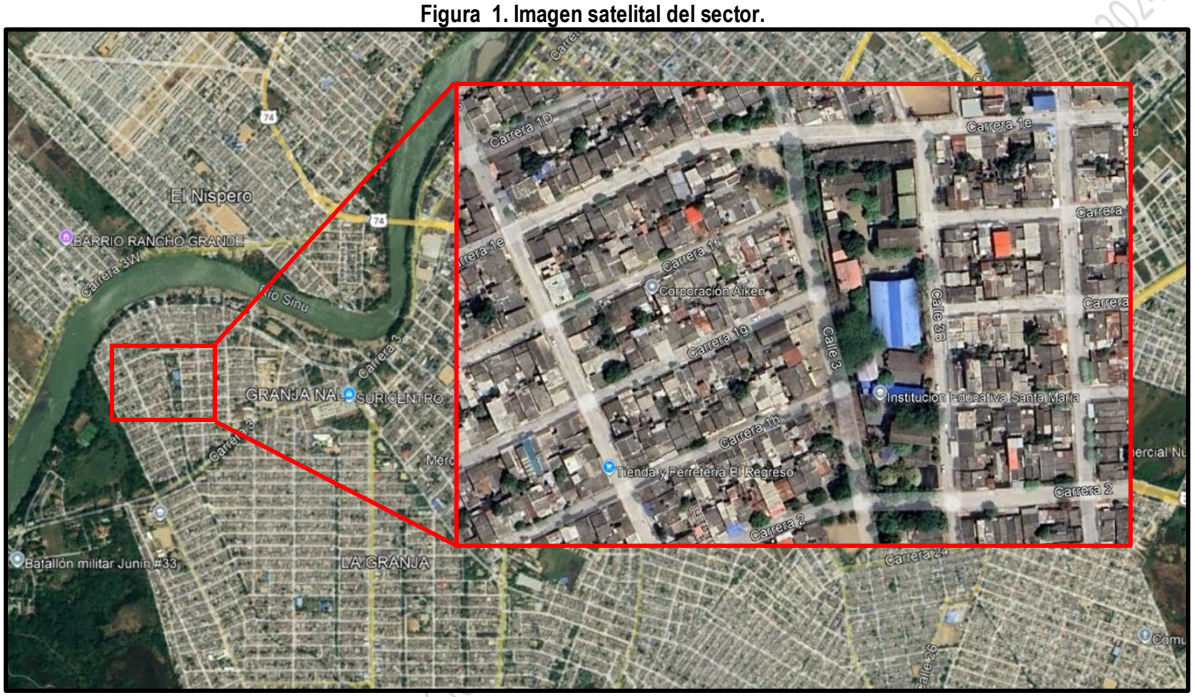
Carrera 14C #39-38
B/ La floresta
Montería, Córdoba
604 7891152
313 7836397
imhingenieria@gmail.com

2 Antecedentes

2.1 Localización del proyecto

El proyecto se encuentra localizado en el barrio Brisas del Sinú, zona urbana del municipio de Montería, Departamento de Córdoba.

Figura 1. Imagen satelital del sector.



Fuente: Google (2024). [Montería, Córdoba, Colombia]. Google Earth. https://www.googleearth.com]

2.2 Descripción del proyecto

El proyecto consiste en la construcción de aulas en un lote de 495.76 m^2, ubicado en la carrera 1E entre la calle 3 y la calle 3B, en el barrio Brisas del Sinú, del municipio de Montería, departamento de Córdoba. La anterior descripción se realiza con base en la información suministrada por el solicitante.

2.3 Zonificación Geotécnica

2.3.1 Geología

Para conocer un poco sobre la geología del sitio se hace necesario entender un poco el marco geológico regional y como se conforma la estructura de la cuenca caribe colombiana y la manera como esta ha evolucionado, aproximadamente a finales del Mesozoico se configuran dos estilos de márgenes continentales en el noroeste de Suramérica. En el cretácico tardío, hacia el oeste se desarrolló un margen activo sobre el actual Océano pacífico y ocurrió una colisión entre Suramérica y

INFORME GEOTÉCNICO AULAS INSTITUCIONALES 2024

Carrera 14C #39-38
B/ La floresta
Montería, Córdoba
604 7891152
313 7836397
imhingenieria@gmail.com

el límite este de la actual placa Caribe que ocasionó en el crecimiento de lo que ahora es la cordillera occidental de Colombia. De otra parte, hacia el norte de Suramérica se desarrolló un margen pasivo, que se ha relacionado con la extensión del mesozoico entre Norteamérica y Suramérica y por ende el desarrollo de la cuenca oceánica caribe.

Desde el cretácico tardío hasta el neógeno temprano, la placa pacífica comienza un movimiento continuo hacia el noreste a lo largo de una zona de fallas de orientación NE-SW. De esta manera se lleva a cabo el emplazamiento de la cordillera occidental y el casamiento de la cuenca caribe (terrenos del Sinú y san Jacinto). La cuenca caribe colombiana es una cuenca de margen de placa, de edad cenozoica, estructurada de dos fajas o cinturones plegados adyacentes:

- El Cinturón Plegado de San Jacinto acrecionado al margen del norte de Colombia en el paleógeno. La mayor parte de su extensión aflora costa adentro. La porción norte se encuentra bajo el mar.
- El Cinturón Plegado del Sinú, el cual parece haber sido emplazado a lo largo de la margen oeste del Cinturón de San Jacinto y su edad probable es neógena. Únicamente su porción sur aflora costa adentro; dos terceras partes de su extensión hacen parte de la actual plataforma costera.

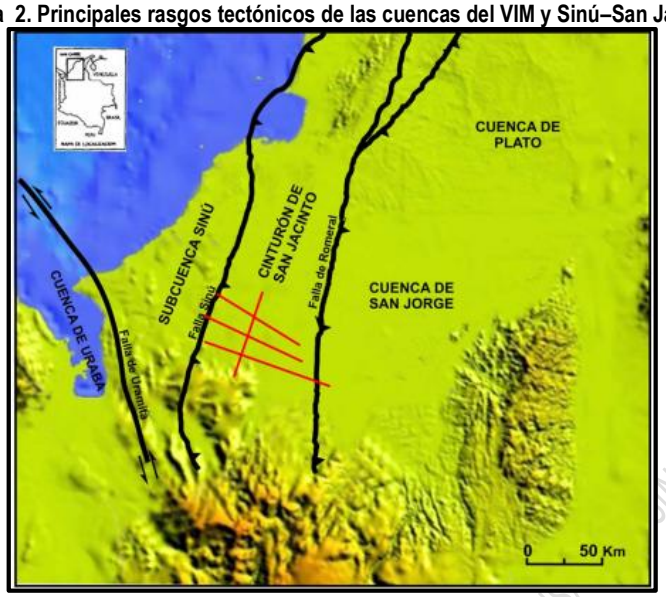
En el Cinturón Plegado del Sinú, así como en la culminación sur y norte del cinturón de san Jacinto, se desarrollan amplios sinclinales en relación con los mayores cabalgamientos, estas estructuras, por sus características representan cuencas longitudinales de hundimiento.

La geología del sitio indica la presencia de roca sedimentaria de ambiente marino, del período Neógeno (Plioceno). Geológicamente el sector se encuentra en la zona de ubicación del Cinturón Plegado del Sinú y el Cinturón de San Jacinto, más específicamente en el segundo. Estos dos cinturones se han formado por la ubicación geográfica que tiene esta zona del país, en donde la complejidad estructural y sedimentaria es producto de la estrecha interrelación y evolución tectono sedimentaria de la esquina noroccidental de Suramérica, donde la interacción de las placas tectónicas ha jugado un papel preponderante; como resultado de la convergencia de estas placas desde finales del Mesozoico se han formados las dos franjas plegadas, conocidas como Cinturón del Sinú, en la parte más occidental costera, y el Cinturón Fragmentado de San Jacinto, en la parte oriental del área, limitadas por el lineamiento del Sinú, como se puede observar en la figura 2.

INFORME GEOTECNICO VIAS INSTITUCION EDUCATIVA SANTA MARÍA, RIO SINÚ, MONTERÍA 2024

Carrera 14C #39-38
B/ La floresta
Montería, Córdoba
604 7891152
313 7836397
imhingenieria@gmail.com

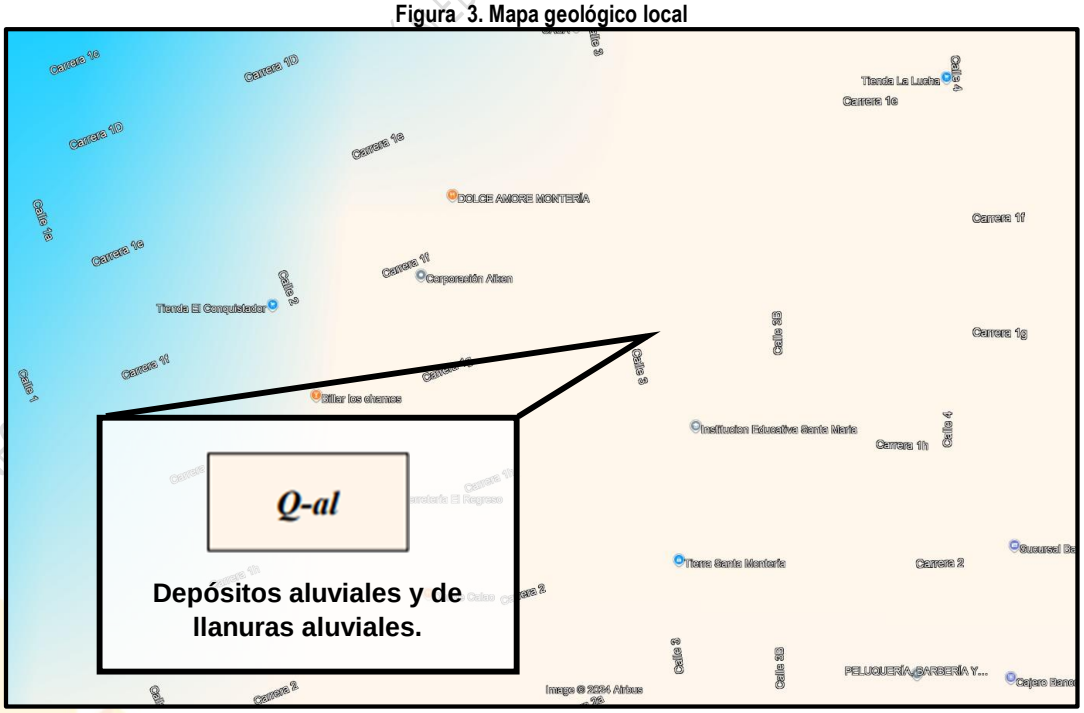
Figura 2. Principales rasgos tectónicos de las cuencas del VIM y Sinú–San Jacinto



Fuente: (Geokinetics International Inc, 2009)

Los depósitos que conforman los suelos del sitio son de naturaleza aluvial, producto de la sedimentación que ha producido el río Sinú y sus caños a lo largo de su existencia geológica. Son principalmente de características limo-arcillosas de consistencia media y baja con intercalaciones de depósitos arenosos sueltos, limpios y finos. El cauce del río Sinú a lo largo de su historia geológica ha ido migrando de occidente a oriente lo cual ha hecho que existan meandros y cursos antiguos abandonados.

Figura 3. Mapa geológico local



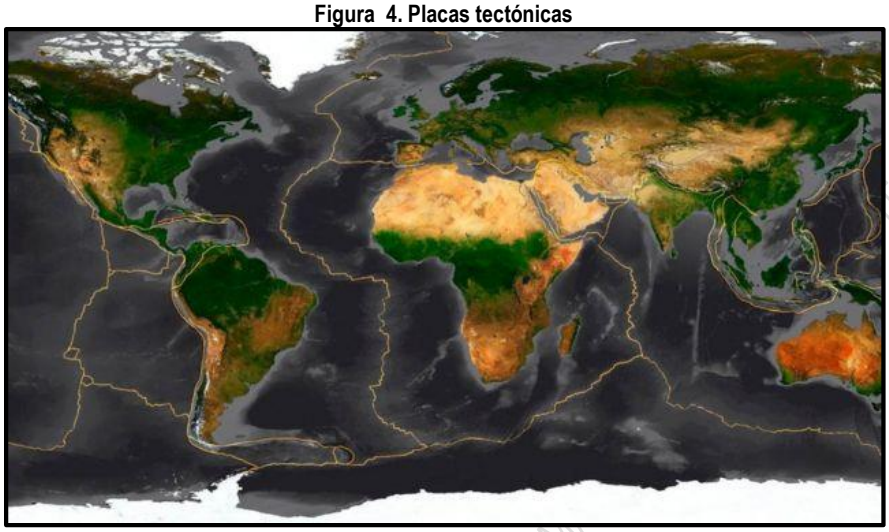
Fuente: (Gómez & Montes, 2020) modificada por el autor

Carrera 14C #39-38
B/ La floresta
Montería, Córdoba
604 7891152
313 7836397
imhingenieria@gmail.com

2.3.2 Geosismicidad

Esta zona presenta una tectónica importante relacionada con la acción de las placas tectónicas Caribe y Suramérica, como se puede observar en la figura 4.

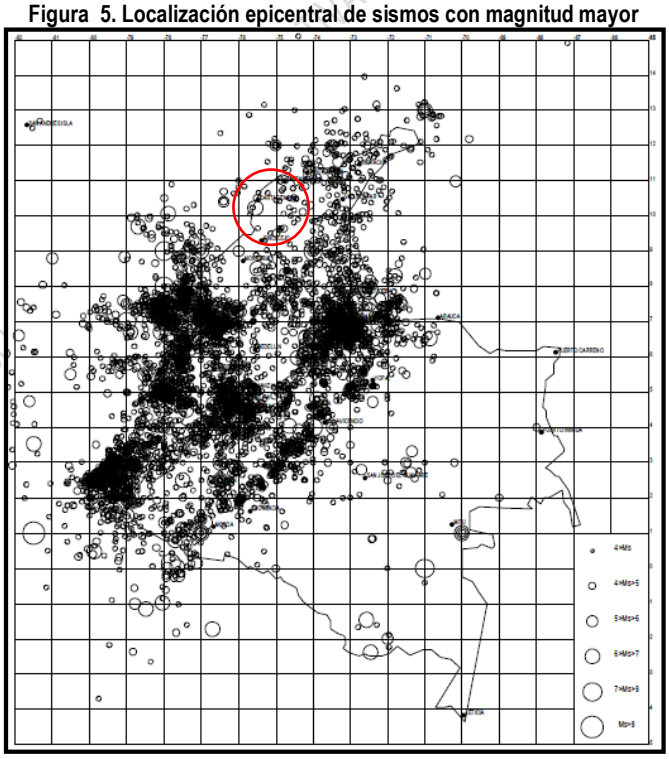
Figura 4. Placas tectónicas



Fuente: (Woo, 2017)

Las figuras 5 y 6 evidencian la sismicidad de la zona de estudio.

Figura 5. Localización epicentral de sismos con magnitud mayor

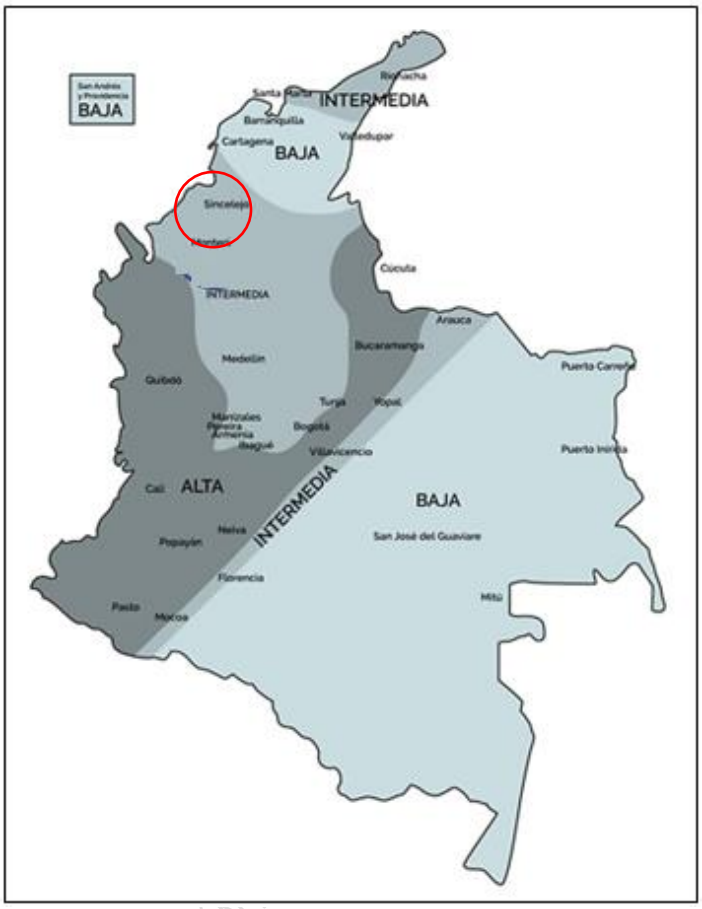


Fuente: (NSR, 2010)

INFORME GEOTÉCNICO

Carrera 14C #39-38
B/ La floresta
Montería, Córdoba
604 7891152
313 7836397
imhingenieria@gmail.com

Figura 6. Mapa de amenaza sísmica



Fuente: (Guzmán Garzón)

De acuerdo con lo descrito en la NSR10, el sitio en donde se realizará el proyecto (Municipio de Montería) se encuentra ubicado en una zona de amenaza intermedia.

Tabla 1. Parámetros sísmicos según NSR10

Zona de Amenaza Sísmica	A_a Coeficiente que representa la aceleración horizontal pico efectiva	A_v Coeficiente que representa la velocidad horizontal pico efectiva	A_e Coeficiente que representa la aceleración pico efectiva para diseño de seguridad limitada	A_d Coeficiente que representa la aceleración pico efectiva para el umbral de diseño
Intermedia	0,10	0,15	0,06	0,04

Fuente: (NSR, 2010)

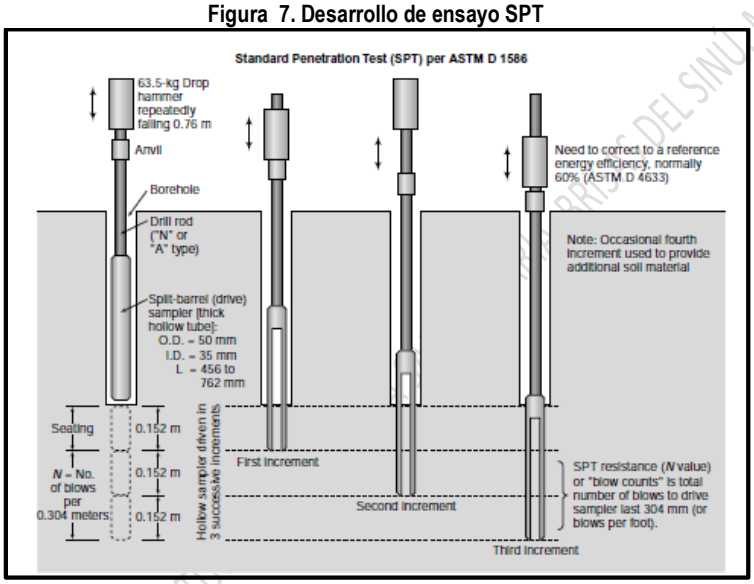
Carrera 14C #39-38
B/ La floresta
Montería, Córdoba
604 7891152
313 7836397
imhingenieria@gmail.com

3 Marco teórico

3.1 Ensayo de penetración estándar, SPT

La prueba de penetración estándar (SPT) se desarrolló alrededor de 1927 y es quizás la prueba de campo más popular. El SPT se realiza clavando un muestreador de cuchara partida estándar en el suelo mediante golpes de un martillo de caída de 63,5 kg de masa que cae 760 mm (Figura 7). El muestreador se clava 152 mm (6 pulg.) En el suelo en el fondo de un pozo y se cuenta el número de golpes (N) necesarios para impulsarlo 304 mm adicionales. El número de golpes (N) se denomina número de penetración estándar.

Figura 7. Desarrollo de ensayo SPT



Fuente: (BUDHU, 2010)

La palabra "estándar" es un nombre inapropiado para la prueba de penetración estándar. Se utilizan varios métodos en diferentes partes del mundo para soltar el martillo. Además, prevalecen diferentes tipos de yunques, varillas y longitudes de varilla. Se aplican varias correcciones a los valores de N para tener en cuenta las pérdidas de energía, la presión de sobrecarga, la longitud de la varilla, etc. Es habitual corregir los valores de N a una relación de energía de las varillas del 60%. La relación de energía de la varilla es la relación entre la energía entregada al muestreador de cuchara partida y la energía de caída libre del martillo. Los valores N corregidos se denotan como N_{60}.

El SPT es muy útil para determinar cambios en la estratigrafía y localizar el lecho rocoso. Además, puede inspeccionar el suelo en el muestreador de cuchara partida para describir el perfil del suelo y extraer muestras alteradas para pruebas de laboratorio.

INFORME GEOTÉCNICO AU ASUNTO: ESTUDIOS DE SUELOS Y DISEÑOS DEL SINÚ MONTERÍA - 2014

Carrera 14C #39-38
B/ La floresta
Montería, Córdoba
604 7891152
313 7836397
imhingenieria@gmail.com

3.2 Perfil sísmico

Con el objeto de evaluar el perfil sísmico de suelo, se establecen dos procedimientos, uno para la presencia de suelos no cohesivos, el cual se fundamenta en la obtención del número medio de golpes por pie de penetración registrado en el ensayo de penetración estándar, para lo cual se utilizó la expresión A.2.4-3, que esta consignada en el numeral A.2.4.3.2 de la NSR-2010**.** La cual, se expresa a continuación:

$$\bar{N}_{ch}=\frac{d_s}{\sum_{i=1}^{m}\frac{d_i}{N_i}} \quad (1)$$

Donde:

d_s = es la suma de los espesores de los m estratos de suelos no cohesivos localizados dentro de los 30 m superiores del perfil.

N_i = número de golpes por píe obtenidos en el ensayo de penetración estándar, realizado in situ de acuerdo con la norma ASTM D 1586, haciendo corrección por energía N_{60}, correspondiente al estrato i. El valor de Ni a emplear para obtener el valor medio, no debe exceder 100.

D_i = espesor del estrato i, localizado dentro de los 30 m superiores del perfil

Para suelos cohesivos la evaluación del perfil sísmico se soporta en la evaluación de la resistencia al corte no drenado, para lo cual se utiliza la expresión A.2.4-3, que esta consignada en el numeral A.2.4-4 en NSR-10**.** La cual se expresa a continuación:

$$\bar{S}_u=\frac{d_c}{\sum_{i=1}^{k}\frac{d_i}{S_{ui}}} \quad (2)$$

Donde:

d_c = es la suma de los espesores de los k estratos de suelos cohesivos localizados dentro de los 30 m superiores del perfil.

d_i = espesor del estrato i, localizado dentro de los 30 m superiores del perfil

S_{ui} = resistencia al corte no drenado en kPa, del estrato i

S_u = resistencia al corte no drenado promedio de los estratos cohesivos.

Adicionalmente en la tabla 2, la cual fue tomada de NSR-10 se observa diferentes categorizaciones para la obtención del perfil sísmico, lo cual está en función de la velocidad de onda de cortante [V_s].

La velocidad de onda de corte [V_s] es uno de los datos de entrada para el desarrollo de análisis de respuesta local en términos de movimientos debido a la acción sísmica. Para la estimación de V_s de una manera rápida y aproximada se cuenta con varias correlaciones de diferentes autores según el tipo de suelo. A continuación, se relacionan las ecuaciones que permiten la obtención de la V_s a partir de la información obtenida en el ensayo de penetración estándar SPT.

INFORME TÉCNICO ANEXO INSTITUCIÓN EDUCATIVA SANTA MARÍA DE LAS DELICIAS DEL SINÚ MONTERÍA - 2024

Carrera 14C #39-38
B/ La floresta
Montería, Córdoba
604 7891152
313 7836397
imhingenieria@gmail.com

Tabla 2. Criterios para clasificar el perfil de suelo

Tipo de perfil	Descripción	Definición
A	Perfil de roca competente	$\bar{v}_s \geq 1500$ m/s
B	Perfil de roca de rigidez media	1500 m/s > $\bar{v}_s \geq 760$ m/s
C	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	760 m/s> $\bar{v}_s \geq 360$ m/s
	perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con cualquiera de los dos criterios	$\bar{N} \geq 50$, o $\bar{s}_u \geq 100$ kPa (≈1 kgf/cm²)
D	Perfiles de suelos rígidos que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	360 m/s > $\bar{v}_s \geq 180$ m/s
	perfiles de suelos rígidos que cumplan cualquiera de las dos condiciones	50 > $\bar{N} \geq 15$, o 100 kPa (≈1 kgf/cm²) > $\bar{s}_u \geq 50$ kPa (≈0.5 kgf/cm²)
E	Perfil que cumpla el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	180 m/s > $\bar{v}_s$
	perfil que contiene un espesor total **H** mayor de 3 m de arcillas blandas	**IP** > 20 **w** ≥ 40% 50 kPa (≈0.50 kgf/cm²) > $\bar{s}_u$
F	Los perfiles de suelo tipo **F** requieren una evaluación realizada explícitamente en el sitio por un ingeniero geotecnista de acuerdo con el procedimiento de A.2.10. Se contemplan las siguientes subclases: F_1 — Suelos susceptibles a la falla o colapso causado por la excitación sísmica, tales como: suelos licuables, arcillas sensitivas, suelos dispersivos o débilmente cementados, etc. F_2 — Turba y arcillas orgánicas y muy orgánicas (**H** > 3 m para turba o arcillas orgánicas y muy orgánicas). F_3 — Arcillas de muy alta plasticidad (**H** > 7.5 m con Índice de Plasticidad **IP** > 75) F_4 — Perfiles de gran espesor de arcillas de rigidez mediana a blanda (**H** > 36 m)	

Fuente: (NSR, 2010)

Tabla 3. Correlación entre Vs y N SPT

No.	Autor	Todos los suelos	Arenas	Arcillas
1	kanai (1966)	$Vs=19N^{0.6}$		
2	Ohba y Toriumi (1970)	$Vs=84N^{0.31}$		
3	Shibata (1970)		$Vs=32N^{0.5}$	
4	Imai y Yoshimura (1970)	$Vs=76N^{0.33}$		
5	Fujiwara (1972)	$Vs=92.1N^{0.337}$		
6	Ohta et al (1972)		$Vs=87N^{0.36}$	
7	Ohsaki y Iwasaki(1973)	$Vs=82N^{0.39}$		
8	Imai y Yoshimura (1975)	$Vs=92N^{0.329}$		
9	Imai (1977)	$Vs=91N^{0.337}$	$Vs=80.6N^{0.331}$	$Vs=80.2N^{0.292}$
10	Otha y Goto (1978)	$Vs=85.35N^{0.348}$	$Vs=88N^{0.34}$	
11	JRA (1980)		$Vs=80N^{0.33}$	$Vs=100N^{0.33}$
12	Seed y Idriss (1981)	$Vs=61N^{0.5}$		
13	Imai y Tonouchi (1982)	$Vs=97N^{0.314}$		
14	Sykora y Stoke (1983)		$Vs=100.5N^{0.29}$	
15	Jinan (1987)	$Vs=116.1(N+0.3185)^{0.202}$		
16	Okamoto et al. (1989)		$Vs=125N^{0.3}$	
17	Lee (1990)		$Vs=57.4N^{0.49}$	$Vs=114.43N^{0.31}$
18	Sisman (1995)	$Vs=32.8N^{0.51}$		
19	Athanasopoulos (1995)	$Vs=107.6N^{0.36}$		$Vs=76.55N^{0.445}$
20	Iyisan (1996)	$Vs=51.5N^{0.516}$		
21	Jafari et al. (1997)	$Vs=22N^{0.85}$		
22	Kiku et al. (2001)	$Vs=68.3N^{0.292}$		
23	Jafari et al. (2002)			$Vs=27N^{0.73}$
26	Japan Road Association (2002)		$Vs=80N^{0.333}$	$Vs=100N^{0.333}$
24	Hasancebi y Ulusay (2007)	$Vs=90N^{0.308}$	$Vs=90.82N^{0.319}$	$Vs=97.89N^{0.269}$
27	Alfaro (2007)			$Vs=91.44N^{0.298}$
25	Maheshwari et al. (2010)	$Vs=95.64N^{0.301}$	$Vs=100.53N^{0.265}$	$Vs=89.30N^{0.358}$
28	Tsiambaos and Sabatakakis (2011)	$Vs = 105.7N^{0.327}$	$Vs = 79.7N^{0.365}$	$Vs = 88.8N^{0.370}$
29	Anbazhagan et al (2012)	$Vs = 68.96N^{0.51}$	$Vs = 60.17N^{0.56}$	$Vs = 106.63N^{0.39}$

Fuente: (Vera Centeno, 2019)

INFORME GEOTÉCNICO - INSTITUCIÓN EDUCATIVA SAN FRANCISCO, BRISAS DEL SINÚ, MONTERÍA - 2024

Carrera 14C #39-38
B/ La floresta
Montería, Córdoba
604 7891152
313 7836397
imhingenieria@gmail.com

3.3 Condiciones geotécnicas especiales

3.3.1 Actividad

Los suelos de grano fino con contenido de arcilla se pueden categorizar según la conformación mineralógica, la cual, ayuda a estimar la actividad de estos, siendo este aspecto una medida que las alteraciones que puede experimentar volumétrica y geomecánicamente por el cambio de las condiciones de humedad a las cuales puede estar sometido durante la etapa de construcción.

La actividad se puede cuantificar a través del índice de actividad, el cual es la relación entre el índice de plasticidad y el porcentaje de arcilla de la masa de suelo.

$$A = \frac{IP}{\%Arcilla} \quad (3)$$

Donde,

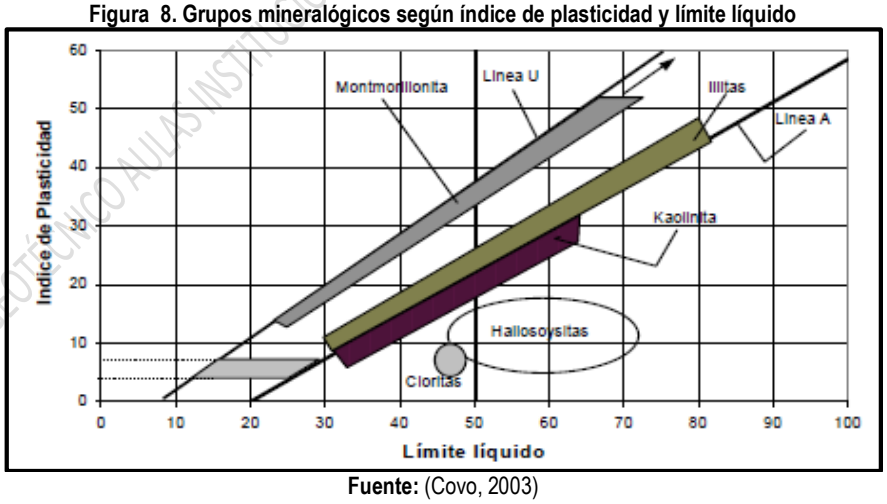
A: actividad

IP: índice de plasticidad [%]

%Arcilla: fracción de material más fino a 2 micras [%]

En la figura 8, se muestran la superposición de la carta de plasticidad de Casagrande y los grupos mineralógicos de las arcillas, lo cual permite a través de los límites de Atterberg clasificar según el grupo mineralógico.

Figura 8. Grupos mineralógicos según índice de plasticidad y límite líquido



Fuente: (Covo, 2003)

Tabla 4. Valores típicos de límites de consistencia para suelos

Tipo de suelo	Límite líquido, LL (%)	Límite plástico, LP (%)	Índice de plasticidad, IP (%)
Arena	-	No plástico	-
Limo	30 - 40	20 – 25	10 - 15

INFORME GEOTÉCNICO AULAS INSTITUCIÓN EDUCATIVA SANTA MARÍA, BRISAS DEL SINÚ, MONTERÍA - 2024

Carrera 14C #39-38
B/ La floresta
Montería, Córdoba
604 7891152
313 7836397
imhingenieria@gmail.com

Arcilla	40 – 150	25 - 50	15 – 100
Minerales			
Kaolinitas	50 - 60	30 – 40	10 – 25
Ilitas	95 – 120	50 – 60	50 – 70
Montmorillinitas	290 – 710	50 – 100	200 – 660

Fuente: (BUDHU, 2010)

Tabla 5. Actividad en suelos con contenido de arcilla

Descripción	Actividad, A
Inactiva	< 0.75
Normal	0.75 – 1.25
Activa	1.25 – 2.00
Muy activa	> 6.00
Minerales	
Kaolinitas	0.30 – 0.50
Ilitas	0.50 – 1.30
Montmorillinitas - Na	4.00 – 7.00
Montmorillinitas - Ca	0.50 – 2.00

Fuente: (BUDHU, 2010)

3.3.2 Expansividad

El término expansividad puede definirse como la capacidad de un suelo de experimentar cambios volumétricos o de generar presión (si el suelo está confinado) al modificarse las condiciones de humedad. Existen varios criterios para evaluar la expansividad de una manera indirecta a través de la determinación del límite líquido, límite de contracción e índice de plasticidad. A continuación, se muestra en las tablas 6, 7 y 8 los criterios expuestos por la NSR-10 en el capítulo H.9.1.3, también se muestra los criterios de Chen (1987) y Djedid et al (2001) publicado por Rondon y Reyes (2022) y finalmente el criterio de INVIAS (2013a)

Tabla 6. Criterios para evaluar la expansividad según NSR10

Potencial de expansión	Expansión en consolidómetro [%]	Límite líquido LL [%]	Límite de contracción LC, [%]	Índice de plasticidad IP, [%]
Muy alto	> 30	> 63	< 10	> 32
Alto	20 - 30	50 - 63	6 – 12	23 – 45
Medio	10 - 20	39 - 50	8 – 18	12 – 34
Bajo	< 10	< 39	> 13	< 20

Fuente: (NSR, 2010)

Tabla 7.Potencial de expansión de un suelo en función de IP, LC y LL

Potencial de expansión	IP [%]	LC [%]	LL [%]
Alto	> 25	7 - 12	50 - 70
Moderado	15 – 25	10 - 15	35 - 50

INFORMACIÓN DE USO EXCLUSIVO AULAS INSTITUCIÓN EDUCATIVA SANTA MARÍA DE LAS MISAS DEL SINÚ, MONTERÍA - 2024

Carrera 14C #39-38
B/ La floresta
Montería, Córdoba
604 7891152
313 7836397
imhingenieria@gmail.com

Bajo	< 18	> 15	20 - 35

Fuente: tomado de Chen (1987) y Djedid et al (2001)

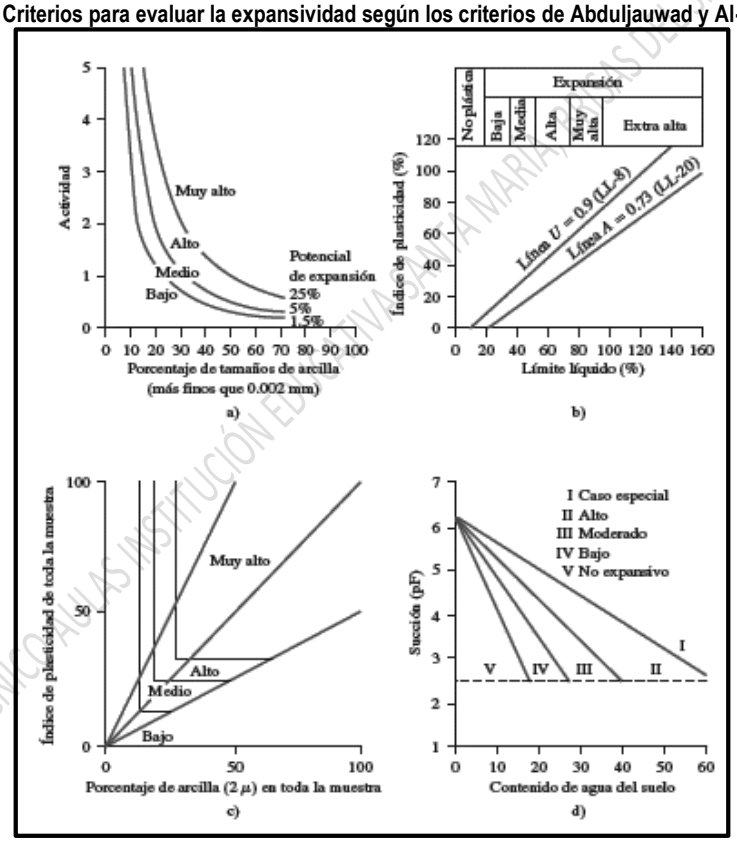
Tabla 8.Potencial de expansión en función del IP y LL

Potencial de expansión	LL [%]	IP [%]
Alto	> 60	> 35
Moderado	50 – 60	25 – 35
Bajo	< 50	< 25

Fuente: INVIAS (2013a) e INV. E-132

Otra forma de realizar la evaluación de la susceptibilidad a la expansión de materiales de grano fino es a través de los resultados de los límites de Atterberg y la ubicación de estos en la carta de plasticidad y siguiendo los criterios de Abduljauwad y Al-Sulaimani (figura 9).

Figura 9. Criterios para evaluar la expansividad según los criterios de Abduljauwad y Al-Sulaimani



Fuente: (DAS, Principios de Ingeniería de cimentaciones, 2012)

La predicción del potencial y presión de expansión es muy importante en el diseño de cimientos en suelos expansivos. Komornik y David (Komornik, 1969) realizaron pruebas de presión de expansión en muestras de suelo inalteradas y con base en análisis estadísticos de regresión desarrollaron la siguiente expresión,

$$LogP_{ex} = -2.132 + 0.021LL + 6.65 \times 10^{-4}\gamma_d - 0.027W_n \quad (4)$$

INFORME GEOTÉCNICO AULAS INSTITUCIÓN EDUCATIVA SANTA MARÍA DE LAS DELICIAS DE SINÚ, MONTERÍA - 2024

Carrera 14C #39-38
B/ La floresta
Montería, Córdoba
604 7891152
313 7836397
imhingenieria@gmail.com

Donde:

P_{ex}: presión de expansión, [kgf / cm^2]

LL: límite líquido. [%]

γ_d: peso unitario seco, [kgf / m^3]

W_n: contenido de humedad, [%]

3.3.2.1 Técnicas de mejoramiento de suelos expansivos

3.3.2.1.1 Sustitución

Consiste en el remplazo o retiro de suelo expansivo por material granular que no presente cambios volumétricos por la fluctuación de humedad, este procedimiento es viable para áreas que representan un volumen de remplazo pequeño. Las ventajas que presenta esta técnica se relacionan a continuación:

- La capa de remplazo (material granular) funciona como frontera contra la ascensión capilar del suelo.
- El costo de sustituir o reemplazar el suelo expansivo es menor que el desarrollo de una estabilización química (cal o cemento)
- El material de aporte o sustituto (material granular) compacto presenta mayor capacidad de soportar cargas.

Cuando se implemente esta técnica, se deberá describir el tipo de material sustituto, área y profundidad hasta la cual se deba realizar el reemplazo.

3.3.2.1.2 Estabilización química

Esta técnica consiste en la adición de agentes estabilizadores como la cal o el cemento, los cuales reaccionan en presencia de agua, generando una reorientación de las cargas eléctricas lo cual, se expresa como una modificación del material produciendo una disminución del índice de plasticidad e índice de contracción. La adición de cal o cemento es porcentual con base al peso seco del suelo a

estabilizar. La principal desventaja de esta técnica es la logística de equipos para garantizar un proceso de mezcla intima entre el suelo y el agente estabilizador.

3.3.2.1.3 Compactación

Esta técnica busca el mejoramiento de la resistencia a partir de la reducción de vacíos en la masa de suelo a través de medios mecánicos. Esta técnica presenta diferencia significativa en los métodos según el tipo de suelo. Para suelos de características granulares se recomienda la vibración (rodillos lisos), mientras que para suelos cohesivos se recomienda la compresión (pata de cabra).

INFORME GEOTÉCNICO PARA LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA SANTA MARÍA, BRISAS DE SINÚ, MONTERÍA - 2024

Carrera 14C #39-38
B/ La floresta
Montería, Córdoba
604 7891152
313 7836397
imhingenieria@gmail.com

3.3.2.1.4 Humedecimiento o Presaturación

Consiste en desarrollar un proceso de hidratación con el objeto de inducir la expansión y luego mantener constante el contenido de agua o la humedad y de esta manera generar cambios volumétricos tolerables que no representen daño a las estructuras.

La mayor desventaja de este método de mejoramiento está asociado a las bajas permeabilidades de los suelos de grano fino (arcillas y limos), lo cual, genera un alto costo debido al tiempo que se requiera para generar un aumento del grado de saturación del suelo

3.3.3 Potencial de licuación

La resistencia a la licuación de suelos es función de dos variables: en primer lugar, la demanda sísmica de la capa de suelo, expresada en términos de la relación de tensiones cíclicas (CSR), y, en segundo lugar, la capacidad del suelo para resistir la licuación, expresada en términos de la relación de resistencia cíclica (CRR). En general, cada uno de estos métodos semiempíricos propone una expresión para la determinación de la resistencia cíclica (CRR). El factor de seguridad frente a licuación puede definirse como el cociente CRR/CSR. Para calcular el potencial de licuación de los suelos arenosos encontrados se sigue el procedimiento establecido en el capítulo H.7 de la NSR10.
Para realizar el cálculo correspondiente se utiliza la aceleración pico esperada establecida en la NSR10 para el municipio de Cereté, Departamento de Córdoba, cuyo valor es 0.15g. El sitio se encuentra localizado en una zona de amenaza sísmica intermedia.

Seed y Idriss [Seed & Idriss, 1971], [Seed & Idriss, 1982], propusieron la siguiente expresión para el cálculo del CSR:

$$\text{CSR} = \frac{\tau_{av}}{\sigma'_{vo}} = 0.65 \frac{a_{\max}}{g} \frac{\sigma_v}{\sigma'_{vo}} r_d \qquad (5)$$

En donde,
a_{max}: aceleración pico horizontal en la superficie del terreno generada por el sismo.
g: aceleración de la gravedad, [m / s^2]
σ_v: es el esfuerzo vertical total. [kPa]
σ_{vo}: es el esfuerzo vertical efectivo. [kPa]
r_d: factor de reducción de esfuerzos, debido a la flexibilidad del suelo

Para el factor reductor de esfuerzos se utiliza la ecuación de Youd e Idriss (1997) la cual depende de las profundidades:

Tabla 9. factor de reducción de esfuerzos

Profundidad, z [m]	r_d
z≤9.2	1-0.00765z

INFORME TÉCNICO AULAS INSTITUCIÓN EDUCATIVA SANTA MARÍA LAS PEÑAS MONTERÍA - 2024

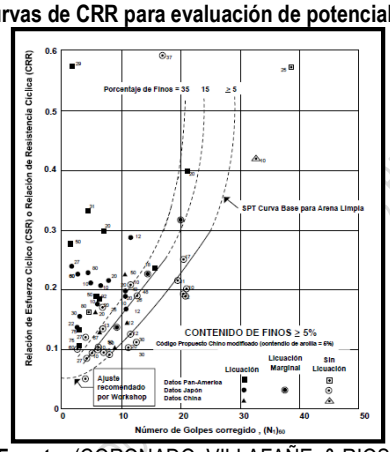
Carrera 14C #39-38
B/ La floresta
Montería, Córdoba
604 7891152
313 7836397
imhingenieria@gmail.com

9.2<z≤23	1.174-0.0267z
23<z≤30	0.744-0.008z
z>30	0.50

Fuente: (CORONADO, VILLAFAÑE, & RIOS)

Para determinar CRR (Relación de esfuerzos cíclicos) a partir del N (número de penetración estándar) corregido y con el porcentaje de finos (porcentaje que pasa por el tamiz número 200) se utiliza la modificación expresada en el Workshop de 1997 por los autores [Youd et al., 1997], los cuales realizan una ligera modificación a la curva inicialmente propuesta por Seed [Seed & Idriss, 1971], con el fin de que las curvas para arenas limpias tengan una mayor consistencia con las curvas desarrolladas, la cual se muestra en la figura 10.

Figura 10. Curvas de CRR para evaluación de potencial a la licuación



Fuente: (CORONADO, VILLAFAÑE, & RIOS)

La curva así propuesta se ilustra en la figura 10. Para el caso de arenas limpias, por ejemplo, los autores recomiendan utilizar la ecuación propuesta por Rauch de la Universidad de Texas:

$$CRR_{7.5} = \frac{1}{34 - (N_1)_{60}} + \frac{(N_1)_{60}}{135} + \frac{50}{[10(N_1)_{60} + 45]^2} - \frac{1}{200} \quad (6)$$

Donde $(N_1)_{60}$ es el número de golpes del ensayo SPT normalizados para una energía del 60%, $CRR_{7.5}$, es la relación de resistencia cíclica para un sismo de magnitud 7.5.

Las curvas son válidas para $(N_1)_{60} < 30$. Para $(N_1)_{60} \geq 30$ las arenas limpias son muy densas, y por tanto clasifican como no licuables.

$$(N_1)_{60cs} = \propto + \beta (N_1)_{60} \quad (7)$$

Donde $\propto$ y β son coeficientes, que dependen del contenido de finos, cuyos valores se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 10. Valores de los coeficientes en función del contenido de finos (FC)

FC	$\propto$	β
≤ 5%	0	1

INFORME GEOTÉCNICO ALTAS INSTITUCIÓN EDUCATIVA BRISAS DEL SINÚ, MONTERÍA 2024

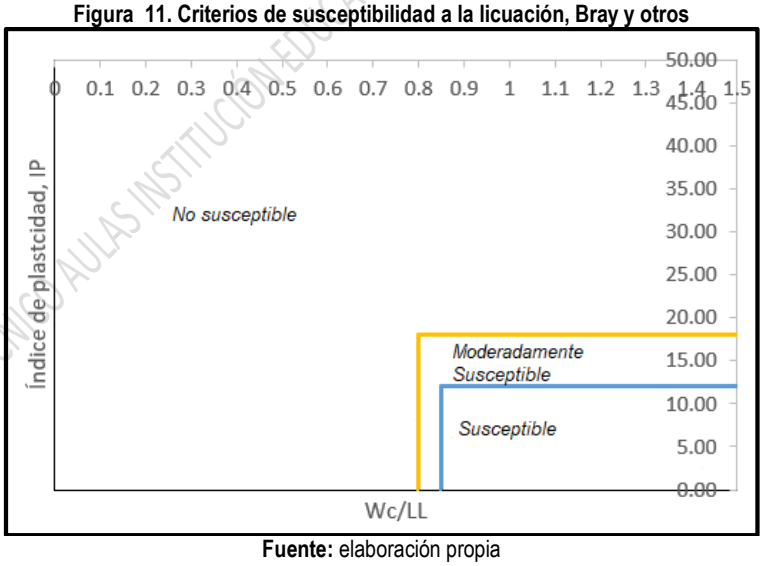
Carrera 14C #39-38
B/ La floresta
Montería, Córdoba
604 7891152
313 7836397
imhingenieria@gmail.com

5%≤ $FC \leq$ 35%	$\exp[1.76 - \frac{190}{FC^2}]$	$[0.99 + (\frac{FC^{1.5}}{1000})]$
FC≥ 35%	5.0	1.2

Fuente: (CORONADO, VILLAFAÑE, & RIOS)

(Bray, Jonathan D & Sancio, Rodolfo B, 2006) concluyeron que la licuefacción de suelos de grano fino se manifiesta típicamente como movilidad cíclica con deformación de flujo limitada como resultado de una pérdida transitoria de resistencia al corte debido al desarrollo de presiones de agua intersticial excesivas. En este contexto, el criterio wc / LL para determinar la susceptibilidad a la licuefacción de suelos de grano fino parece ser robusto. Para suelos similares de grano fino con tensiones de confinamiento similares, una relación wc / LL más baja es representativa de un OCR más alto y una resistencia al corte sin drenaje más alta. Es poco probable que los suelos plásticos de grano fino con wc / LL <0,8 sean susceptibles a la licuefacción, y aquellos con altas proporciones wc / LL (por ejemplo, >1) son los principales candidatos para la licuefacción, especialmente si el suelo es de baja plasticidad. Adicionalmente limos jóvenes, poco profundos, no plásticos y los limos arcillosos de baja plasticidad (PI <12) con un alto contenido de agua y una relación de límite líquido (wc / LL> 0,85) pueden licuarse bajo una carga cíclica significativa. Además, limos arcillosos y arcillas limosas de plasticidad moderada (12 < PI <18) a wc / LL> 0,8 puede sufrir licuefacción cuando se agita intensamente durante un número significativo de ciclos de carga. Además, puede haber casos en los que suelos sensibles con PI > 18 sufren una severa pérdida de resistencia como resultado de la acción sísmica, los resultados de este análisis se muestran a continuación en la figura 11,

Figura 11. Criterios de susceptibilidad a la licuación, Bray y otros



Fuente: elaboración propia

3.3.4 Suelos colapsables

Determinados tipos de suelos pueden sufrir una disminución de volumen a la que se asocia un asentamiento sin necesidad de que les sea aplicada ninguna carga vertical, lo cual, es debido al proceso de una saturación sobrevenida.

INFORME GEOTÉCNICO AULAS INSTITUCIÓN EDUCATIVA SANTA MARÍA DE LAS PEDRINÍ MONTERÍA - 2024

Carrera 14C #39-38
B/ La floresta
Montería, Córdoba
604 7891152
313 7836397
imhingenieria@gmail.com

- Composición mineralógica con presencia de elementos solubles en agua: el acceso de agua a la estructura del material supondrá un proceso de disolución de parte de la estructura, colapsando el resto para reordenarse hasta alcanzar un grado de empaquetado conforme al estado de tensiones en que se encuentre el terreno.
- Textura granular con una estructura soportada por la matriz, en la cual los elementos de la fracción gruesa se encuentran separados y unidos entre ellos por elementos de granulometría fina (partículas de limos o arcillas) que pueden verse alterados por la saturación del material.
- Falta de compacidad de determinados suelos, de granulometría muy fina y baja plasticidad (limos): algunas formaciones de limos sedimentados en régimen eólico y bajo clima árido pueden sufrir un proceso de colapso si su humedad supera un determinado límite, por encima del cual las tensiones capilares (que juegan un papel esencial en el mantenimiento de la estructura) se desequilibran.
- Fenómenos asociados a procesos de pérdidas de la granulometría más fina (limo, arcilla) por erosión interna o por lavado inducido por un gradiente hidráulico sobrevenido (por bombeo de un pozo, por ejemplo.)

La estimación de la condición de colapso en una masa de suelo se da cuando el volumen de vacíos iguala la cantidad de agua en el punto del límite líquido. La NSR-10 en el titulo H, permite el uso de las siguientes expresiones para evaluar el potencial de colapso en una masa de suelo. El suelo es colapsable cuando:

$$\frac{\gamma_d}{\gamma_{dcrit}} \leq 1 \quad (8)$$

Donde:

$$\gamma_{dcrit} = \frac{\gamma_w}{\left(\frac{1}{G_s}\right) + LL} \quad (9)$$

γ_w : peso unitario del agua, [kN / m^3]

G_s: gravedad específica, [adimensional]. Los valores de gravedad específica se pueden obtener a partir de las siguientes consideraciones:

Tabla 11. Valores de gravedad específica para diferentes tipos de suelo

Tipo de suelo	G_s
Arena de cuarzo	2.64-2.66
Limo	2.67-2.73
Arcilla	2.70-2.90
Yeso	2.60-2.75
Loes	2.65-2.73
Turbo	1.30-1.90

Fuente: (DAS, Principios de Ingeniería de cimentaciones, 2012)

INFORME GEOTÉCNICO AULAS INSTITUCIÓN EDUCATIVA SANTA MARÍA DE LAS PALMAS

Carrera 14C #39-38
B/ La floresta
Montería, Córdoba
604 7891152
313 7836397
imhingenieria@gmail.com

LL: límite líquido, [%]

γ_d: es el peso unitario seco, [kN / m^3]. Se puede obtener a partir de la siguiente expresión:

$$\gamma_d = \frac{\gamma_t}{(1+\omega)} \quad (10)$$

3.4 Capacidad de carga para cimentaciones superficiales

Terzaghi (1943) derivó ecuaciones de capacidad de carga basadas en el mecanismo de falla de Prandtl (1920) y el método de equilibrio límite para una zapata a una profundidad Df por debajo del nivel del suelo de un suelo homogéneo. Para la mayoría de las zapatas poco profundas, la profundidad Df, llamada profundidad de empotramiento o profundidad de desplante.

Las ecuaciones de la capacidad de carga última desarrollada por Terzaghi y las modificaciones geométricas conexas son sólo para cimentaciones continuas, cuadradas y circulares; no abordan el caso de cimentaciones rectangulares (0 <B/L <1). Además, las ecuaciones no toman en cuenta la resistencia cortante a lo largo de la superficie de falla en el suelo arriba del fondo de la. Además, la carga sobre la cimentación puede estar inclinada. Para tomar en cuenta todos estos factores, Meyerhof (1963) sugirió la forma siguiente de la ecuación general de la capacidad de carga:

$$q_{u_i} = c \cdot N_c \cdot f_{c_i} \cdot i_c + q \cdot N_q \cdot f_{q_i} \cdot i_q + \frac{1}{2} \cdot \gamma' \cdot B_{i_i} \cdot N_\gamma \cdot f_{\gamma_i} \cdot d_\gamma \cdot i_\gamma \quad (11)$$

Donde:

C = cohesión
q = esfuerzo efectivo al nivel del fondo de la cimentación
γ = peso específico del suelo
B = ancho de la cimentación (diámetro para una cimentación circular)
f_c, f_q, f_γ = factores de forma
d_c, d_q, d_γ = factores de profundidad
i_c, i_q, i_γ = factores de inclinación
N_c, N_q, N_γ = factores de capacidad de carga

Los factores de capacidad de carga se determinan a partir del ángulo de fricción interna (Φ) del suelo de soporte. A continuación, se muestran las expresiones de estos.

$$N_q := \left(\tan\left(45° + \left(\frac{\phi}{2}\right)°\right)\right)^2 \cdot e^{\pi \cdot \tan(\phi°)} \quad \text{Reissner (1924)} \quad (12)$$

INFORME PRELIMINAR INSTITUCIÓN EDUCATIVA SANTA MARÍA DE LAS PALMAS DEL SUR - MONTERÍA - 2024

Carrera 14C #39-38
B/ La floresta
Montería, Córdoba
604 7891152
313 7836397
imhingenieria@gmail.com

$$N_c := \begin{cases} \pi + 2 & \text{if } \phi = 0 \\ (N_q - 1) \cdot \cot(\phi^\circ) & \text{else} \end{cases}$$ Prandlt (1921) (13)

$$N_\gamma := 2 \cdot (N_q + 1) \cdot \tan(\phi^\circ)$$ Vesic (1973) (14)

Los factores de forma, profundidad e inclinación dependen de los factores de carga.

Factores de forma – Beer (1970)

$$f_{c_i} := 1 + \frac{B_{i_i}}{L_{i_i}} \cdot \frac{N_q}{N_c}$$ (15)

$$f_{q_i} := 1 + \frac{B_{i_i}}{L_{i_i}} \cdot \tan(\phi^\circ)$$ (16)

$$f_{\gamma_i} := 1 - 0.4 \cdot \frac{B_{i_i}}{L_{i_i}}$$ (17)

Factores de profundidad – Hansen (1970)

$$d_{c_i} := \begin{cases} 1 + 0.4 \cdot \frac{D_f}{B_{i_i}} & \text{if } \frac{D_f}{B_{i_i}} \le 1 \\ 1 + 0.4 \cdot \operatorname{atan}\left(\frac{D_f}{B_{i_i}}\right) & \text{else} \end{cases}$$ (18)

INFORME GEOTÉCNICO AULAS INSTITUCIÓN EDUCATIVA SANTA MARÍA, BRISAS DEL SINÚ, MONTERÍA - 2024

Carrera 14C #39-38
B/ La floresta
Montería, Córdoba
604 7891152
313 7836397
imhingenieria@gmail.com

$$d_{q_i} := \text{if } \frac{D_f}{B_{i_i}} \le 1 \quad \left\| 1 + 2 \cdot \tan(\phi^\circ) \cdot (1 - \sin(\phi^\circ))^2 \cdot \left(\frac{D_f}{B_{i_i}}\right) \right. \quad \text{else} \quad \left\| 1 + 2 \cdot \tan(\phi^\circ) \cdot (1 - \sin(\phi^\circ))^2 \cdot \operatorname{atan}\left(\frac{D_f}{B_{i_i}}\right) \right. \tag{19}$$

$$d_\gamma := 1 \tag{20}$$

Factores de inclinación - Meyerhof (1963); Hanna y Meyerhof (1981)

$$i_c := \left(1 - \frac{\beta^\circ}{90^\circ}\right)^2 \tag{21}$$

$$i_q := \left(1 - \frac{\beta^\circ}{90^\circ}\right)^2 \tag{22}$$

$$i_\gamma := 1 \tag{23}$$

La evaluación de la capacidad de carga admisible neta de una cimentación se fundamenta en el método de diseño de esfuerzo admisible (ASD).

$$q_{Admneto} = \frac{q_u - q}{F.S} \tag{24}$$

3.5 Asentamientos

La respuesta de una masa de suelo en términos de deformabilidad debido a la colocación de cargas se conoce como asentamientos, los cuales se categorizan en inmediatos o elásticos y por consolidación.

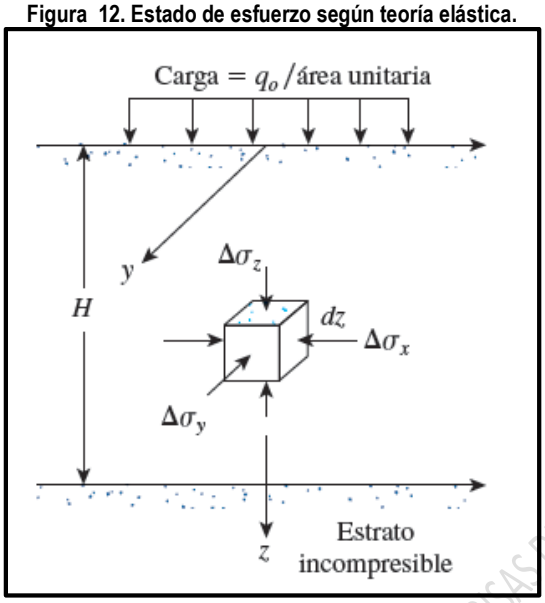
3.5.1 Asentamientos inmediatos o elásticos

El asentamiento elástico de una cimentación superficial se puede estimar utilizando la teoría de la Elasticidad (ley de Hooke) para un estado de esfuerzo principal, en la figura 13 se muestran los estados de esfuerzo para esta condición,

INFORME GEOTECNICO AULAS INSTITUCIÓN EDUCATIVA SANTA MARÍA, BRISAS DEL SINÚ, MONTERÍA - 2024

Carrera 14C #39-38
B/ La floresta
Montería, Córdoba
604 7891152
313 7836397
imhingenieria@gmail.com

Figura 12. Estado de esfuerzo según teoría elástica.



Fuente: (DAS, Principios de Ingeniería de cimentaciones, 2012)

La ley de Hooke para un estado de incremento de carga principal se expresa de manera matricial así:

$$\begin{bmatrix}\varepsilon_x\\ \varepsilon_y\\ \varepsilon_z\end{bmatrix} = \frac{1}{E}\cdot\begin{bmatrix}1 & -\nu & -\nu\\ -\nu & 1 & -\nu\\ -\nu & -\nu & 1\end{bmatrix}\cdot\begin{bmatrix}\Delta\sigma_x\\ \Delta\sigma_y\\ \Delta\sigma_z\end{bmatrix} \quad (25)$$

Donde:

ε_x, ε_y, ε_z = deformación unitaria en las direcciones X, Y y Z
$\Delta\sigma_x$, $\Delta\sigma_y$, $\Delta\sigma_z$ = incremento de carga en las direcciones X, Y y Z
ν = relación de Poisson
E = módulo de elasticidad

El asentamiento elástico producto del incremento de carga vertical se obtiene a través de la siguiente expresión:

$$S_e = \int_0^H \varepsilon_z \, dz = \frac{1}{E}\cdot\int_0^H \left(-\nu\cdot\Delta\sigma_x - \nu\cdot\Delta\sigma_y + \Delta\sigma_z\right) dz \quad (26)$$

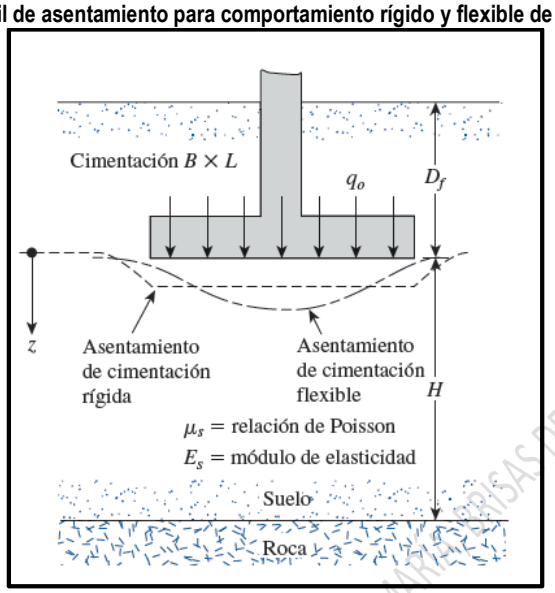
Para una adecuada evaluación de los asentamientos elásticos o inmediatos se debe revisar el comportamiento de la cimentación, es decir, estimar si se comportará como una cimentación flexible o rígida y de esta manera realizar la corrección del asentamiento obtenido en el caso que sea rígida, en la figura 13 se muestra el perfil del asentamiento para ambos comportamientos,

GEOTÉCNICO PARA LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA SANTA MARÍA, BIRRAS DEL SINÚ, MONTERÍA - 2024

Carrera 14C #39-38
B/ La floresta
Montería, Córdoba
604 7891152
313 7836397
imhingenieria@gmail.com

$$S_{rígido} = 0.93 \cdot S_{flexible} \quad (27)$$

Figura 13. Perfil de asentamiento para comportamiento rígido y flexible de la cimentación



Fuente: (DAS, Principios de Ingeniería de cimentaciones, 2012)

De una manera específica el análisis de asentamientos elásticos o inmediatos se puede también determinar a través de la siguiente expresión:

$$s_e = \frac{I_S B q_{Adm}}{E_s} (1 - \nu^2) \quad (28)$$

Dónde:

Se: Asentamiento elástico, mm

B: Ancho de la cimentación, (m)

qAdm: Capacidad admisible de carga de la cimentación, KN/m2

Es: Módulo de elasticidad del suelo, KN/m2 (ecuación 35)

ν : Relación de Poisson de la masa de suelo (tabla 12)

I_s: Factor de influencia.

3.5.2 Asentamientos por consolidación

El asentamiento por consolidación primario unidimensional (ocasionado por una carga adicional) de una capa de arcilla se puede determinar a partir de la siguiente ecuación,

INFORME GEOTÉCNICO PARA LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA SANTA MARÍA - TIERRAS DEL SINÚ, MONTERÍA - 2024

Carrera 14C #39-38
B/ La floresta
Montería, Córdoba
604 7891152
313 7836397
imhingenieria@gmail.com

$$S_c = \frac{\Delta e}{1 + e_0} \cdot H_c \quad (29)$$

Donde:

Δe = cambio en la relación de vacío producto del incremento de carga
e_0 = relación de vacíos antes de la aplicación del incremento de carga
H_c= altura del estrato de compresible.
S_c= asentamiento por consolidación primaria.

La variación de la relación de vacíos producto del incremento de carga, se determina a partir de la definición de la relación de consolidación (OCR), la cual, nos permite diferenciar entre un suelo normalmente consolidado y sobre consolidado. La relación de consolidación está definida como la relación que existe entre el máximo esfuerzo histórico soportado por la masa de suelo a una profundidad y el esfuerzo vertical actuante a la misma profundidad. Si la relación de consolidación es menor o iguala a la unidad, el suelo es normalmente consolidado.

SI el valor numérico obtenido en la evaluación de la relación es mayor que la unidad el suelo presenta un comportamiento preconsolidado o sobreconsolidado.

Se puede presentar las siguientes situaciones en la evaluación de la variación de la presión de la relación de vacíos.

Para suelos normalmente consolidados.

$$\Delta e = c_c \cdot log\left(\frac{\sigma_o{}' + \Delta\sigma'}{\sigma_o{}'}\right) \quad (30)$$

Para suelos sobre consolidados

$$\sigma_o{}' + \Delta\sigma' \leq P_c{}' \quad (31)$$

$$\Delta e = c_s \cdot log\left(\frac{\sigma_o{}' + \Delta\sigma'}{\sigma_o{}'}\right) \quad (32)$$

$$\sigma_o{}' \leq P_c{}' \leq \sigma_o{}' + \Delta\sigma' \quad (33)$$

$$\Delta e = c_s \cdot log\left(\frac{P_c{}'}{\sigma_o{}'}\right) + c_s \cdot log\left(\frac{\sigma_o{}' + \Delta\sigma'}{P_c{}'}\right) \quad (34)$$

Donde:

Δσ´= incremento de carga
$\sigma_o{}'$= esfuerzo efectivo inicial
$P_c{}'$= esfuerzo de preconsolidación
C_c = índice de compresibilidad

INSTITUCIÓN EDUCATIVA SANTA MARIA PRISAS DE SAUL MONTERÍA - 2024

Carrera 14C #39-38
B/ La floresta
Montería, Córdoba
604 7891152
313 7836397
imhingenieria@gmail.com

C_s = índice de recompresibilidad

3.5.3 Propiedades geotécnicas para la evaluación de asentamientos

Para obtener los parámetros geotécnicos necesarios para la evaluación de asentamientos se emplean algunas correlaciones, las cuales se mencionan a continuación:

3.5.3.1 Módulo de elasticidad

En las arcillas según (Delgado Vargas, Ingeniería de fundaciones, fundamentos e introducción al análisis geotécnico, 1996) el módulo de elasticidad se puede calcular con la siguiente ecuación,

$$E_s = E_o \cdot \frac{(1+\nu)\cdot(1-2\cdot\nu)}{(1-\nu)} \quad (35)$$

Donde:

E_o: módulo edométrico del suelo de soporte, el cual según (Delgado Vargas, El coeficiente de balasto, 1993) se define como,

$$E_{0=}140c \quad (36)$$

Siendo c la cohesión

ν: Relación de Poisson del suelo de soporte

En el presente documento los valores de Relación de Poisson se toman de la tabla 12, tomada de (Delgado Vargas, Interacción suelo - estructura, 2012)

Tabla 12. Intervalos de compresibilidad, módulo edométrico y relación de Poisson

Compresibilidad	Módulo edométrico kN/m²	Relación de Poisson	Suelos
Muy alta	< 1000	0.43 – 0.35	Arcillas y limos lacustres.
Alta	1000 – 5000	0.35 – 0.30	Arcillas y limos, limos arenosos lacustres. Suelos residuales. Polvo volcánico suelto.
Media	5000 – 20000	0.30 – 0.25	Arcillas y limos compactos, sedimentos eólicos finos. Suelos residuales y sedimentos volcánicos semicompactos. Aluviones finos.
Baja	20000 – 50000	0.25	Arena, limos compactos, suelos aluviales. Sedimentos compactos y bien gradados.

INFORME GEOTÉCNICO AULAS I.E. INSTITUCIÓN EDUCATIVA SANTA MARÍA, BRISAS DEL SINÚ, MONTERÍA - 2024

Carrera 14C #39-38
B/ La floresta
Montería, Córdoba
604 7891152
313 7836397
imhingenieria@gmail.com

Muy baja	>50000	0.25	Arenas, suelos gravosos. Sedimentos aluviales compactos, cementados y bien gradados.

3.5.3.2 Esfuerzo de Pre-consolidación (Pc):

Para determinar el esfuerzo o presión de preconsolidación (Pc) se utilizó el menor valor entre la ecuación planteada por los investigadores Kulhawy y Mayne (1990) y el máximo valor del esfuerzo vertical registrado en el ensayo de compresión simple. En ambos casos el valor de Pc se obtiene en unidades de kN/m^2,

$$P_c = P_o \cdot \left(10^{\left(1 - 2.5\,IL - 1.25\,log\left(\frac{P_o}{Pa}\right)\right)}\right) \quad (37)$$

Donde

Po: esfuerzo efectivo en la profundidad (kN/m^2)
IL: índice de liquidez
Pa; presión atmosférica 101.32 kPa

3.5.3.3 Índice de Compresibilidad (Cc):

Para obtener este parámetro se pueden usar dos ecuaciones diferentes que se muestran a continuación:

$$C_c = 0.009[LL - 10] \quad (38)$$

$$C_c = 1.35 * w - 0.1169 \quad (39)$$

Donde,

LL: límite líquido, [%]
W: contenido de humedad, [%]

3.5.3.4 Índice de recompresibilidad (Cs):

El valor del índice de expansión es de 1/4 a 1/5 del índice de compresión. Así mismo, se puede obtener a través de la ecuación que se muestran a continuación,

$$C_s = 0.00194[IP - 4.6] \quad (40)$$

Donde,

IP: índice de plasticidad. [%]

3.5.3.5 Factor de influencia (I_i)

Para obtener este parámetro se utiliza la siguiente expresión,

INFORME GEOTECNICO AGUAS INSTITUCIÓN EDUCATIVA SANTA MARÍA, BRISAS DEL SINÚ, MONTERÍA - 2024

Carrera 14C #39-38
B/ La floresta
Montería, Córdoba
604 7891152
313 7836397
imhingenieria@gmail.com

$$I_i := \left\| \begin{array}{l} \text{if } \left(\overrightarrow{m_i^2 + n_i^2 + 1} \le \overrightarrow{m_i^2 \cdot n_i^2}\right)_i \\ \quad \left\| \frac{1}{4 \cdot \pi} \cdot \left(\left(\frac{\left(2 \cdot \left(\overrightarrow{m_i \cdot n_i}\right)_i \cdot \sqrt[2]{\overrightarrow{m_i^2 + n_i^2 + 1}}\right)}{m_i^2 + n_i^2 + 1 + m_i^2 \cdot n_i^2} \right) \cdot \left(\frac{m_i^2 + n_i^2 + 2}{m_i^2 + n_i^2 + 1} \right) + \operatorname{atan}\left(\frac{\left(2 \cdot \left(\overrightarrow{m_i \cdot n_i}\right)_i \cdot \sqrt[2]{\overrightarrow{m_i^2 + n_i^2 + 1}}\right)}{m_i^2 + n_i^2 + 1 - \overrightarrow{m_i^2 \cdot n_i^2}} \right) + \pi \right) \right\| \\ \text{else} \\ \quad \left\| \frac{1}{4 \cdot \pi} \cdot \left(\left(\frac{\left(2 \cdot \left(\overrightarrow{m_i \cdot n_i}\right)_i \cdot \sqrt[2]{\overrightarrow{m_i^2 + n_i^2 + 1}}\right)}{m_i^2 + n_i^2 + 1 + m_i^2 \cdot n_i^2} \right) \cdot \left(\frac{m_i^2 + n_i^2 + 2}{m_i^2 + n_i^2 + 1} \right) + \operatorname{atan}\left(\frac{\left(2 \cdot \left(\overrightarrow{m_i \cdot n_i}\right)_i \cdot \sqrt[2]{\overrightarrow{m_i^2 + n_i^2 + 1}}\right)}{m_i^2 + n_i^2 + 1 - \overrightarrow{m_i^2 \cdot n_i^2}} \right) \right) \end{array} \right\| \quad (41)$$

Donde

$$m_i = \frac{B}{z_i} \quad (42)$$

$$n_i = \frac{L}{z_i} \quad (43)$$

Siendo

B: ancho de la cimentación, [m]

L: largo de la cimentación, [m]

3.5.4 Asentamientos totales

Comprende el valor del desplazamiento vertical obtenido de la suma de los asentamientos inmediatos y los asentamientos por consolidación.

3.6 Coeficiente de reacción vertical

El diseño de una cimentación superficial, presenta como paso incial proponer dimensiones en planta de tal modo que el esfuerzo de contacto generado por las cargas de la estructura analizada no supere la capacidad admisible del suleo de soporte. Una vez verificada esta condición se debe estimar la altura o peralte de la cimetacíon y la cantidad de acero requerido con base a los requerimientos de fuerzas cortantes y momentos flexionantes en las secciónes criticas.

De acuerdo a lo anteriormente expuesto es necesario establecer una hipotesis de distribución de presiones acorde y coherente a la geometria de la cimentación.

Según lo descrito anteriormente, se establece la siguiente relación:

$$\sigma = Kv * \delta \quad (44)$$

Donde,

σ: esfuerzo de contacto transmitido por la cimentación, [F*L^{-2}]

INFORME GEOTÉCNICO PARA LAS INSTITUCIÓN EDUCATIVA SANTA MARÍA, BRISAS DEL SINÚ, MONTERÍA - 2024

Carrera 14C #39-38
B/ La floresta
Montería, Córdoba
604 7891152
313 7836397
imhingenieria@gmail.com

Kv: módulo de reacción vertical, [F*L^{-3}]

δ: desplazamiento del suelo de soporte producto del esfuerzo de contacto, [L]

De la aplicación del modelo anteriormente expuesto se derivan dos condiciones de presión de contacto:

a. Variación lineal de los esfuerzos o presiones de contacto [cimentación rigida]
b. Variación de los esfuerzos o presión de contacto como una función de la rigidez relativa del sistema suelo - cimiento [cimentación flexible].

3.6.1 Criterio de rigidez relativa

Con el objeto de definir bajo que condición de presión estará la cimetación a diseñar se debe aplicar el criterio de rigidez relativa, el cual se trata a continuación:

Para las zapatas aisladas, se considera rigida cuando:

$$V \leq \frac{\pi}{4} \sqrt[4]{\frac{4 * Ec * I}{B * Kv}} \quad (45)$$

Donde:

V : voladizo en una dirección cualquiera

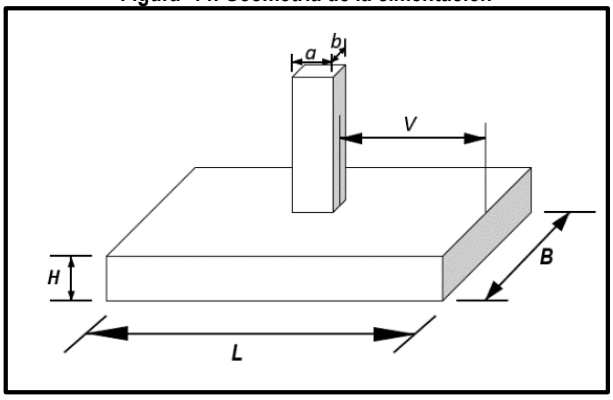
Ec : módulo de elasticidad del material de la cimentación

I : momento de inercia de la sección transversal de la cimentación sometida a flexión

B : ancho de la zapata o dimensión menor de la zapata vista en planta

Kv : módulo de reacción o coeficiente de Balasto acorde a las dimensiones de la zapata

Figura 14. Geometría de la cimentación



La información mostrada en la figura 14, acerca de la geometría de la cimentación es ilustrativa, este metódo es aplicable en cualquier tipo de cimentación.

INFORME GEOTÉCNICO AULAS INSTITUCIÓN EDUCATIVA SANTA MARÍA, BRISAS DEL SINÚ, MONTERÍA - 2024

Carrera 14C #39-38
B/ La floresta
Montería, Córdoba
604 7891152
313 7836397
imhingenieria@gmail.com

Para cimentaciones combinadas o continuas el criterio de rigidez realtiva establece:

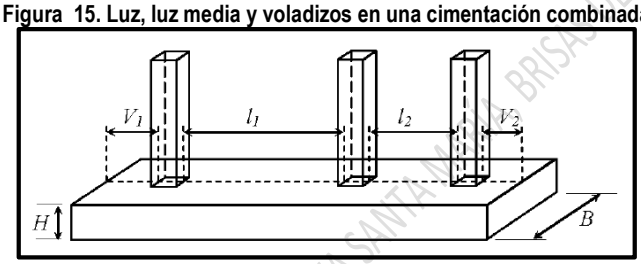
Se considerara rigida la cimentación una vez que la luz (l_i) o la media de los claros contigüos [$l_m = (l_i + l_{i+1})/2$] sea menor que:

$$l_m o\ l_i \leq \frac{\pi}{2} \sqrt[4]{\frac{4 * Ec * I}{B * Kv}} \quad (46)$$

Y los voladizos V_i, menores que:

$$V \leq \frac{\pi}{4} \sqrt[4]{\frac{4 * Ec * I}{B * Kv}} \quad (47)$$

Figura 15. Luz, luz media y voladizos en una cimentación combinada



Fuente: (Hernández Avila, 2011)

3.6.2 Coeficiente de Balasto [ks]

Cuando no se cumple el criteio de rigidez relativa la cimentación se considera flexible y para el calculo de la presión de contacto se debe tener en cuenta la relación entre los módulos de elasticidad del material de la cimentación y el suelo de soporte, para esta situación uno de los modelos matematicos de gran aceptación para la determinación de la presión de contacto es el Método del Coeficiente de Balasto, el cual fue propuesto por Winkler en 1867. Este modelo se fundamenta en la teoria de elasticidad, representado el suelo de soporte como un sitema de resortes espaciados uniformemente (figura 16) de tal modo que la respuesta en terminos de desplazamientos sea proporcional a las condiciones de carga que es sometida la cimentación. La constante de proporcionalidad de esta modelo es conocida como módulo de reacción o coeficiente de Balasto (Ks).

Figura 16. Viga cargada y discretizada



Para vigas largas, Vesic (1961) propuso una ecuación para estimar la reacción de la subrasante, que es:

INFORME GEOTECNICO VIAS INSTITUCIÓN EDUCATIVA SANTA MARÍA BRISAS DEL SINÚ, MONTERÍA - 2024

Carrera 14C #39-38
B/ La floresta
Montería, Córdoba
604 7891152
313 7836397
imhingenieria@gmail.com

$$k_s := 0.65 \cdot \sqrt[12]{\frac{E_s \cdot B^4}{E \cdot I}} \cdot \frac{E_s}{B \cdot (1-\nu^2)} \quad (48)$$

Donde:

v : relación de Poisson del suelo de soporte

E : módulo de elasticidad del material de la cimentación

I : momento de inercia de la sección transversal de la cimentación sometida a flexión

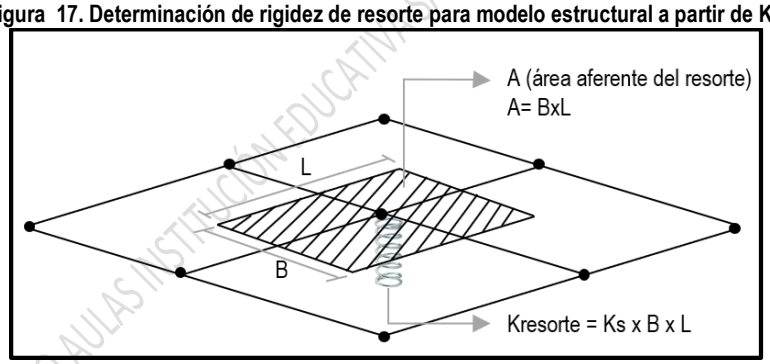
B : ancho de la zapata o dimensión menor de la zapata vista en planta

E_s : módulo de elasticidad del suelo de soporte

Ks : módulo de reacción o coeficiente de Balasto acorde a las dimensiones de la zapata

Para determinar la rigidez de los resortes que serán usados en el modelo estructural de elementos finitos, basta con multiplicar Ks por área aferente del nodo, al cual le será asignado dicho resorte (figura 17). En la situación descrita anteriormente las unidades de la rigidez ser en términos de fuerza por unidad de longitud [F/L].

Figura 17. Determinación de rigidez de resorte para modelo estructural a partir de Ks



INFORME GEOTÉCNICO AULAS INSTITUCIÓN EDUCATIVA SANTA MARÍA BRISAS DEL SINÚ, MONTERÍA - 2024

Carrera 14C #39-38
B/ La floresta
Montería, Córdoba
604 7891152
313 7836397
imhingenieria@gmail.com

4 Metodología

Con el objeto de dar cumplimiento a los objetivos específicos planteados, el presente informe se fraccionó en tres etapas, las cuales se describen a continuación:

4.1 Trabajo de campo

Para la correcta caracterización del sitio donde se proyecta la construcción de unas aulas de clases, se proponen las siguientes actividades metodológicas en campo:

- Ubicación de las exploraciones
- Registro de numero de golpes por pie de penetración obtenidos en el ensayo SPT
- Registro de presencia de nivel freático
- Registro fotográfico de las actividades de campo
- Observaciones puntuales del sitio

4.2 Ensayos de laboratorio

En esta etapa se busca determinar las propiedades físicas y mecánicas de los tipos de suelos encontrados en los sondeos y apiques, así, atendiendo el numeral H.3.3.3 del NSR-10, en el cual se relacionan las propiedades básicas para la caracterización de los suelos, se desarrollaron los siguientes ensayos de laboratorio:

- Análisis Granulométrico (I.N.V.E 213- 13)
- Humedad Natural (I.N.V.E 122- 13)
- Límites de Atterberg (I.N.V.E 125- 13, I.N.V.E 126- 13)
- Peso Específico (I.N.V.E 152- 13)
- Compresión Simple o Inconfinada (I.N.V.E 152- 13)

4.3 Análisis de ingeniería

En esta etapa se realiza una evaluación, teniendo en cuenta las condiciones geomecánicas de los estratos encontrados durante la exploración, lo cual, soportado a través de los diferentes ensayos de laboratorio, tiene como propósito suministrar las recomendaciones que han de sugerirse en el diseño y construcción de las cimentaciones de la estructura proyectada. Lo anterior se puede alcanzar mediante las siguientes actividades metodológicas:

- Construcción del perfil estratigráfico de cada una de las exploraciones realizadas
- Construcción del modelo geotécnico.
- Determinación del perfil sísmico.
- Evaluación de riesgo geotécnico por condiciones especiales (Actividad, expansión, colapsabilidad y licuefacción)

INFORME GEOTÉCNICO AULAS INSTITUCIÓN EDUCATIVA SANTA MARÍA, BRISAS DEL SINÚ, MONTERÍA - 2024

Carrera 14C #39-38
B/ La floresta
Montería, Córdoba
604 7891152
313 7836397
imhingenieria@gmail.com

- Valores de parámetros geomecánicos seleccionados.
- Hipótesis geotécnica
- Evaluación de capacidad de carga
- Evaluación de asentamientos
- Evaluación de coeficiente de reacción vertical
- Recomendaciones geotécnicas y constructivas.

INFORME GEOTÉCNICO AULAS INSTITUCIÓN EDUCATIVA SANTA MARÍA, BRISAS DEL SINÚ, MONTERÍA - 2024

Carrera 14C #39-38
B/ La floresta
Montería, Córdoba
604 7891152
313 7836397
imhingenieria@gmail.com

5 Resultados

5.1 Exploración del subsuelo

En el área donde se proyecta la construcción de aulas, se realizaron tres (03) perforaciones exploratorias con equipo mecánico de percusión conocido como SPT. El número de sondeos fue definido según los conceptos de unidad de construcción y efecto por repetición enunciados en el numeral H.3.2.6 del Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR-10), considerando que, según el número de niveles se identifican unidades de construcción de categoría baja.

El resumen del plan de exploración de campo se relaciona en la tabla 13:

Tabla 13. Plan de exploración de campo realizado

Actividad	*Fecha*	*Recuperación de muestras*		*# de muestras recuperadas*	*Tipo*
		Sí	*No*		
Realización de sondeo No. 1	28/10/2024	✓		6	SPT
Realización de sondeo No. 2	28/10/2024	✓		6	SPT
Realización de sondeo No. 3	28/10/2024	✓		6	SPT

5.1.1 Profundidad y ubicación de las exploraciones

Con base en la complejidad de la estructura y atendiendo los requerimientos descritos en la tabla H.3.2-1 del NSR-10 los sondeos se proyectaron a 6.00 m de profundidad. Los sondeos se ubicaron en las áreas destinadas a aulas, (ver tabla 14 y figura 18)

Tabla 14. Profundidad explorada y coordenadas de las exploraciones

SONDEOS	*PROFUNDIDAD EXPLORADA [m]*	*COORDENADAS*	
SONDEO 1 – S1	6.00	8°44'47.28"N	75°54'0.73"O
SONDEO 2 – S2	6.00	8°44'47.26"N	75°54'1.20"O
SONDEO 3 – S3	6.00	8°44'47.18"N	75°54'1.69"O

En la figura 18 se muestra una imagen satelital de la ubicación de los sondeos y apiques:

INFORME GEOTÉCNICO AULAS INSTITUCIÓN EDUCATIVA SANTA MARÍA, EL SINÚ, MONTERÍA, 2024

Carrera 14C #39-38
B/ La floresta
Montería, Córdoba
604 7891152
313 7836397
imhingenieria@gmail.com

Figura 18. Ubicación de sondeos en el área de construcción proyectada



Fuente: Google (2024). [Montería, Córdoba, Colombia]. Google Earth. https://www.googleearth.com

5.1.2 Registro fotográfico de actividades en campo

A continuación, se muestra a través del registro fotográfico (figura 19) la evidencia del desarrollo de las exploraciones,

Figura 19. Registro fotográfico de exploraciones





Sondeo 1

Carrera 14C #39-38
B/ La floresta
Montería, Córdoba
604 7891152
313 7836397
imhingenieria@gmail.com





Sondeo 1





Sondeo 2

Carrera 14C #39-38
B/ La floresta
Montería, Córdoba
604 7891152
313 7836397
imhingenieria@gmail.com





Sondeo 2





Sondeo 3

Carrera 14C #39-38
B/ La floresta
Montería, Córdoba
604 7891152
313 7836397
imhingenieria@gmail.com





Sondeo 3

5.2 Caracterización geotécnica del sitio

5.2.1 Perfiles estratigráficos

Para la construcción del perfil estratigráfico se desarrollaron tres perforaciones exploratorias, de las cuales se extrajeron muestras alteradas e inalteradas, así mismo, se realizaron ensayos cualitativos en campo que permitieron inferir la clasificación de los suelos encontrados, también se realizaron descripciones de textura y color.

La selección de muestras se realizó con base en el numeral H.3.3.1 del NSR-10, estas fueron debidamente rotuladas y empacadas, garantizando su representatividad y conservación, posteriormente se sometieron a ensayos en el laboratorio con el objeto de constatar la descripción realizada inicialmente; el número de ensayos se determinó a partir del numeral H.3.3.2 del NSR-10, teniendo en cuenta las características del suelo, la naturaleza del proyecto y el criterio del ingeniero Geotecnista. A continuación, se relacionan el tipo y número de ensayos realizados:

INFORME GEOTÉCNICO PARA LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA SANTA MARÍA

Carrera 14C #39-38
B/ La floresta
Montería, Córdoba
604 7891152
313 7836397
imhingenieria@gmail.com

Tabla 15. Plan de ensayos de laboratorio realizados

Perforación	Tipo y número de ensayos				
Sondeo	Peso unitario	Humedad		Clasificación	Compresión simple
		Natural	Saturada		
1	6	6	6	6	4
2	6	6	6	6	5
3	6	6	6	6	5

Como anexo se encuentran los soportes de cada uno de los ensayos de laboratorio.

En las tablas 16 - 18 se relacionan los perfiles estratigráficos de los dos sondeos realizados.

SONDEO 1

Tabla 16. Características geotécnicas de los suelos comunes encontrados en el sondeo No 1

PROFUNDIDAD [m]	TIPO Y NÚMERO DE MUESTRA DE SUELO	DESCRIPCIÓN DEL SUELO	NIVEL FREÁTICO	CONVENCIONES	CLASIFICACIÓN S.U.C.S	NÚMERO DE GOLPES POR PENETRACIÓN	Wn [%]	COHESIÓN [kPa]	COMENTARIOS
0,5						6" 6" 6"	10 20 30 40		
1	SPT 1	Arcilla de baja plasticidad color caré oscuro			CL	5 4 5		19,8	LL: 31% IP: 10%
1,5									
2	SPT 2	Arcilla de baja plasticidad color café claro			CL	9 8 7		21,8	LL: 26% IP: 7%
2,5									
3	SPT 3	Arcilla de baja plasticidad color café oscuro	▼		CL	3 3 2		22,1	LL: 25% IP: 9%
3,5									
4	SPT 4	Arcilla de baja plasticidad color café oscuro con vetas grises			CL	4 4 2		20,2	LL: 31% IP: 9%
4,5									
5	SPT 5	Limo de baja plasticidad color gris oscuro			ML	8 5 3		-	LL: 35% IP: 19%
5,5									
6	SPT 6	Limo de baja plasticidad color gris oscuro			ML	9 7 5		-	LL: 27% IP: 10%

Wn: humedad natural
SPT: muestra de tubo partido
LL: límite líquido
IP: índice de plasticidad

INFORME GEOTÉCNICO AULAS INSTITUCIÓN EDUCATIVA SANTA MARÍA, BARRIO EL SINÚ, MONTERÍA - 2024

Carrera 14C #39-38
B/ La floresta
Montería, Córdoba
604 7891152
313 7836397
imhingenieria@gmail.com

SONDEO No 2

Tabla 17. Características geotécnicas de los suelos comunes encontrados en el sondeo No2

PROFUNDIDAD [m]	TIPO Y NÚMERO DE MUESTRA DE SUELO	DESCRIPCIÓN DEL SUELO	NIVEL FREÁTICO	CONVENCIONES	CLASIFICACIÓN S.U.C.S	NÚMERO DE GOLPES POR PENETRACIÓN	Wn [%]	COHESIÓN [kPa]	COMENTARIOS
0,5						6" 6" 6"	0 10 20 30 40		
1	SPT 1	Arcilla de bja plasticidad color café oscuro			CL	10 9 11		19,4	LL: 31% IP: 10%
1,5									
2	SPT 2	Arcilla de baja plasticidad color café oscuro			CL	13 11 9		20,3	LL: 26% IP: 7%
2,5									
3	SPT 3	Limo de baja plasticidad color café oscuro			ML	4 5 4		21,3	LL: 25% IP: 9%
3,5									
4	SPT 4	Arcilla de baja plastiidad color café oscuro			CL	7 5 4		20,1	LL: 31% IP: 9%
4,5									
5	SPT 5	Limo de baja plasticidad color gris oscuro			ML	8 7 8		19,98	LL: 35% IP: 19%
5,5									
6	SPT 6	Limo de baja plasticidad color gris oscuro			ML	9 6 9		-	LL: 27% IP: 10%

Wn: humedad natural
SPT: muestra de tubo partido
LL: límite líquido
IP: índice de plasticidad
*No se evidenció nivel freático

INFORME GEOTÉCNICO AULAS INSTITUCIÓN EDUCATIVA SAN MARÍA, BRISAS DEL ... - 2024

Carrera 14C #39-38
B/ La floresta
Montería, Córdoba
604 7891152
313 7836397
imhingenieria@gmail.com

SONDEO No 3

Tabla 18. Características geotécnicas de los suelos comunes encontrados en el sondeo No3

PROFUNDIDAD [m]	TIPO Y NÚMERO DE MUESTRA DE SUELO	DESCRIPCIÓN DEL SUELO	NIVEL FREÁTICO	CONVENCIONES	CLASIFICACIÓN S.U.C.S	NÚMERO DE GOLPES POR PENETRACIÓN	Wn [%]	COHESIÓN [kPa]	COMENTARIOS
0,5						6" 6" 6"	10 20 30 40		
1	SPT 1	Arcilla de baja plasticidad color café oscuro			CL	9 6 12		19,9	LL: 31% IP: 10%
1,5									
2	SPT 2	Arcilla de baja pasticidad color café oscuro			CL	9 7 6		20,3	LL: 26% IP: 7%
2,5									
3	SPT 3	Limo de baja plasticidad color café oscuro			ML	5 5 6		21,5	LL: 25% IP: 9%
3,5									
4	SPT 4	Arcilla de baja plasticidad color café oscuro			CL	6 7 8		21,0	LL: 31% IP: 9%
4,5									
5	SPT 5	Limo de baja plasticidad color gris oscuro			ML	6 7 7		20,75	LL: 35% IP: 19%
5,5									
6	SPT 6	Limo de baja plasticidad color gris oscuro			ML	8 7 9		-	LL: 27% IP: 10%

Wn: humedad natural
SPT: muestra de tubo partido
LL: límite líquido
IP: índice de plasticidad
*No se evidenció nivel freático

5.2.2 Nivel freático

Se evidenció la presencia de aguas freáticas en las perforaciones exploratorias a las siguientes profundidades (tabla 19).

Tabla 19. Registro de nivel de aguas freáticas inicial y final

PERFORACIONES	NIVEL FREÁTICO	
	INICIAL [m]	FINAL [m]
S1	3.20	3.10
S2	NO SE EVIDENCIÓ	NO SE EVIDENCIÓ
S3	NO SE EVIDENCIÓ	NO SE EVIDENCIÓ

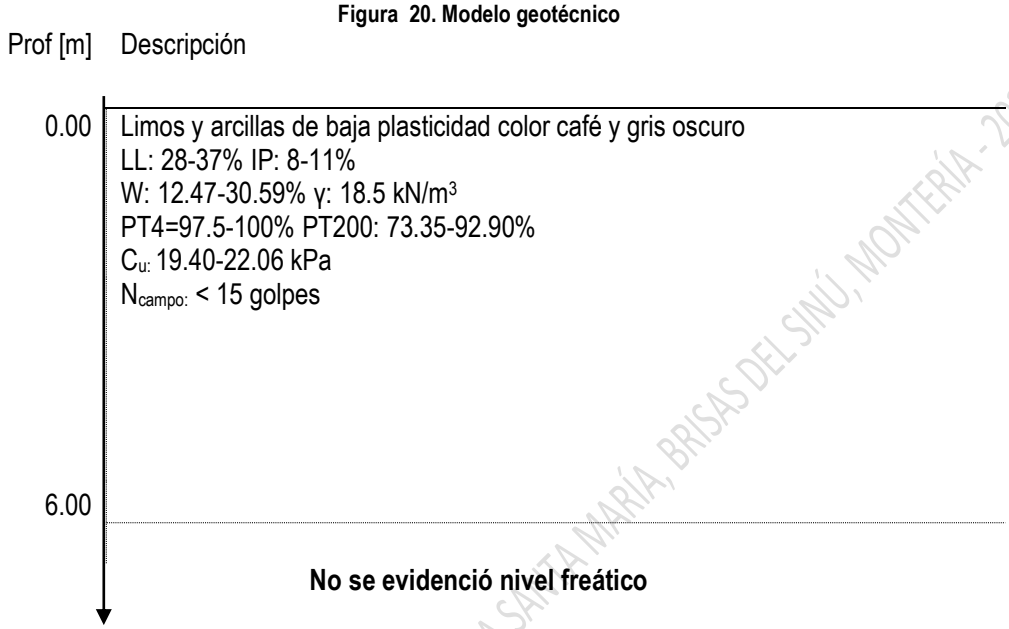
INFORME GEOTÉCNICO AULAS INSTITUCIÓN EDUCATIVA SAN JOSÉ MARÍA, BRISAS DEL ... - 2024

Carrera 14C #39-38
B/ La floresta
Montería, Córdoba
604 7891152
313 7836397
imhingenieria@gmail.com

5.2.3 Modelo geotécnico

Con base en la información de los perfiles estratigráficos se desarrolló el modelo geotécnico del suelo de soporte (figura 20)

Figura 20. Modelo geotécnico



INSTITUCIÓN EDUCATIVA SANTA MARÍA, BRISAS DEL SINÚ, MONTERÍA - 2024

5.2.4 Definición del perfil sísmico del suelo

Con base en la tabla A.2.4-1 de NSR-10 se determinó el perfil sísmico a través de los valores de número de golpes por pie de penetración del ensayo SPT corregidos según la ecuación 1 del presente informe y los valores de velocidad de onda de corte.

Tabla 20. Número de golpe promedio y cohesión promedio Sondeo No1

PROFUNDIDAD [m]	PESO UNITARIO [kN/m^3]	ESFUERZO TOTAL [kN/m^2]	PRESION DE POROS [kN/m^2]	ESFUERZO EFECTIVO [kN/m^2]	CE	CB	CR	CS	CN	Ncampo	$(N_1)_{60}$	di [m]	Cu (i), [kPa]	d(i)/Cu(i)	d(i)/N(i)
0,00						11,5									
1,00	18,05	18,05	0,00	18,05	0,6	1,00	0,75	1,00	1,70	9	9	1,00	24	0,04	0,1164
2,00	17,87	35,92	0,00	35,92	0,6	1,00	0,75	1,00	1,48	15	12	1,00	35	0,03	0,0803
3,00	19,20	55,12	0,00	55,12	0,6	1,00	0,75	1,00	1,30	5	4	1,00	10	0,10	0,2745
4,00	18,02	73,15	7,85	65,30	0,6	1,00	0,80	1,00	1,22	6	4	1,00	12	0,08	0,2284
5,00	20,20	93,35	17,66	75,69	0,6	1,00	0,85	1,00	1,14	8	6	1,00	16	0,06	0,1713
6,00	18,39	111,74	27,47	84,27	0,6	1,00	0,85	1,00	1,09	12	8	1,00	23	0,04	0,1197

N Promedio Ponderado	6,00
Cu Promedio Ponderado, [kPa]	16,00

Carrera 14C #39-38
B/ La floresta
Montería, Córdoba
604 7891152
313 7836397
imhingenieria@gmail.com

Tabla 21. Criterios de velocidad de onda de corte, Vs [m/s] Sondeo 1

Criterios de velocidad de onda de corte [m/s]			
Autor	**Todos los suelos**	**Arena**	**Arcillas**
Hasancebi y Ulusay (2007)	156,28	160,85	158,51
Maheshwari et al. (2010)	164,02	161,62	169,60
Tsiambaos and Sabatakakis (2011)	189,90	153,28	172,32
Anbazhagsn et al (2012)	171,97	164,11	214,47
Valor medio	170,55	159,97	178,72

Tabla 22. Número de golpe promedio y cohesión promedio Sondeo No2

PESO UNITARIO [kN/m^3]	ESFUERZO TOTAL [kN/m^2]	PRESION DE POROS [kN/m^2]	ESFUERZO EFECTIVO [kN/m^2]	CE	CB	CR	CS	CN	Ncampo	$(N_1)_{60}$	di [m]	Cu (i), [kPa]	d(i)/Cu(i)	d(i)/N(i)
					11,5									
19,05	19,05	0,00	19,05	0,6	1,00	0,75	1,00	1,68	20	19	1,00	53	0,02	0,0528
18,60	37,65	0,00	37,65	0,6	1,00	0,75	1,00	1,46	20	16	1,00	46	0,02	0,0610
18,51	56,16	0,00	56,16	0,6	1,00	0,75	1,00	1,29	9	7	1,00	18	0,05	0,1535
18,26	74,42	0,00	74,42	0,6	1,00	0,80	1,00	1,15	9	6	1,00	17	0,06	0,1606
20,18	94,60	0,00	94,60	0,6	1,00	0,85	1,00	1,03	15	10	1,00	28	0,04	0,1011
19,58	114,17	0,00	114,17	0,6	1,00	0,85	1,00	0,94	15	9	1,00	25	0,04	0,1112

N Promedio Ponderado	9,00
Cu Promedio Ponderado, [kPa]	26,00

Tabla 23. Criterios de velocidad de onda de corte, Vs [m/s] Sondeo 2

Criterios de velocidad de onda de corte [m/s]			
Autor	**Todos los suelos**	**Arena**	**Arcillas**
Hasancebi y Ulusay (2007)	177,07	183,06	176,78
Maheshwari et al. (2010)	185,32	179,96	196,10
Tsiambaos and Sabatakakis (2011)	216,83	177,73	200,21
Anbazhagsn et al (2012)	211,48	205,95	251,21
Valor medio	197,67	186,67	206,07

INFORME GEOTÉCNICO Y DE INSTITUCIONES EDUCATIVA SAN ... RÍA - 2024

Carrera 14C #39-38
B/ La floresta
Montería, Córdoba
604 7891152
313 7836397
imhingenieria@gmail.com

Tabla 24. Número de golpe promedio y cohesión promedio Sondeo No3

PROFUNDIDAD [m]	PESO UNITARIO [kN/m^3]	ESFUERZO TOTAL [kN/m^2]	PRESION DE POROS [kN/m^2]	ESFUERZO EFECTIVO [kN/m^2]	CE	CB	CR	CS	CN	Ncampo	$(N_1)_{60}$	di [m]	Cu (i), [kPa]	d(i)/Cu(i)	d(i)/N(i)
0,00						11,5									
1,00	18,48	18,48	0,00	18,48	0,6	1,00	0,75	1,00	1,69	18	17	1,00	60	0,02	0,0584
2,00	17,38	35,86	0,00	35,86	0,6	1,00	0,75	1,00	1,48	13	11	1,00	38	0,03	0,0926
3,00	17,35	53,21	0,00	53,21	0,6	1,00	0,75	1,00	1,31	11	8	1,00	28	0,04	0,1233
4,00	16,63	69,83	0,00	69,83	0,6	1,00	0,80	1,00	1,18	15	11	1,00	37	0,03	0,0939
5,00	18,40	88,23	0,00	88,23	0,6	1,00	0,85	1,00	1,07	14	10	1,00	33	0,03	0,1048
6,00	19,58	107,81	0,00	107,81	0,6	1,00	0,85	1,00	0,97	16	10	1,00	35	0,03	0,1012

N Promedio Ponderado	10,00
Cu Promedio Ponderado, [kPa]	36,00

Tabla 25. Criterios de velocidad de onda de corte, Vs [m/s] Sondeo 3

Criterios de velocidad de onda de corte [m/s]			
Autor	**Todos los suelos**	**Arena**	**Arcillas**
Hasancebi y Ulusay (2007)	182,91	189,31	181,86
Maheshwari et al. (2010)	191,29	185,05	203,63
Tsiambaos and Sabatakakis (2011)	224,43	184,70	208,17
Anbazhagsn et al (2012)	223,15	218,46	261,75
Valor medio	205,44	194,38	213,85

El número de golpes por pie de penetración corregido promedio es 13 el cual es inferior a 15, así mismo, el valor de cohesión promedio es 29 kPa, el cual es inferior a 50. Así, debido a lo anteriormente expuesto el perfil sísmico es E, según los criterios consignados en el titulo H de NSR-10, tabla 2 del presente informe.

5.3 Condiciones geotécnicas especiales

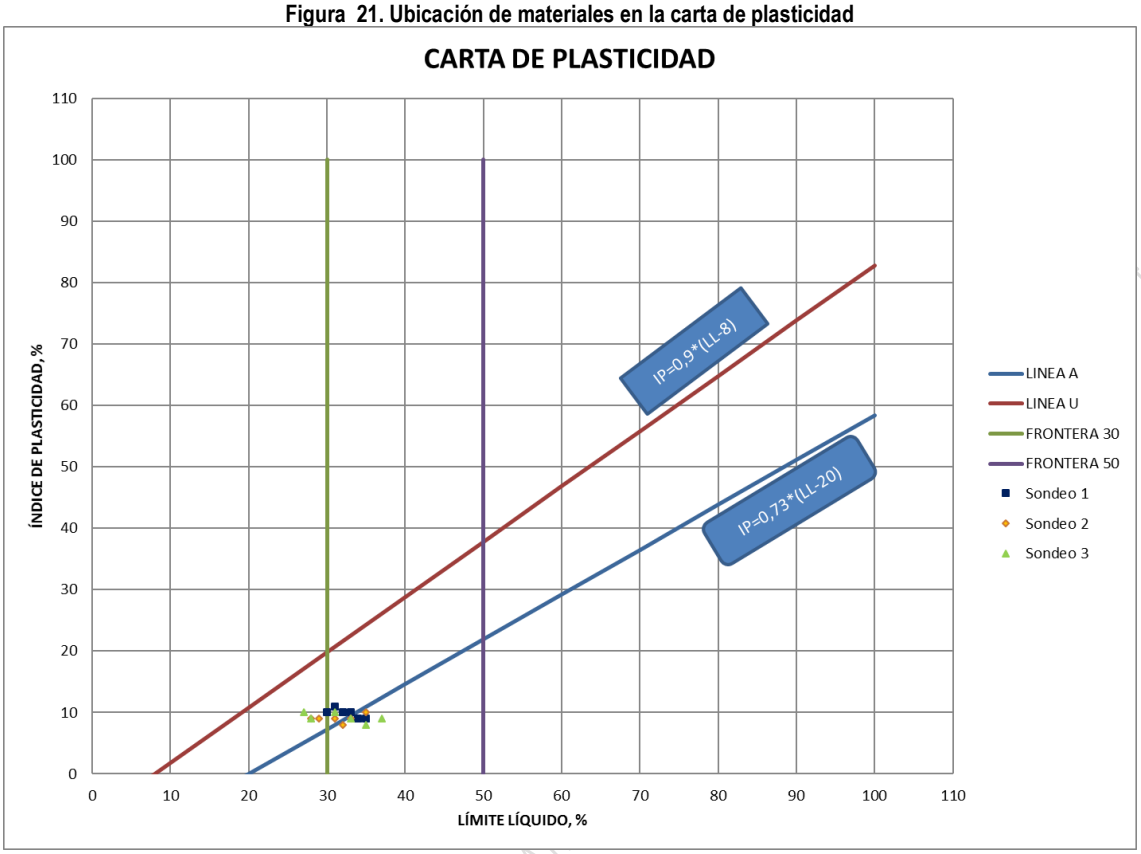
5.3.1 Actividad

Los materiales encontrados en las exploraciones infieren un comportamiento normal desde la percepción del criterio de actividad, (figura 21) lo anterior soportado en la información consignada en el numeral 3.3.1, ecuación 3, figura 8, tablas 4 y 5 del presente informe, utilizando los valores de límites de consistencia obtenidos en los ensayos de laboratorio.

INFORME GEOTÉCNICO AULAS INSTITUCIONES EDUCATIVA SANTA MARIA DEL SINÚ, MONTERÍA - 2024

Carrera 14C #39-38
B/ La floresta
Montería, Córdoba
604 7891152
313 7836397
imhingenieria@gmail.com

Figura 21. Ubicación de materiales en la carta de plasticidad



5.3.2 Expansividad

De acuerdo con los criterios expuesto en el numeral 3.3.2 del presente informe, a los materiales que predominan en el sitio se les realizó un análisis sobre la posible expansión de estos. Lo anterior basado en los resultados de límites de consistencia.

Tabla 26. Evaluación de expansividad

	Sondeo 1	Sondeo 2	Sondeo 3
Límite líquido [%]	35.00	35.00	37.00
	30.00	28.00	27.00
Índice de plasticidad [%]	11.00	10.00	10.00
	9.00	8.00	8.00
Potencial de expansión	Bajo	Bajo	Bajo

El resultado de la comparación de los diferentes criterios para categorizar el potencial expansivo permite inferir que el material del sitio presenta una posibilidad de expansión baja. La situación descrita solo es posible en la masa de suelo sujeta a cambios de humedad, es decir, la masa de suelo comprendida entre la superficie y el nivel de aguas freáticas.

INFORME GEOTÉCNICO AGUAS INSTITUCIÓN EDUCA

Carrera 14C #39-38
B/ La floresta
Montería, Córdoba
604 7891152
313 7836397
imhingenieria@gmail.com

Con base en los resultados de límites de Atterberg, humedad natural y peso unitario, se realizó el cálculo de valores de presión de expansión usando la ecuación 4 del presente informe, para condiciones críticas en cada sondeo, los cuales se muestran a continuación,

Tabla 27. Valores de presión de expansión para cada sondeo

	Sondeo 1	Sondeo 2	Sondeo 3
Límite líquido [%]	35.00	35.00	37.00
Humedad natural [%]	12.47	13.69	18.68
Peso unitario seco [kN/m^3]	16.449	16.272	15.588
Presión de expansión [kN/m^2]	9.526	9.26	8.304
Espesor de relleno [m]	0.51	0.50	0.44

Así, al obtener valores de presión de expansión entre 8.304 – 9.526 kN/m^2, se recomienda realizar un reemplazo en material granular con un espesor de 0.50 m en la zona de contacto de las cimentaciones y zona de pisos, con el fin de contrarrestar los cambios volumétricos que pueda experimentar el suelo por aumento o disminución del contenido de agua.

5.3.3 Potencial de licuación

Se realizó la revisión de licuación utilizando el número de golpes por pie de penetración estándar y el porcentaje de finos para obtener el CRR y el factor de seguridad, utilizando las ecuaciones 6 y 7 del presente informe, así se pudo observar que el factor de seguridad estuvo por encima de 1.1 para todas las muestras evaluadas, lo cual indica que ante un sismo de magnitud 7.5 el suelo de soporte no presentará susceptibilidad a la licuación.

En las tablas 28 - 30 se muestra el comportamiento de las muestras de cada sondeo.

Tabla 28. Evaluación de licuación para el sondeo No. 1

PROFUNDIDAD (m)	PESO UNITARIO (kN/m^3)	ESFUERZO TOTAL (kN/m^2)	PRESION DE POROS (KN/m2)	ESFUERZO EFECTIVO (kN/m^2)	CE	CB	CR	CS	CN	N	$(N_1)_{60}$	a_{max}	rd	$t_{pro}/s_{vo'}$	F_{200}	alfa	beta	(N1)60CS	CRR	FS
						11,5						(% g)		CSR	%					
1,00	18,05	18,05	0,00	18,05	0,60	1,00	0,75	1,00	1,70	9	8	0,10	0,99	0,06	89,80	5,00	1,20	15	0,16	2,42
2,00	17,87	35,92	0,00	35,92	0,60	1,00	0,75	1,00	1,48	15	12	0,10	0,98	0,06	82,47	5,00	1,20	19	0,21	3,25
3,00	19,20	55,12	0,00	55,12	0,60	1,00	0,75	1,00	1,30	5	3	0,10	0,98	0,06	76,47	5,00	1,20	9	0,10	1,59
4,00	18,02	73,15	0,00	73,15	0,60	1,00	0,80	1,00	1,16	6	4	0,10	0,97	0,06	97,27	5,00	1,20	39	0,08	1,34
5,00	20,20	93,35	0,00	93,35	0,60	1,00	0,85	1,00	1,04	8	5	0,10	0,96	0,06	94,53	5,00	1,20	39	0,08	1,35
6,00	18,39	111,74	0,00	111,74	0,60	1,00	0,85	1,00	0,95	12	7	0,10	0,95	0,06	89,60	5,00	1,20	13	0,14	2,33

LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS SANTA MARÍA, BRISAS DEL SINÚ, MONTERÍA - 2024

Carrera 14C #39-38
B/ La floresta
Montería, Córdoba
604 7891152
313 7836397
imhingenieria@gmail.com

Tabla 29. Evaluación de licuación para el sondeo No. 2

PROFUNDIDAD (m)	PESO UNITARIO (kN/m^3)	ESFUERZO TOTAL (kN/m^2)	PRESION DE POROS (KN/m2)	ESFUERZO EFECTIVO (kN/m^2)	CE	CB	CR	CS	CN	N	$(N_1)_{60}$	a_{max}	rd	$t_{pro}/s_{vo'}$	F_{200}	alfa	beta	(N1)60CS	CRR	FS
						11,5						(%g)		CSR	%					
1,00	19,05	19,05	0,00	19,05	0,60	1,00	0,75	1,00	1,68	20	18	0,10	0,99	0,06	90,80	5,00	1,20	27	0,33	5,08
2,00	18,60	37,65	0,00	37,65	0,60	1,00	0,75	1,00	1,46	20	16	0,10	0,98	0,06	72,60	5,00	1,20	27	0,34	5,29
3,00	18,51	56,16	0,00	56,16	0,60	1,00	0,75	1,00	1,29	9	6	0,10	0,98	0,06	72,73	5,00	1,20	12	0,13	2,09
4,00	18,26	74,42	0,00	74,42	0,60	1,00	0,80	1,00	1,15	9	6	0,10	0,97	0,06	65,67	5,00	1,20	12	0,13	2,11
5,00	20,18	94,60	0,00	94,60	0,60	1,00	0,85	1,00	1,03	15	9	0,10	0,96	0,06	79,07	5,00	1,20	16	0,17	2,69
6,00	19,58	114,17	0,00	114,17	0,60	1,00	0,85	1,00	0,94	15	8	0,10	0,95	0,06	84,87	5,00	1,20	15	0,16	2,52

Tabla 30. Evaluación de licuación para el sondeo No. 3

PROFUNDIDAD (m)	PESO UNITARIO (kN/m^3)	ESFUERZO TOTAL (kN/m^2)	PRESION DE POROS (KN/m2)	ESFUERZO EFECTIVO (kN/m^2)	CE	CB	CR	CS	CN	N	$(N_1)_{60}$	a_{max}	rd	$t_{pro}/s_{vo'}$	F_{200}	alfa	beta	(N1)60CS	CRR	FS
						11,5						(%g)		CSR	%					
1,00	18,48	18,48	0,00	18,48	0,60	1,00	0,75	1,00	1,69	18	17	0,10	0,99	0,06	90,80	5,00	1,20	25	0,30	4,65
2,00	17,38	35,86	0,00	35,86	0,60	1,00	0,75	1,00	1,48	13	10	0,10	0,98	0,06	72,60	5,00	1,20	27	0,34	5,29
3,00	17,35	53,21	0,00	53,21	0,60	1,00	0,75	1,00	1,31	11	8	0,10	0,98	0,06	72,73	5,00	1,20	15	0,16	2,46
4,00	16,63	69,83	0,00	69,83	0,60	1,00	0,80	1,00	1,18	15	10	0,10	0,97	0,06	65,67	5,00	1,20	17	0,18	2,87
5,00	18,40	88,23	0,00	88,23	0,60	1,00	0,85	1,00	1,07	14	9	0,10	0,96	0,06	79,07	5,00	1,20	16	0,17	2,69
6,00	19,58	107,81	0,00	107,81	0,60	1,00	0,85	1,00	0,97	16	9	0,10	0,95	0,06	84,87	5,00	1,20	16	0,17	2,71

5.3.4 Suelos colapsables

Se realizó la revisión de colapsabilidad para los suelos encontrados en los sondeos, utilizando las ecuaciones 8 y 9 del presente informe, al igual que los valores de gravedad específica consignados en la tabla 11, con los cuales se pudo establecer que el 27.77% de las muestras ensayadas presenta características de suelo colapsable; además, en todos los sondeos realizados se presentaron suelos colapsables a la profundidad de 4 metros.

INFORME GEOTECNICO AUDAS IN... DEL SU...

Carrera 14C #39-38
B/ La floresta
Montería, Córdoba
604 7891152
313 7836397
imhingenieria@gmail.com

Tabla 31. Revisión de suelos colapsables sondeo 1

PROFUNDIDAD [m]	PESO UNITARIO [kN/m^3]	HUMEDAD [%]	PESO UNITARIO SECO [kN/m^2]	GRAVEDAD ESPECÍFICA [Gs]	LÍMITE LÍQUIDO [%]	PESO UNITARIO SECO CRITICO [kN/m^2]	CRITERIO DE SUELO COLAPSABLE
1,00	18,05	12,47	16,05	2,80	30,00	14,93	Estable
2,00	17,87	16,66	15,32	2,80	31,00	14,70	Estable
3,00	19,20	28,55	14,94	2,80	32,00	14,49	Estable
4,00	18,02	26,99	14,19	2,80	33,00	14,28	Colapsable
5,00	20,20	30,59	15,47	2,70	34,00	13,81	Estable
6,00	18,39	30,18	14,13	2,70	35,00	13,62	Estable

Tabla 32. Revisión de suelos colapsables sondeo 2

PROFUNDIDAD [m]	PESO UNITARIO [kN/m^3]	HUMEDAD [%]	PESO UNITARIO SECO [kN/m^2]	GRAVEDAD ESPECÍFICA [Gs]	LÍMITE LÍQUIDO [%]	PESO UNITARIO SECO CRITICO [kN/m^2]	CRITERIO DE SUELO COLAPSABLE
1,00	19,05	15,04	16,56	2,80	28,00	15,40	Estable
2,00	18,60	22,72	15,16	2,80	31,00	14,70	Estable
3,00	18,51	13,69	16,28	2,70	32,00	14,21	Estable
4,00	18,26	26,68	14,41	2,80	29,00	15,16	Colapsable
5,00	20,18	30,40	15,47	2,70	35,00	13,62	Estable
6,00	19,58	29,89	15,07	2,70	33,00	14,01	Estable

Tabla 33. Revisión de suelos colapsables sondeo 3

PROFUNDIDAD [m]	PESO UNITARIO [kN/m^3]	HUMEDAD [%]	PESO UNITARIO SECO [kN/m^2]	GRAVEDAD ESPECÍFICA [Gs]	LÍMITE LÍQUIDO [%]	PESO UNITARIO SECO CRITICO [kN/m^2]	CRITERIO DE SUELO COLAPSABLE
1,00	18,48	28,47	14,38	2,80	27,00	15,64	Colapsable
2,00	17,38	30,88	13,28	2,80	28,00	15,40	Colapsable
3,00	17,35	22,49	14,16	2,70	33,00	14,01	Estable
4,00	16,63	22,20	13,61	2,80	31,00	14,70	Colapsable
5,00	18,40	21,17	15,18	2,70	35,00	13,62	Estable
6,00	19,58	18,68	16,50	2,70	37,00	13,25	Estable

5.4 Determinación de propiedades geotécnicas del suelo de soporte

Teniendo en cuenta que durante la exploración de campo e investigación de laboratorio se identificaron suelos cohesivos con consistencias medias a blandas, el cálculo de la cimentación se realizará con base en las cohesiones, encontradas a partir de ensayos de compresión inconfinada. El análisis se realizó para una condición no drenada. Cu ≠ 0 y Φ = 0.

Carrera 14C #39-38
B/ La floresta
Montería, Córdoba
604 7891152
313 7836397
imhingenieria@gmail.com

Se adoptó un valor de peso unitario promedio de 18.5 kN/m^3, obtenido en los ensayos de laboratorio realizados a las muestras extraídas. La cohesión se determinó usando la función de distribución normal con los valores obtenidos en los ensayos de compresión inconfinada, así, el valor de cohesión a usar en los diferentes cálculos es de 21 kPa.

En la tabla 34 se encuentra el resumen de los parámetros geotécnicos del suelo de soporte.

Tabla 34. parámetros geotécnicos para utilizar en los diferentes análisis

Peso unitario [kN/m^3]	Cohesión no drenada, c_u [kPa]	Angulo de fricción, φ [°]
18.5	21.00	0.00

5.5 Evaluación de capacidad de carga para cimentación superficial

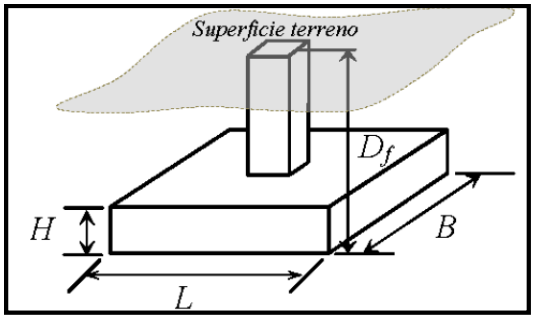
La determinación de la capacidad de carga para el sistema de cimentación superficial se realizó a partir de la ecuación general de carga, mostrada en el numeral 3.4, ecuación 11 del presente informe, la cual, involucra la geometría de la cimentación, factores de forma, de profundidad, de inclinación y rigidez (ecuaciones 12-23 del presente informe). El valor del factor de seguridad indirecto empleado para este cálculo fue de 3,00 para cargas de servicio (D+L) Según lo consignado en tabla H.4.7-1 de la NSR-10.

Se determinó la capacidad de carga última para cimentaciones cuadradas, rectangulares y corridas. Para un mejor entendimiento de la terminología utilizada en el presente informe a continuación se muestra el significado de cada uno de los términos y parámetros geométricos utilizados,

B: Ancho de la cimentación, (m)
L: Largo de la cimentación, (m)
H: Peralte de la cimentación
Df: Profundidad de Desplante de la cimentación, (m)
q Ult: Capacidad de Carga ultima de la Cimentación, (KN/m^2)
q Adm: Capacidad de Carga Admisible de la Cimentación, (KN/m^2).

En la figura 22 se muestra esquemáticamente la geometría de la cimentación,

Figura 22. Esquema de nomenclatura de dimensiones utilizadas en la evaluación de la capacidad de carga.



Fuente: (Hernández Avila, 2011)

INFORME GEOTÉCNICO PARA LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA SANTA MARÍA DE LAS PEÑAS DE CINÚ, MONTERÍA - 2024

Carrera 14C #39-38
B/ La floresta
Montería, Córdoba
604 7891152
313 7836397
imhingenieria@gmail.com

5.5.1 Capacidad de carga última

Para la evaluación de la capacidad de carga se consideró una profundidad de desplante variable.

Tabla 35. Capacidad de carga última para cimentación cuadrada

B [m]	L[m]	Capacidad de carga última, kN/m²					
		Profundidad de desplante variable, Df [m]					
		0.50	0.70	0.80	0.90	1.00	1.20
1.00	1.00	164	178	185	192	199	196
1.20	1.20	160	172	178	184	191	203
1.30	1.30	158	170	176	181	187	199
1.50	1.50	155	166	171	177	182	193
2.00	2.00	151	160	164	169	173	182
2.50	2.50	149	156	160	164	168	176

Tabla 36. Capacidad de carga última para cimentación rectangular y corrida

B [m]	L[m]	Capacidad de carga última, kN/m²					
		Profundidad de desplante variable, Df [m]					
		0.10	0.20	0.30	0.50	0.70	1.00
1.00	2.00	151	165	171	178	184	182
1.50	3.00	144	154	159	164	169	179
2.00	4.00	140	148	152	157	161	169
0.50	3.00	165	167	171	176	179	186
0.60	3.60	158	163	168	172	176	183
0.70	4.20	153	169	164	169	173	180

5.5.2 Capacidad de carga admisible

Con base en la ecuación 24 del presente informe, se obtuvo los valores de capacidad de carga admisible consignados a continuación,

Tabla 37. Capacidad de carga admisible para cimentación cuadrada.

B [m]	L[m]	Capacidad de carga admisible, kN/m²					
		Profundidad de desplante variable, Df [m]					
		0.50	0.70	0.80	0.90	1.00	1.20
1.00	1.00	52	55	57	58	60	58
1.20	1.20	50	53	54	56	57	60
1.30	1.30	50	52	54	55	56	59
1.50	1.50	49	51	52	53	54	57
2.00	2.00	47	49	50	51	52	53
2.50	2.50	46	48	48	49	50	51

Tabla 38. Capacidad de carga admisible para cimentación rectangular y corrida

B [m]	L[m]	Capacidad de carga admisible, kN/m²					
		Profundidad de desplante variable, Df [m]					
		0.50	0.70	0.80	0.90	1.00	1.20
1.00	2.00	47	51	52	54	55	53
1.50	3.00	45	47	48	49	50	52

INFORME GEOTÉCNICO ... INSTITUCIÓN EDUCATIVA SANTA MARÍA ... EL SINÚ MONTERÍA 2023

Carrera 14C #39-38
B/ La floresta
Montería, Córdoba
604 7891152
313 7836397
imhingenieria@gmail.com

2.00	4.00	43	45	46	47	47	49
0.50	3.00	52	51	52	53	54	55
0.60	3.60	50	50	51	52	52	54
0.70	4.20	48	52	50	51	51	53

5.6 Evaluación de asentamientos cimentación superficial

5.6.1 Asentamientos inmediatos o elásticos

La evaluación de los asentamientos elásticos para la cimentación cuadrada, rectangular y corrida se calcularon según la ecuación 28 del presente informe, utilizando las siguientes propiedades elásticas.

- Módulo de elasticidad, Es = 2.184 MPa (ecuación 42)
- Relación de Poisson, $\nu = 0.30$ (tabla 12)
- Factor de influencia, $I_s = 0.62 * \ln\left[\frac{L}{B}\right] + 1.12$

Tabla 39. Asentamientos inmediatos para cimentación cuadrada.

B [m]	*L[m]*	*Asentamientos inmediatos o elásticos, Si [mm]*					
		Profundidad de desplante variable, Df [m]					
		0.50	*0.70*	*0.80*	*0.90*	*1.00*	*1.20*
1.00	1.00	24.075	25.680	26.483	27.285	28.088	27.093
1.20	1.20	28.088	29.693	30.495	31.298	32.100	33.705
1.30	1.30	30.094	31.699	32.501	33.304	34.106	35.711
1.50	1.50	34.106	35.711	36.514	37.316	38.119	39.724
2.00	2.00	44.138	45.743	46.545	47.348	48.150	49.755
2.50	2.50	54.169	55.774	56.576	57.379	58.181	59.786

Tabla 40. Asentamientos inmediatos para cimentaciones rectangulares y corridas

B [m]	*L[m]*	*Asentamientos inmediatos o elásticos, Si [mm]*					
		Profundidad de desplante variable, Df [m]					
		0.50	*0.70*	*0.80*	*0.90*	*1.00*	*1.20*
1.00	2.00	30.601	32.641	33.661	34.681	35.701	34.437
1.50	3.00	43.351	45.391	46.411	47.431	48.451	50.491
2.00	4.00	56.101	58.141	59.161	60.181	61.201	63.242
0.50	3.00	24.178	23.836	24.262	24.618	24.918	25.394
0.60	3.60	27.632	27.871	28.411	28.871	29.265	29.901
0.70	4.20	31.086	33.849	32.417	32.976	33.463	34.262

5.7 Evaluación coeficiente de reacción vertical

A partir de la ecuación 44 del presente informe se calcularon los valores de coeficiente de reacción vertical, los cuales se relacionan a continuación,

Tabla 41. Coeficiente de reacción vertical para cimentación cuadrada

B [m]	*L[m]*	*Coeficiente de reacción vertical, kv [MPa/m]*
1.00	1.00	2.1
1.20	1.20	1.8

INFORME GEOTÉCNICO AGUAS DEL SINÚ, MONTERÍA 2024

Carrera 14C #39-38
B/ La floresta
Montería, Córdoba
604 7891152
313 7836397
imhingenieria@gmail.com

1.30	1.30	1.6
1.50	1.50	1.4
2.00	2.00	1.1
2.50	2.50	0.9

Tabla 42. Coeficiente de reacción vertical para cimentación rectangular y corrida

B [m]	*L[m]*	*Coeficiente de reacción vertical, kv [MPa/m]*
1.00	2.00	1.5
1.50	3.00	1.0
2.00	4.00	0.8
0.50	3.00	2.2
0.60	3.60	1.8
0.70	4.20	1.5

El coeficiente de balasto se obtuvo a partir de la ecuación 48 del presente informe, a continuación, se relacionan los valores obtenidos,

Tabla 43.Módulo de reacción de balasto (Ks) para B y H variables para cimentación

H [m]	*B [m]*				
	1.00	*1.50*	*2.00*	*2.50*	*3.00*
	Ks [MPa/m]				
0.25	1.3	0.9	0.8	0.6	0.6
0.30	1.2	0.9	0.7	0.6	0.5
0.35	1.2	0.9	0.7	0.6	0.5
0.40	1.1	0.8	0.7	0.6	0.5
0.45	1.1	0.8	0.6	0.5	0.5

INFORME GEOTÉCNICO AULAS INSTITUCIÓN EDUCATIVA SE... PRISAS DEL SINÚ, MONTERÍA - 2024

Carrera 14C #39-38
B/ La floresta
Montería, Córdoba
604 7891152
313 7836397
imhingenieria@gmail.com

6 Conclusiones

- El número de golpes por pie de penetración corregido promedio es 13 el cual es inferior a 15, así mismo, el valor de cohesión promedio es 21 kPa, el cual es inferior a 50. Así, debido a lo anteriormente expuesto el perfil sísmico es E, según los criterios consignados en el titulo H de NSR-10, tabla 2 del presente informe.
- Los materiales encontrados en las exploraciones infieren un comportamiento normal desde la percepción del criterio de actividad, (figura 21) lo anterior soportado en la información consignada en el numeral 3.3.1, ecuación 3, figura 8, tablas 4 y 5 del presente informe, utilizando los valores de límites de consistencia obtenidos en los ensayos de laboratorio.
- De acuerdo con los criterios expuesto en el numeral 3.3.2 del presente informe, a los materiales que predominan en el sitio se les realizó un análisis sobre su posible expansión. Lo anterior basado en los resultados de límites de consistencia. El resultado de la comparación de los diferentes criterios para categorizar el potencial expansivo permite inferir que el material del sitio presenta una posibilidad de expansión media (ver tabla 27) La situación descrita solo es posible en la masa de suelo sujeta a cambios de humedad, es decir, la masa de suelo comprendida entre la superficie y el nivel de aguas freáticas. al obtener valores de presión de expansión entre 8.304 – 9.526 kN/m^2, se recomienda realizar un reemplazo en material granular con un espesor de 0.50 m en la zona de contacto de las cimentaciones y zona de pisos, con el fin de contrarrestar los cambios volumétricos que pueda experimentar el suelo por aumento o disminución del contenido de agua.
- Se realizó la revisión de licuación utilizando el número de golpes por penetración estándar y el porcentaje de finos para obtener el CRR y el factor de seguridad, utilizando las ecuaciones 6 y 7 del presente informe, así se pudo observar que el factor de seguridad estuvo por encima de 1.1 para todas las muestras evaluadas, lo cual indica que ante un sismo de magnitud 7.5 el suelo de soporte no presentará susceptibilidad a la licuación. En las tablas 28 - 30 se muestra el comportamiento de las muestras de cada sondeo
- Se realizó la revisión de colapsabilidad para los suelos encontrados en los sondeos, utilizando las ecuaciones 8 y 9 del presente informe, al igual que los valores de gravedad específica consignados en la tabla 11, con los cuales se pudo establecer que el 27.77% de las muestras ensayadas presenta características de suelo colapsable; además, en todos los sondeos realizados se presentaron suelos colapsables a la profundidad de 4 metros.
- Teniendo en cuenta que durante la exploración de campo e investigación de laboratorio se identificaron suelos cohesivos con consistencias medias a blandas, el cálculo de la cimentación se realizará con base en las cohesiones, encontradas a partir de ensayos de compresión inconfinada. El análisis se realizó para una condición no drenada. Cu ≠ 0 y Φ = 0.
- Se adoptó un valor de peso unitario de 18.5 kN/m^3 como valor representativo para las diferentes evaluaciones.

INFORME GEOTÉCNICO AU ASINTITUCIÓN EDUCATIVA SANTA MARÍA DIVINA DE SINÚ, MONTERÍA 2024

Carrera 14C #39-38
B/ La floresta
Montería, Córdoba
604 7891152
313 7836397
imhingenieria@gmail.com

- La cohesión se determinó usando la función de distribución normal con los valores obtenidos en los ensayos de compresión inconfinada, así, el valor de cohesión a usar en los diferentes cálculos es de 21 kPa.
- La determinación de la capacidad de carga para el sistema de cimentación superficial se realizó a partir de la ecuación general de carga, la cual, involucra la geometría de la cimentación, factores de forma, de profundidad, de inclinación y rigidez.
- El valor del factor de seguridad indirecto empleado para este cálculo fue de 3,00 para cargas de servicio (D+L) Según lo consignado en tabla H.4.7-1 de la NSR-10.
- Se determinó la capacidad de carga última para cimentaciones cuadradas, rectangulares y corridas.
- La profundidad de desplante se consideró variable para el cálculo de la capacidad de carga para cimentación cuadrada, rectangular y corrida.
- En las tablas 35 y 36 del presente informe se exponen los valores de capacidad de carga última para diferentes dimensiones para cimentación cuadrada, rectangular y corrida.
- En las tablas 37 y 38 del presente informe se exponen los valores de capacidad de carga admisible para diferentes dimensiones para cimentación cuadrada, rectangular y corrida.
- En las tablas 39 y 40 del presente informe se exponen los valores de asentamientos inmediatos para diferentes dimensiones para cimentación cuadrada, rectangular y corrida.
- En las tablas 41 y 42 del presente informe se exponen los valores del coeficiente de reacción vertical para diferentes dimensiones para cimentación cuadrada, rectangular y corrida.
- En la tabla 43 del presente informe se exponen los valores del coeficiente de reacción de balasto para diferentes alturas de cimentación y diferentes dimensiones en planta de cimentación.
- Dentro del alcance de esta consultoría, no está la determinación de cargas. Por lo anterior el ingeniero estructural debe realizar la verificación de las dimensiones de la cimentación. Este valor debe ser verificado por los diferentes criterios estructurales.
- Si el sistema de cimentación superficial es insuficiente, se debe informar al autor de este informe para realizar la verificación a través de un sistema de cimentación profunda.

INFORME GEOTÉCNICO AJUSTADO INSTITUCIÓN EDUCATIVA SAN MARTÍN DE PORRAS DEL SINÚ MONTERÍA 2024

Carrera 14C #39-38
B/ La floresta
Montería, Córdoba
604 7891152
313 7836397
imhingenieria@gmail.com

7 Recomendaciones

7.1 Geotécnicas

Los valores expuestos en los cuadros de capacidad de carga admisibles son valores netos, es decir la capacidad de carga última se le descontó la sobrecarga del terreno natural y luego se dividió entre el factor de seguridad.

Para la resistencia al corte se debe tener en cuenta la resistencia a asentamientos diferenciales.

Si al realizar la revisión con cimentaciones superficiales estas son insuficientes para la transmisión de carga al suelo de soporte, y se requiera de cimentaciones profundas, informar al autor de este informe, para la verificación de la capacidad de carga del sistema de cimentación profunda.

Los suelos de fundación no deben permanecer expuestos a la intemperie por períodos superiores a 24 horas, si el vaciado de la fundación no se puede realizar el mismo día en el que se ejecuta la excavación, se recomienda dejar el nivel de excavación unos 20 centímetros por encima de la cota de fundación, los cuales se retirarán previamente a momento de realizar el vaciado de la zapata.

Por ningún motivo utilizar el material de las excavaciones como material de relleno a nivel de cimentación o como relleno en el sobre cimiento. Utilizar siempre como material de relleno material seleccionado compactado al 95% del Proctor modificado. Se recomienda realizar ensayo Proctor al material y verificar las densidades en campo con el fin de garantizar la adecuada compactación.

Con el objeto de garantizar la estabilidad de las edificaciones adyacentes a la construcción, se debe entibar y apuntalar el talud producto del corte en el desarrollo de las excavaciones y así mismo se tomarán todas las medidas y precauciones necesarias para evitar que entren aguas lluvias o de escorrentía a las fundaciones y saturen los suelos aptos para apoyar las cimentaciones. Se recomienda que una copia del informe de suelos permanezca en la obra con el fin de agilizar las consultas del caso.

7.2 Constructivas

7.2.1 Mejoramiento de suelo de soporte zona de contacto de cimentación

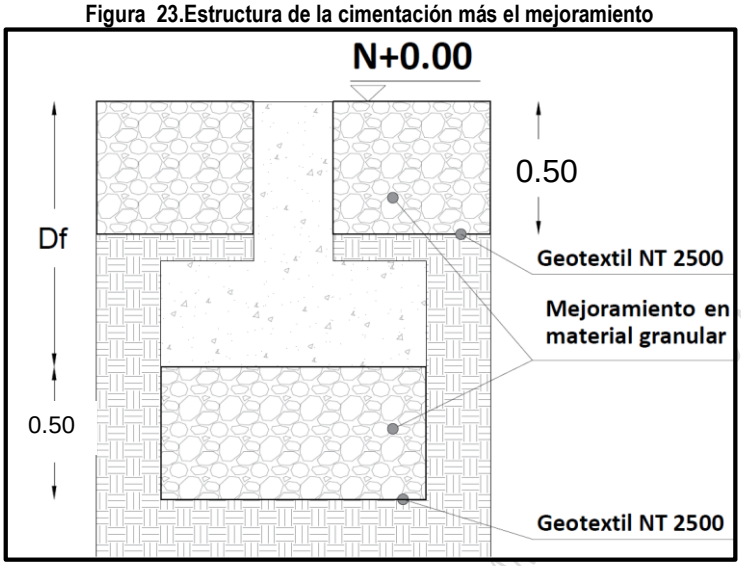
Debido a los valores de presión de expansión obtenidos, los cuales se relacionan con los tipos de suelo y las condiciones de humedad natural, se recomienda realizar un reemplazo en material granular de 0.50 m de espesor en la zona de pisos y zona de contacto de las cimentaciones, el cual consiste, según la técnica enunciada en el numeral 3.3.2.1.1 del presente informe en una sustitución del suelo natural por un relleno compacto hasta alcanzar el nivel de fundación y encapsular este material

INFORME GEOTÉCNICO AMPLIACIÓN I.E. TÉCNICA SANTA MARÍA - BRISAS DEL SINÚ MONTERÍA - 2024

Carrera 14C #39-38
B/ La floresta
Montería, Córdoba
604 7891152
313 7836397
imhingenieria@gmail.com

granular en un geotextil NT 2500 o similar, en la figura 23 se muestra una esquematización de la estructura mencionada.

Figura 23.Estructura de la cimentación más el mejoramiento



El material seleccionado a usarse en los rellenos debe cumplir las siguientes disposiciones:

Tamaño máximo:	75 mm
% Pasa tamiz No. 10:	≤80%
% Pasa tamiz No. 200:	≤25%
Materia Orgánica:	0%
Límite Líquido:	≤35%
Índice de plasticidad:	≤10%.

Si durante el proceso de excavación o corte se evidencia suelos saturados altamente deformables, se recomienda realizar un reemplazo con el objeto de mitigar deformaciones en el suelo natural de soporte, el cual, consiste en la colocación de piedra gruesa (rajón) de mejoramiento en un espesor no inferior a 0,500m (500mm).

El proceso de reemplazo consiste en la colocación y posterior apisonamiento de piedra rajón, esto se debe realizar hasta que se evidencie un soporte firme y que no presente deformaciones excesivas. Seguidamente realizar un sello en la parte superior de la capa de piedra rajón, el cual consiste en colocar una capa en material granular con un espesor de 0,10m (100mm), lo cual busca cerrar los intersticios presentes entre las partículas de piedra rajón.
El nivel de desplante de la cimentación se mide a partir del suelo en estado natural.

INFORME GOTELLO AL ASINSTITUCIÓN EDUCATIVA SANTA MA , MONTERÍA - 2024

Carrera 14C #39-38
B/ La floresta
Montería, Córdoba
604 7891152
313 7836397
imhingenieria@gmail.com

7.2.2 Mejoramiento zona de pisos

En las zonas de pisos se recomienda realizar un mejoramiento con un espesor de 0.50 m, el material seleccionado a usarse debe cumplir las siguientes disposiciones:

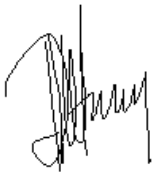
Tamaño máximo:	75 mm
% Pasa tamiz No. 10:	≤80%
% Pasa tamiz No. 200:	≤25%
Materia Orgánica:	0%
Límite Líquido:	≤30%
Índice de plasticidad:	≤10%

INFORME GEOTÉCNICO AULAS INSTITUCIÓN EDUCATIVA SANTA MARÍA, BRISAS DEL SINÚ, MONTERÍA - 2024

Carrera 14C #39-38
B/ La floresta
Montería, Córdoba
604 7891152
313 7836397
imhingenieria@gmail.com

8 Limitaciones del estudio geotécnico

Las recomendaciones realizadas en el presente informe se basan en las condiciones de campo observadas, los resultados de laboratorio y el análisis de ingeniería anteriormente descrito. Se aclara que las dimensiones y áreas construidas no se relacionan en el documento debido a que no fueron suministrados planos arquitectónicos por parte del solicitante. Si durante la construcción del proyecto llegaran a presentarse condiciones diferentes a las enunciadas y asumidas como típicas, o surgiese cualquier dificultad imprevista, esta situación deberá ser informada oportunamente a fin de realizar los ajustes y evaluaciones pertinentes.



ROBINSON MARTINEZ SANDOVAL
Ingeniero Civil
Especialista En Geotecnia
Magíster En Ingeniería

INFORME GEOTÉCNICO AULAS INSTITUCIÓN EDUCATIVA SANTA MARÍA, BRISAS DEL SINÚ, MONTERÍA 2024

Carrera 14C #39-38
B/ La floresta
Montería, Córdoba
604 7891152
313 7836397
imhingenieria@gmail.com

Bibliografía

Bray, Jonathan D & Sancio, Rodolfo B. (September de 2006). Assessment of the Liquefaction Susceptibility of Fine-Grained Soils. *Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering*, 1165-1177.

BUDHU, M. (2010). *SOIL MECHANICS AND FOUNDATIONS.* John Wiley & Sons, Inc.

CORONADO, C., VILLAFAÑE, R., & RIOS, L. (s.f.). *Resistencia de los Suelos a la licuación.* . Colombia.

Covo, A. I. (2003). *Introducción a la mecánica de suelos.* Cartagena.

DAS, B. M. (2012). *Principios de Ingeniería de cimentaciones.* México: International Thomson.

DAS, B. M. (2012). *Principios de Ingeniería de cimentaciones.* México: International Thomson.

Delgado Vargas, M. (1993). El coeficiente de balasto. *Segundo encuentro Nacional de Ingenieros de Suelos y Estructuras, Escuela Colombiana de Ingeniería.* Santafé de Bogotá.

Delgado Vargas, M. (1996). *Ingeniería de fundaciones, fundamentos e introducción al análisis geotécnico.* Bogotá.

Delgado Vargas, M. (2012). *Interacción suelo - estructura.* Bgotá: Escuela Colombiana de Ingeniería.

ECOPETROL. (2002). *Interpretación de Radar Sinú- San Jacinto.*

Geokinetics International Inc. (2009). *INTERPRETACIÓN PROGRAMA SÍSMICO 2D SINÚ SAN JACINTO SUR 2008.*

Gómez, J., & Montes, N. (2020). Mapa Geológico de Colombia en Relieve 2020. Escala 1:1000000. Bogotá, Colombia.

Gonzalez, Alvaro J. (1999). ESTIMATIVOS DE PARAMETROS EFECTIVOS DE RESISTENCIA CON EL SPT. *X JORNADAS GEOTECNICAS DE LA INGENIERIA COLOMBIANA - SCI -SCG -*, 1-12.

Guzmán Garzón, C. (s.f.). Inventan aislador sísmico. *Revista Universidad EAFIT edición 170*.

Hernández Avila, R. (2011). *Cimientos de Concreto Reforzado.* Sincelejo.

Komornik, A. D. (1969). Prediction of swelling pressure of clays., (págs. 209-225).

NSR. (2010). *Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente.* Bogotá D.C.

Vera Centeno, J. (2019). *Correlación Empírica Entre La Velocidad De La Onda De Corte Y La Resistencia A La Penetración Estándar En Suelos De La Ciudad De Puebla.* Puebla: Benemétria Universida Autónoma De Pueble.

INFORME GEOTÉCNICO AULAS INSTITUCIÓN EDUCATIVA SANTA MARÍA, BOSQUES DE SINÚ, MONTERÍA - 2024

Carrera 14C #39-38
B/ La floresta
Montería, Córdoba
604 7891152
313 7836397
imhingenieria@gmail.com

Woo, M. (2017). Por qué las placas tectónicas y sus movimientos son indispensables para la vida. *BBC Earth*.

INFORME DE GESTIÓN EDUCATIVA SANTA MARÍA, BRISAS DEL SINÚ, MONTERÍA - 2024

ANEXOS

Carrera 14C #39-38
B/ La floresta
Montería, Córdoba
604 7891152
313 7836397
imhingenieria@gmail.com

ANEXO 1
Ensayos de laboratorio

Carrera 14C N°39-38. B/La Floresta, Montería.
Tel. (604) 789 1152 – 313 7836397

IMH INGENIERÍA S.A.S CONSULTORÍA E INTERVENTORÍA DE OBRAS NIT. 900.815.936	*ESTUDIO DE SUELOS* *DISEÑO DE PAVIMENTOS* *CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES* *DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETOS* *ENSAYOS DE CONTROL DE CALIDAD*	IMH INGENIERIA S.A.S

PERFIL ESTRATIGRÁFICO

PROYECTO: Estudio de suelos para construcción de estructura de soporte de tanques de almacenamiento de agua en el proyecto "Estudios y diseños para la captación de agua mediante la construcción de pozos profundos accionados con energía fotovoltaica en zona rural del municipio de Montería"	**FECHA:** 28/10/2024
LOCALIZACIÓN: Institución Educativa Santa María, Montería - Zona rural	**SONDEO 1**

PROFUNDIDAD (m)	DESCRIPCIÓN	CLASIFICACIÓN S.U.C.S	LÍMITE LÍQUIDO, LL (%)	LÍMITE PLÁSTICO, LP (%)	ÍNDICE DE PLASTICIDAD, IP (%)	GRADACIÓN % PASA				HUMEDAD NATURAL, W (%)	ÍNDICE DE LIQUIDEZ, IL	ESTADO	NÚMERO DE GOLPES SPT			NÚMERO DE GOLPES POR PIE DE PENETRACIÓN	COHESIÓN (KN/m²)	PESO UNITARIO (KN/m³)
						4	10	40	200									
0.50-1.00	Arcilla de baja plasticidad color caré oscuro	CL	30,00	20,00	10,00	97,50	92,70	78,10	73,35	12,47	-0,75	Semiplástico	5	4	5	9	19,82	18,05
1.50-2.00	Arcilla de baja plasticidad color café claro	CL	31,00	20,00	11,00	99,30	98,05	94,50	88,15	16,66	-0,30	Semiplástico	9	8	7	15	21,79	17,87
2.50-3.00	Arcilla de baja plasticidad color café oscuro	CL	32,00	22,00	10,00	100,00	99,90	98,80	90,50	28,55	0,65	Plástico	3	3	2	5	22,06	19,20
3.50-4.00	Arcilla de baja plasticidad color café oscuro con vetas grises	CL	33,00	23,00	10,00	100,00	100,00	98,20	84,45	26,99	0,40	Plástico	4	4	2	6	20,22	18,02
4.50-5.00	Limo de baja plasticidad color gris oscuro	ML	34,00	25,00	9,00	98,45	97,00	92,65	81,60	30,59	0,62	Plástico	8	5	3	8	-	20,20
5.50-6.00	Limo de baja plasticidad color gris oscuro	ML	35,00	26,00	9,00	100,00	99,85	99,35	86,40	30,18	0,46	Plástico	9	7	5	12	-	18,39

OBSERVACIONES: SE EVIDENCIÓ NIVEL FREÁTICO A 3,20 M
LOS VALORES DE COHESIÓN SE DETERMINARON A PARTIR DE CORRELACIONES CON EL NSPT CORREGIDO Y LAS PROPIEDADES DEL MATERIAL

ROBINSON MARTINEZ SANDOVAL
INGENIERO CIVIL
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
MAGÍSTER EN INGENIERÍA

IMH INGENIERÍA SAS CONSULTORÍA E INTERVENTORÍA DE OBRAS NIT. 900.815.936	*ESTUDIO DE SUELOS* *DISEÑO DE PAVIMENTOS* *CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES* *DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETOS* *ENSAYOS DE CONTROL DE CALIDAD*	IMH INGENIERIA S.A.S

PROYECTO: Estudio de suelos para construcción de estructura de soporte de tanques de almacenamiento de agua en el proyecto "Estudios y diseños para la captación de agua mediante la construcción de pozos profundos accionados con energía fotovoltaica en zona rural del municipio de Montería"

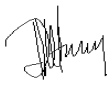
Caracterización muestras sondeo 1 **FECHA:** **28/10/2024**

Peso unitario y humedad natural

Sondeo N°	MUESTRA N°	PROFUNDIDAD [m]	DIÁMETRO [cm]	ALTURA [cm]	PESO HÚMEDO [g]	PESO UNITARIO HÚMEDO [KN/m³]
1	1	0.50-1.00	3,70	7,80	154,30	18,05
	2	1.50-2.00	3,70	8,00	156,70	17,87
	3	2.50-3.00	4,00	8,00	196,80	19,20
	4	3.50-4.00	3,70	6,90	136,30	18,02
	5	4.50-5.00	3,80	7,70	179,80	20,20
	6	5.50-6.00	3,80	7,60	161,60	18,39

PESO HÚMEDO+TARA [g]	PESO SECO +TARA [g]	PESO TARA [g]	HUMEDAD NATURAL [%]
44,60	41,79	19,26	12,47
51,53	46,45	15,96	16,66
43,28	36,94	14,73	28,55
46,20	39,71	15,66	26,99
49,12	41,99	18,68	30,59
43,05	37,44	18,85	30,18

OBSERVACIONES:



ROBINSON MARTINEZ SANDOVAL
INGENIERO CIVIL
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

Cra 14C N° 39 - 38. B/La Floresta, Montería. TEL (604) 7891152 - 3137836397
imhingenieria@gmail.com

IMH INGENIERÍA SAS CONSULTORÍA E INTERVENTORÍA DE OBRAS NIT. 900.815.936	*ESTUDIO DE SUELOS* *DISEÑO DE PAVIMENTOS* *CARACTERIZACION DE MATERIALES* *DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETOS* *ENSAYOS DE CONTROL DE CALIDAD*	IMH INGENIERIA S.A.S

ENSAYO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS I.N.V E - 123-13; I.N.V E - 125-13; I.N.V E - 126-13

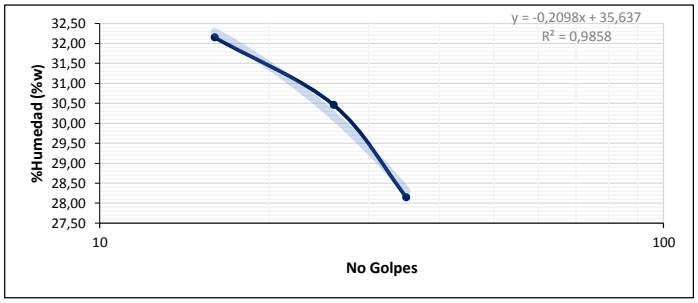
PROYECTO: Estudio de suelos para construcción de estructura de soporte de tanques de almacenamiento de agua en el proyecto "Estudios y diseños para la captación de agua	CONTRATISTA:
	INTERVENTORÍA:

LOCALIZACIÓN: Institución Educativa Santa María, Montería - Zona rural		SONDEO 1	FECHA: 28/10/2024
MATERIAL:	Arcilla de baja plasticidad color caré oscuro	MUESTRA: 1	PROFUNDIDAD [m]: 0.50-1.00

LÍMITE LÍQUIDO

No T = Número de tara
No Golpes = Número de golpes en la casuela de casagrande
P1 = Peso húmedo del material + tara (gr)
P2 = Peso seco del material + tara (gr)
P3 = Peso tara (gr)
%w = Porcentaje de humedad (%)

No Golpes	35	26	16	
No T	1	2	3	
P1	40,18	38,27	46,11	
P2	35,58	33,06	38,47	
P3	19,26	15,96	14,71	
%w	28,15	30,46	32,15	



LÍMITE PLÁSTICO

No T = Número de tara
P1 = Peso húmedo del material + tara (gr)
P2 = Peso seco del material + tara (gr)
P3 = Peso tara (gr)
%w = Porcentaje de humedad (%)

No T	4	5		
P1	21,39	24,17		
P2	20,43	23,25		
P3	15,66	18,72		
%w	20,09	20,19		

Límite líquido	30,00	%
Límite plástico	20,00	%
Indice de Plasticidad	10,00	%

CLASIFICACIÓN

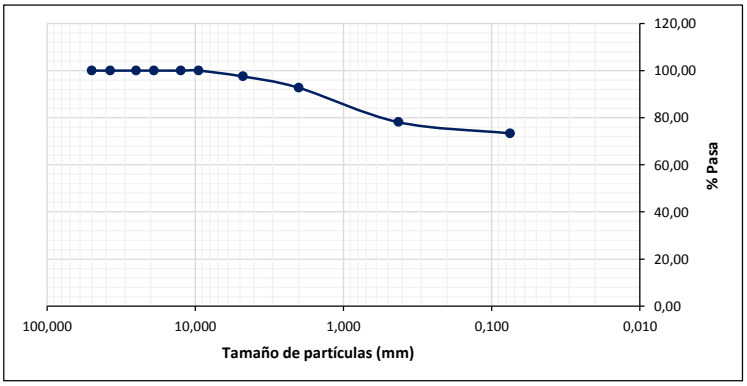
S.U.C.S CL
AASHTO A-4 **IG** 8

OBSERVACIONES:

GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO

Peso incial, P1 (gr) 200
Peso final, P2 (gr)

TAMIZ		Peso retenido (gr)	% Retenido	%Retenido acumulado	% Pasa
In	mm				
2	50,000	0,00	0,00	0,00	100,00
1 1/2	37,500	0,00	0,00	0,00	100,00
1	25,000	0,00	0,00	0,00	100,00
3/4"	19,000	0,00	0,00	0,00	100,00
1/2"	12,500	0,00	0,00	0,00	100,00
3/8"	9,500	0,00	0,00	0,00	100,00
4	4,750	5,00	2,50	2,50	97,50
10	2,000	9,60	4,80	7,30	92,70
40	0,425	29,20	14,60	21,90	78,10
200	0,075	9,50	4,75	26,65	73,35



ROBINSON MARTINEZ GOMEZ
LABORATORISTA

ROBINSON MARTINEZ SANDOVAL
INGENIERO CIVIL
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

Cra 14C No 39-38 B/ La Floresta, Montería. Cel 313 7836397 Tel. 604789 1152
imhingenieria@gmail.com

IMH INGENIERÍA SAS CONSULTORÍA E INTERVENTORÍA DE OBRAS NIT. 900.815.936	*ESTUDIO DE SUELOS* *DISEÑO DE PAVIMENTOS* *CARACTERIZACION DE MATERIALES* *DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETOS* *ENSAYOS DE CONTROL DE CALIDAD*	IMH INGENIERIA S.A.S

ENSAYO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS I.N.V E - 123-13; I.N.V E - 125-13; I.N.V E - 126-13

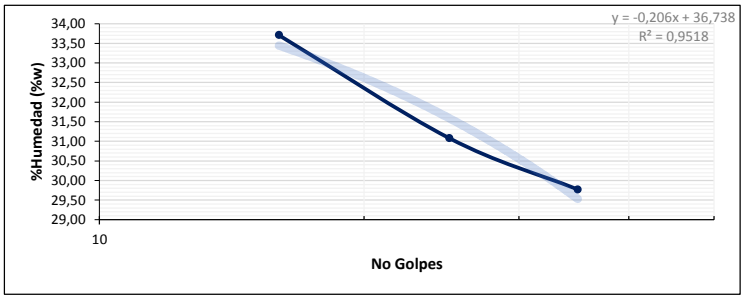
PROYECTO: Estudio de suelos para construcción de estructura de soporte de tanques de almacenamiento de agua en el proyecto "Estudios y diseños para la captación de agua mediante la construcción de pozos profundos accionados con energía fotovoltaica en	CONTRATISTA: INTERVENTORÍA:

LOCALIZACIÓN: Institución Educativa Santa María, Montería - Zona rural		SONDEO 1	FECHA: 28/10/2024
MATERIAL:	Arcilla de baja plasticidad color café claro	MUESTRA: 2	PROFUNDIDAD [m]: 1.50-2.00

LÍMITE LÍQUIDO

No T = Número de tara
No Golpes = Número de golpes en la casuela de casagrande
P1 = Peso húmedo del material + tara (gr)
P2 = Peso seco del material + tara (gr)
P3 = Peso tara (gr)
%w = Porcentaje de humedad (%)

No Golpes	35	25	16	
No T	6	7	8	
P1	39,19	36,15	43,28	
P2	34,52	32,18	37,23	
P3	18,85	19,41	19,28	
%w	29,77	31,08	33,71	



LÍMITE PLÁSTICO

No T = Número de tara
P1 = Peso húmedo del material + tara (gr)
P2 = Peso seco del material + tara (gr)
P3 = Peso tara (gr)
%w = Porcentaje de humedad (%)

No T	9	10		
P1	23,30	21,00		
P2	22,59	20,21		
P3	18,92	16,23		
%w	19,40	19,91		

Límite líquido	31,00	%
Límite plástico	20,00	%
Indice de plasticidad	11,00	%

CLASIFICACIÓN

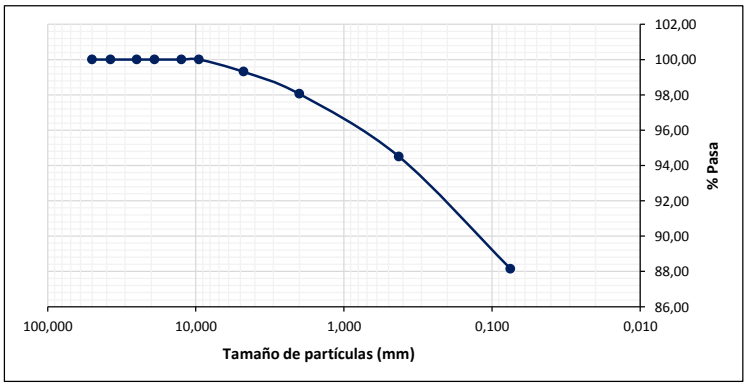
S.U.C.S	CL		
AASHTO	A-6	**IG**	11

OBSERVACIONES:

GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO

Peso incial, P1 (gr) 200
Peso final, P2 (gr)

TAMIZ		Peso retenido (gr)	% Retenido	%Retenido acumulado	% Pasa
In	mm				
2	50,000	0,00	0,00	0,00	100,00
1 1/2	37,500	0,00	0,00	0,00	100,00
1	25,000	0,00	0,00	0,00	100,00
3/4"	19,000	0,00	0,00	0,00	100,00
1/2"	12,500	0,00	0,00	0,00	100,00
3/8"	9,500	0,00	0,00	0,00	100,00
4	4,750	1,40	0,70	0,70	99,30
10	2,000	2,50	1,25	1,95	98,05
40	0,425	7,10	3,55	5,50	94,50
200	0,075	12,70	6,35	11,85	88,15



ROBINSON MARTÍNEZ GÓMEZ
LABORATORISTA

ROBINSON MARTINEZ SANDOVAL
INGENIERO CIVIL
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

Cra 14C No 39-38 B/ La Floresta, Montería. Cel 313 7836397 Tel. 604789 1152
imhingenieria@gmail.com

IMH INGENIERÍA SAS CONSULTORÍA E INTERVENTORÍA DE OBRAS NIT. 900.815.936	*ESTUDIO DE SUELOS* *DISEÑO DE PAVIMENTOS* *CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES* *DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETOS* *ENSAYOS DE CONTROL DE CALIDAD*	IMH INGENIERIA S.A.S

ENSAYO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS I.N.V E - 123-13; I.N.V E - 125-13; I.N.V E - 126-13

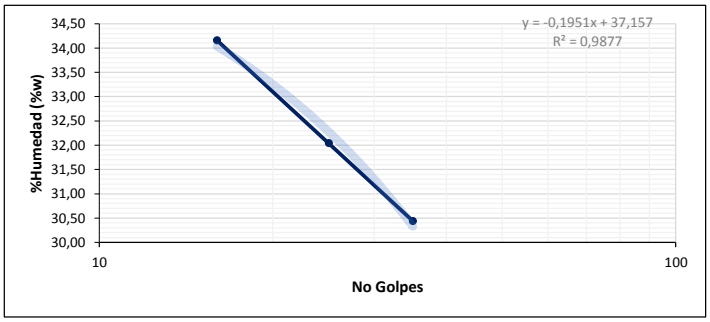
PROYECTO: Estudio de suelos para construcción de estructura de soporte de tanques de almacenamiento de agua en el proyecto "Estudios y diseños para la captación de agua	CONTRATISTA: INTERVENTORÍA:

LOCALIZACIÓN: Institución Educativa Santa María, Montería - Zona rural		SONDEO 1	FECHA: 28/10/2024
MATERIAL:	Arcilla de baja plasticidad color café oscuro	MUESTRA: 3	PROFUNDIDAD [m]: 2.50-3.00

LÍMITE LÍQUIDO

No T = Número de tara
No Golpes = Número de golpes en la casuela de casagrande
P1 = Peso húmedo del material + tara (gr)
P2 = Peso seco del material + tara (gr)
P3 = Peso tara (gr)
%w = Porcentaje de humedad (%)

No Golpes	35	25	16	
No T	11	12	13	
P1	45,29	40,00	41,73	
P2	38,47	34,83	36,04	
P3	16,06	18,71	19,38	
%w	30,44	32,04	34,16	



LÍMITE PLÁSTICO

No T = Número de tara
P1 = Peso húmedo del material + tara (gr)
P2 = Peso seco del material + tara (gr)
P3 = Peso tara (gr)
%w = Porcentaje de humedad (%)

No T	14	15		
P1	25,33	24,18		
P2	24,27	23,26		
P3	19,31	19,13		
%w	21,41	22,17		

Límite líquido	32,00	%
Límite plástico	22,00	%
Indice de Plasticidad	10,00	%

CLASIFICACIÓN

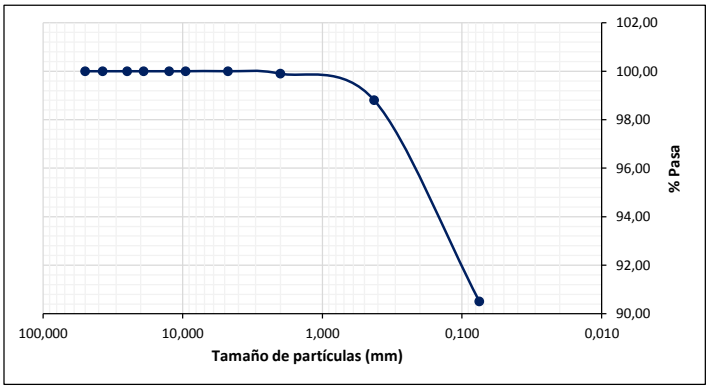
S.U.C.S CL
AASHTO A-4 **IG** 11

OBSERVACIONES:

GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO

Peso incial, P1 (gr) 200
Peso final, P2 (gr)

TAMIZ		Peso retenido (gr)	% Retenido	%Retenido acumulado	% Pasa
In	mm				
2	50,000	0,00	0,00	0,00	100,00
1 1/2	37,500	0,00	0,00	0,00	100,00
1	25,000	0,00	0,00	0,00	100,00
3/4"	19,000	0,00	0,00	0,00	100,00
1/2"	12,500	0,00	0,00	0,00	100,00
3/8"	9,500	0,00	0,00	0,00	100,00
4	4,750	0,00	0,00	0,00	100,00
10	2,000	0,20	0,10	0,10	99,90
40	0,425	2,20	1,10	1,20	98,80
200	0,075	16,60	8,30	9,50	90,50



ROBINSON MARTINEZ GOMEZ
LABORATORISTA

ROBINSON MARTINEZ SANDOVAL
INGENIERO CIVIL
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

Cra 14C No 39-38 B/ La Floresta, Montería. Cel 313 7836397 Tel. 604789 1152
imhingenieria@gmail.com

IMH INGENIERÍA SAS CONSULTORÍA E INTERVENTORÍA DE OBRAS NIT. 900.815.936	*ESTUDIO DE SUELOS* *DISEÑO DE PAVIMENTOS* *CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES* *DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETOS* *ENSAYOS DE CONTROL DE CALIDAD*	IMH INGENIERIA S.A.S

ENSAYO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS I.N.V E - 123-13; I.N.V E - 125-13; I.N.V E - 126-13

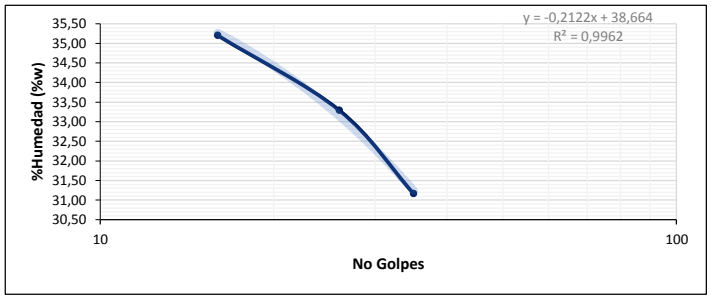
PROYECTO: Estudio de suelos para construcción de estructura de soporte de tanques de almacenamiento de agua en el proyecto "Estudios y diseños para la captación de agua mediante la construcción de pozos profundos accionados con energía fotovoltaica en zona	CONTRATISTA: INTERVENTORÍA:

LOCALIZACIÓN: Institución Educativa Santa María, Montería - Zona rural		SONDEO 1	FECHA:	28/10/2024
MATERIAL:	Arcilla de baja plasticidad color café oscuro con vetas grises	MUESTRA: 4	PROFUNDIDAD [m]:	3.50-4.00

LÍMITE LÍQUIDO

No T = Número de tara
No Golpes = Número de golpes en la casuela de casagrande
P1 = Peso húmedo del material + tara (gr)
P2 = Peso seco del material + tara (gr)
P3 = Peso tara (gr)
%w = Porcentaje de humedad (%)

No Golpes	35	26	16	
No T	16	17	18	
P1	51,28	50,39	57,16	
P2	43,62	42,67	47,24	
P3	19,03	19,48	19,04	
%w	31,16	33,29	35,20	



LÍMITE PLÁSTICO

No T = Número de tara
P1 = Peso húmedo del material + tara (gr)
P2 = Peso seco del material + tara (gr)
P3 = Peso tara (gr)
%w = Porcentaje de humedad (%)

No T	19	20		
P1	22,13	21,99		
P2	21,58	21,34		
P3	19,18	18,47		
%w	23,09	22,80		

Límite líquido	33,00	%
Límite plástico	23,00	%
Indice de Plasticidad	10,00	%

CLASIFICACIÓN

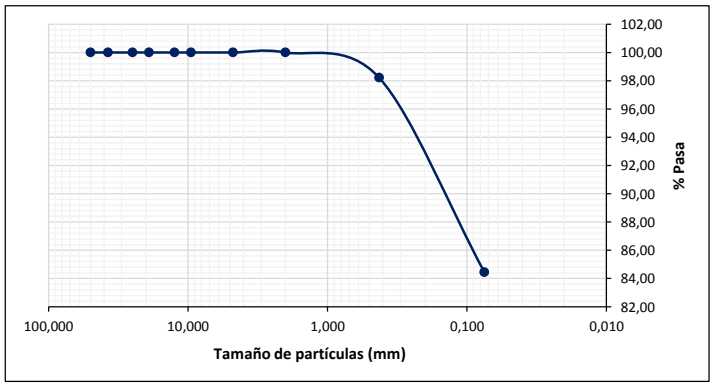
S.U.C.S CL
AASHTO A-4 **IG** 10

OBSERVACIONES:

GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO

Peso incial, P1 (gr) 200
Peso final, P2 (gr)

TAMIZ		Peso retenido (gr)	% Retenido	%Retenido acumulado	% Pasa
In	mm				
2	50,000	0,00	0,00	0,00	100,00
1 1/2	37,500	0,00	0,00	0,00	100,00
1	25,000	0,00	0,00	0,00	100,00
3/4"	19,000	0,00	0,00	0,00	100,00
1/2"	12,500	0,00	0,00	0,00	100,00
3/8"	9,500	0,00	0,00	0,00	100,00
4	4,750	0,00	0,00	0,00	100,00
10	2,000	0,00	0,00	0,00	100,00
40	0,425	3,60	1,80	1,80	98,20
200	0,075	27,50	13,75	15,55	84,45



ROBINSON MARTÍNEZ GÓMEZ
LABORATORISTA

ROBINSON MARTINEZ SANDOVAL
INGENIERO CIVIL
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

Cra 14C No 39-38 B/ La Floresta, Montería. Cel 313 7836397 Tel. 604789 1152
imhingenieria@gmail.com

IMH INGENIERÍA SAS CONSULTORÍA E INTERVENTORÍA DE OBRAS NIT. 900.815.936	*ESTUDIO DE SUELOS* *DISEÑO DE PAVIMENTOS* *CARACTERIZACION DE MATERIALES* *DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETOS* *ENSAYOS DE CONTROL DE CALIDAD*	IMH INGENIERIA S.A.S

ENSAYO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS I.N.V E - 123-13; I.N.V E - 125-13; I.N.V E - 126-13

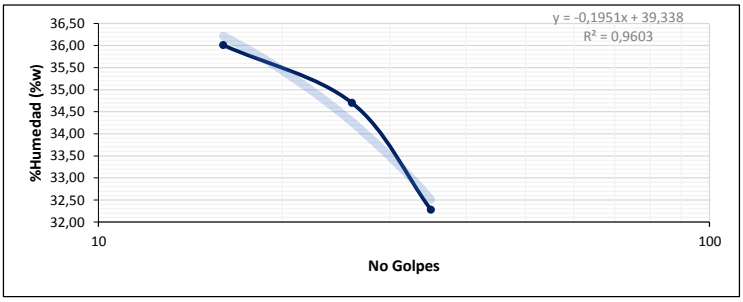
PROYECTO: Estudio de suelos para construcción de estructura de soporte de tanques de almacenamiento de agua en el proyecto "Estudios y diseños para la captación de agua	CONTRATISTA:
	INTERVENTORÍA:

LOCALIZACIÓN: Institución Educativa Santa María, Montería - Zona rural		SONDEO 1	FECHA: 28/10/2024
MATERIAL:	Limo de baja plasticidad color gris oscuro	MUESTRA: 5	PROFUNDIDAD [m]: 4.50-5.00

LÍMITE LÍQUIDO

No T = Número de tara
No Golpes = Número de golpes en la casuela de casagrande
P1 = Peso húmedo del material + tara (gr)
P2 = Peso seco del material + tara (gr)
P3 = Peso tara (gr)
%w = Porcentaje de humedad (%)

No Golpes	35	26	16	
No T	21	22	23	
P1	35,16	36,28	31,49	
P2	30,35	31,71	28,21	
P3	15,43	18,54	19,12	
%w	32,28	34,70	36,01	



LÍMITE PLÁSTICO

No T = Número de tara
P1 = Peso húmedo del material + tara (gr)
P2 = Peso seco del material + tara (gr)
P3 = Peso tara (gr)
%w = Porcentaje de humedad (%)

No T	24	25		
P1	20,19	21,49		
P2	19,38	20,90		
P3	16,12	18,52		
%w	24,70	25,02		

Límite líquido	34,00	%
Límite plástico	25,00	%
Indice de Plasticidad	9,00	%

CLASIFICACIÓN

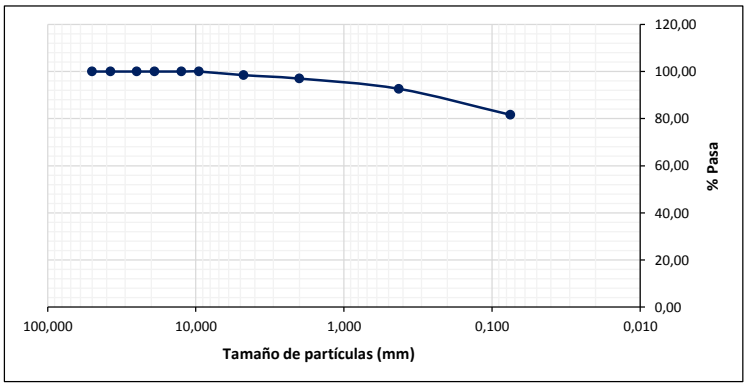
S.U.C.S ML
AASHTO A-4 **IG** 9

OBSERVACIONES:

GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO

Peso incial, P1 (gr) 200
Peso final, P2 (gr)

TAMIZ		Peso retenido (gr)	% Retenido	%Retenido acumulado	% Pasa
In	mm				
2	50,000	0,00	0,00	0,00	100,00
1 1/2	37,500	0,00	0,00	0,00	100,00
1	25,000	0,00	0,00	0,00	100,00
3/4"	19,000	0,00	0,00	0,00	100,00
1/2"	12,500	0,00	0,00	0,00	100,00
3/8"	9,500	0,00	0,00	0,00	100,00
4	4,750	3,10	1,55	1,55	98,45
10	2,000	2,90	1,45	3,00	97,00
40	0,425	8,70	4,35	7,35	92,65
200	0,075	22,10	11,05	18,40	81,60



ROBINSON MARTINEZ GOMEZ
LABORATORISTA

ROBINSON MARTINEZ SANDOVAL
INGENIERO CIVIL
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

Cra 14C No 39-38 B/ La Floresta, Montería. Cel 313 7836397 Tel. 604789 1152
imhingenieria@gmail.com

IMH INGENIERÍA SAS CONSULTORÍA E INTERVENTORÍA DE OBRAS NIT. 900.815.936	*ESTUDIO DE SUELOS* *DISEÑO DE PAVIMENTOS* *CARACTERIZACION DE MATERIALES* *DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETOS* *ENSAYOS DE CONTROL DE CALIDAD*	IMH INGENIERIA S.A.S

ENSAYO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS I.N.V E - 123-13; I.N.V E - 125-13; I.N.V E - 126-13

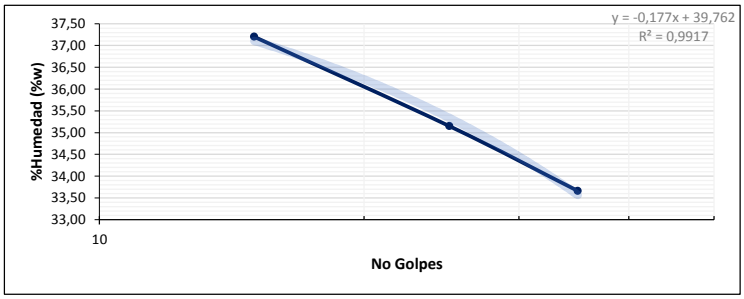
PROYECTO: Estudio de suelos para construcción de estructura de soporte de tanques de almacenamiento de agua en el proyecto "Estudios y diseños para la captación de agua mediante la construcción de pozos profundos accionados con energía fotovoltaica en	CONTRATISTA: INTERVENTORÍA:

LOCALIZACIÓN: Institución Educativa Santa María, Montería - Zona rural		SONDEO 1	FECHA:	28/10/2024
MATERIAL:	Limo de baja plasticidad color gris oscuro	MUESTRA: 6	PROFUNDIDAD [m]:	5.50-6.00

LÍMITE LÍQUIDO

No T = Número de tara
No Golpes = Número de golpes en la casuela de casagrande
P1 = Peso húmedo del material + tara (gr)
P2 = Peso seco del material + tara (gr)
P3 = Peso tara (gr)
%w = Porcentaje de humedad (%)

No Golpes	35	25	15	
No T	26	27	28	
P1	41,51	40,82	43,92	
P2	36,02	34,32	37,42	
P3	19,72	15,84	19,94	
%w	33,66	35,15	37,20	



LÍMITE PLÁSTICO

No T = Número de tara
P1 = Peso húmedo del material + tara (gr)
P2 = Peso seco del material + tara (gr)
P3 = Peso tara (gr)
%w = Porcentaje de humedad (%)

No T	29	30		
P1	24,19	20,67		
P2	23,39	19,77		
P3	20,32	16,25		
%w	26,11	25,41		

Límite líquido	35,00	%
Límite plástico	26,00	%
Indice de plasticidad	9,00	%

CLASIFICACIÓN

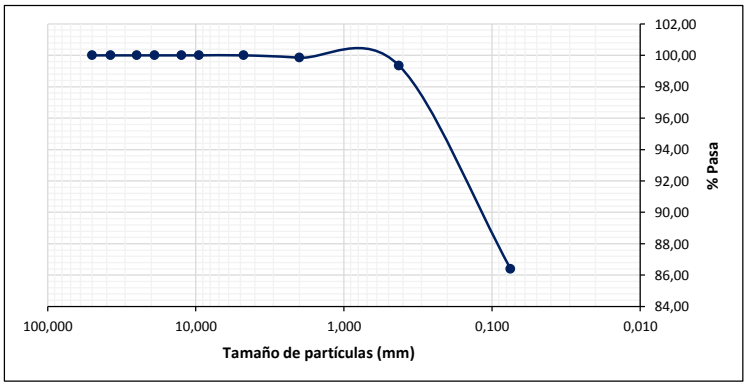
S.U.C.S ML
AASHTO A-4 **IG** 10

OBSERVACIONES:

GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO

Peso incial, P1 (gr) 200
Peso final, P2 (gr)

TAMIZ		Peso retenido (gr)	% Retenido	%Retenido acumulado	% Pasa
In	mm				
2	50,000	0,00	0,00	0,00	100,00
1 1/2	37,500	0,00	0,00	0,00	100,00
1	25,000	0,00	0,00	0,00	100,00
3/4"	19,000	0,00	0,00	0,00	100,00
1/2"	12,500	0,00	0,00	0,00	100,00
3/8"	9,500	0,00	0,00	0,00	100,00
4	4,750	0,00	0,00	0,00	100,00
10	2,000	0,30	0,15	0,15	99,85
40	0,425	1,00	0,50	0,65	99,35
200	0,075	25,90	12,95	13,60	86,40



ROBINSON MARTÍNEZ GÓMEZ
LABORATORISTA

ROBINSON MARTINEZ SANDOVAL
INGENIERO CIVIL
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

Cra 14C No 39-38 B/ La Floresta, Montería. Cel 313 7836397 Tel. 604789 1152
imhingenieria@gmail.com

IMH INGENIERÍA SAS CONSULTORÍA E INTERVENTORÍA DE OBRAS NIT. 900.815.936	*ESTUDIO DE SUELOS* *DISEÑO DE PAVIMENTOS* *CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES* *DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETOS* *ENSAYOS DE CONTROL DE CALIDAD*	IMH INGENIERIA S.A.S

COMPRESIÓN INCONFINADA EN MUESTRAS DE SUELOS
I.N.V. E – 152 – 13

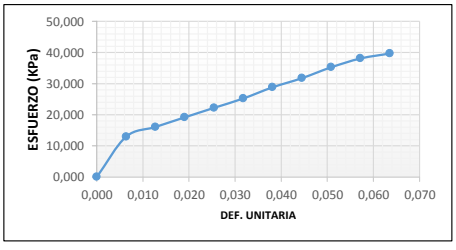
PROYECTO: Estudio de suelos para construcción de estructura de soporte de tanques de almacenamiento de agua en el proyecto "Estudios y diseños para la captación de agua mediante la construcción de pozos profundos accionados con energía fotovoltaica en zona rural del municipio de Montería"

Altura de la muestra, Lo (cm)	7,80	Peso de la muestra humeda + recipiente, P1 (g)	44,60
Diámetro de la muestra, D (cm)	3,70	Peso de la muestra seca + recipiente, P2 (g)	41,79
Área inicial de la muestra, Ao (cm²)	10,75	Peso del recipiente, P3 (g)	19,26
Peso de la muestra, W (gr)	154,30	Contenido de humedad, %W (%)	12,47
Peso unitario de la muestra, (gr/cm³)	1,84	SONDEO 1	Muestra: M1
Peso unitario de la muestra, (KN/m³)	18,05	Profundidad: 0,50 m -1,00 m	28/10/2024

LECTURA DE DEFORMIMETRO	DEFORMACIÓN DE LA MUESTRA (ΔL) cm	DEFORMACIÓN UNITARIA (ΔL/Lo)	1 - Eo	ÁREA CORREGIDA (cm²)	CARGA (KN)	ESFUERZO (KPa)
0,000	0,000	0,000	1,000	10,752	0,000	0,000
20,000	0,051	0,006	0,994	10,821	0,014	12,938
40,000	0,102	0,013	0,987	10,890	0,018	16,069
60,000	0,152	0,019	0,981	10,961	0,021	19,159
80,000	0,203	0,025	0,975	11,032	0,025	22,207
100,000	0,254	0,032	0,968	11,105	0,028	25,215
120,000	0,305	0,038	0,962	11,178	0,032	28,807
140,000	0,356	0,044	0,956	11,252	0,036	31,727
160,000	0,406	0,051	0,949	11,328	0,040	35,224
180,000	0,457	0,057	0,943	11,404	0,043	38,057
200,000	0,508	0,064	0,937	11,481	0,046	39,630

RESISTENCIA A LA COMPRESION INCONFINADA, qu	39,63	kPa	COHESION, C	19,82	kPa

Consistencia del Suelo	Resistencia a la Compresión Inconfinada	
	Kg/cm²	(kPa)
Muy blanda	< 0.25	(< 25)
Blanda	0.25-0.50	(25 - 50)
Mediana	0.50-1.00	(50 - 100)
Firme	1.00-2.00	(100 - 200)
Muy firme	2.00-4.00	(200 - 400)
Dura	>4.00	(> 400)



RATA DE APLICACIÓN DE CARGA 1,27% /min
CONSISTENCIA DEL SUELO BLANDA
TIPO DE MUESTRA INALTERADA

ROBINSON MARTINEZ SANDOVAL
INGENIERO CIVIL
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

Cra 14C # 39-38 .B/La Floresta, Montería. TEL (604) 789 1152 - 313 783 6397
imhingenieria@gmail.com

IMH INGENIERÍA SAS CONSULTORÍA E INTERVENTORÍA DE OBRAS NIT. 900.815.936	*ESTUDIO DE SUELOS* *DISEÑO DE PAVIMENTOS* *CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES* *DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETOS* *ENSAYOS DE CONTROL DE CALIDAD*	IMH INGENIERIA S.A.S

COMPRESIÓN INCONFINADA EN MUESTRAS DE SUELOS
I.N.V. E – 152 – 13

PROYECTO: Estudio de suelos para construcción de estructura de soporte de tanques de almacenamiento de agua en el proyecto "Estudios y diseños para la captación de agua mediante la construcción de pozos profundos accionados con energía fotovoltaica en zona rural del municipio de Montería"

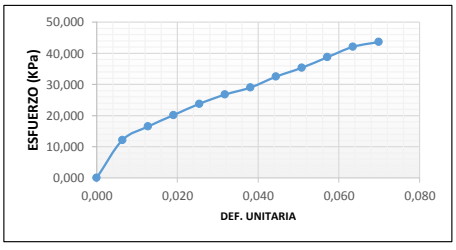
Altura de la muestra, Lo (cm)	8,00	Peso de la muestra humeda + recipiente, P1 (gr)	51,53
Diámetro de la muestra, D (cm)	3,70	Peso de la muestra seca + recipiente, P2 (gr)	46,45
Área inicial de la muestra, Ao (cm²)	10,75	Peso del recipiente, P3 (gr)	15,96
Peso de la muestra, W (gr)	156,70	Contenido de humedad, %W (%)	16,66
Peso unitario de la muestra, (gr/cm³)	1,82	SONDEO 1	Muestra: M2
Peso unitario de la muestra, (KN/m³)	17,87	Profundidad: 1.50 m - 2.00 m	28/10/2024

LECTURA DE DEFORMIMETRO	DEFORMACIÓN DE LA MUESTRA (ΔL) cm	DEFORMACIÓN UNITARIA (ΔL/Lo)	1 - Eo	ÁREA CORREGIDA (cm²)	CARGA (KN)	ESFUERZO (KPa)
0,000	0,000	0,000	1,000	10,752	0,000	0,000
20,000	0,051	0,006	0,994	10,821	0,013	12,116
40,000	0,102	0,013	0,987	10,890	0,018	16,473
60,000	0,152	0,019	0,981	10,961	0,022	20,144
80,000	0,203	0,025	0,975	11,032	0,026	23,767
100,000	0,254	0,032	0,968	11,105	0,030	26,718
120,000	0,305	0,038	0,962	11,178	0,032	29,012
140,000	0,356	0,044	0,956	11,252	0,037	32,500
160,000	0,406	0,051	0,949	11,328	0,040	35,330
180,000	0,457	0,057	0,943	11,404	0,044	38,724
200,000	0,508	0,064	0,937	11,481	0,048	42,069
220,000	0,559	0,070	0,930	11,560	0,050	43,574

RESISTENCIA A LA COMPRESION INCONFINADA, qu	43,57	kPa	COHESION, C	21,79	kPa

Consistencia del Suelo	Resistencia a la Compresión Inconfinada	
	Kg/cm²	(kPa)
Muy blanda	< 0.25	(< 25)
Blanda	0.25-0.50	(25 - 50)
Mediana	0.50-1.00	(50 - 100)
Firme	1.00-2.00	(100 - 200)
Muy firme	2.00-4.00	(200 - 400)
Dura	>4.00	(> 400)

RATA DE APLICACIÓN DE CARGA 1,27% /min
CONSISTENCIA DEL SUELO BLANDA
TIPO DE MUESTRA INALTERADA



ROBINSON MARTINEZ SANDOVAL
INGENIERO CIVIL
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

Cra 14C # 39-38 .B/La Floresta, Montería. TEL (604) 789 1152 - 313 783 6397
imhingenieria@gmail.com

IMH INGENIERÍA SAS CONSULTORÍA E INTERVENTORÍA DE OBRAS NIT. 900.815.936	*ESTUDIO DE SUELOS* *DISEÑO DE PAVIMENTOS* *CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES* *DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETOS* *ENSAYOS DE CONTROL DE CALIDAD*	IMH INGENIERIA S.A.S

COMPRESIÓN INCONFINADA EN MUESTRAS DE SUELOS
I.N.V. E – 152 – 13

PROYECTO: Estudio de suelos para construcción de estructura de soporte de tanques de almacenamiento de agua en el proyecto "Estudios y diseños para la captación de agua mediante la construcción de pozos profundos accionados con energía fotovoltaica en zona rural del municipio de Montería"

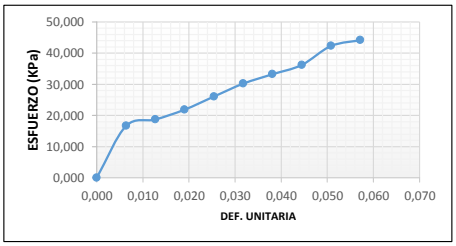
Altura de la muestra, Lo (cm)	8,00	Peso de la muestra humeda + recipiente, P1 (gr)	43,28
Diámetro de la muestra, D (cm)	4,00	Peso de la muestra seca + recipiente, P2 (gr)	36,94
Área inicial de la muestra, Ao (cm²)	12,57	Peso del recipiente, P3 (gr)	14,73
Peso de la muestra, W (gr)	196,80	Contenido de humedad, %W (%)	28,55
Peso unitario de la muestra, (gr/cm³)	1,96	SONDEO 1	Muestra: M3
Peso unitario de la muestra, (KN/m³)	19,20	Profundidad: 2.50 m- 3.00 m	28/10/2024

LECTURA DE DEFORMÍMETRO	DEFORMACIÓN DE LA MUESTRA (ΔL) cm	DEFORMACIÓN UNITARIA (ΔL/Lo)	1 - Eo	ÁREA CORREGIDA (cm²)	CARGA (KN)	ESFUERZO (KPa)
0,000	0,000	0,000	1,000	12,566	0,000	0,000
20,000	0,051	0,006	0,994	12,647	0,021	16,605
40,000	0,102	0,013	0,987	12,728	0,024	18,699
60,000	0,152	0,019	0,981	12,810	0,028	21,857
80,000	0,203	0,025	0,975	12,894	0,034	26,059
100,000	0,254	0,032	0,968	12,978	0,039	30,204
120,000	0,305	0,038	0,962	13,064	0,043	33,221
140,000	0,356	0,044	0,956	13,151	0,048	36,195
160,000	0,406	0,051	0,949	13,239	0,056	42,300
180,000	0,457	0,057	0,943	13,328	0,059	44,117

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN INCONFINADA, qu	44,12	kPa	COHESIÓN, C	22,06	kPa

Consistencia del Suelo	Resistencia a la Compresión Inconfinada	
	Kg/cm²	(kPa)
Muy blanda	< 0.25	(< 25)
Blanda	0.25-0.50	(25 - 50)
Mediana	0.50-1.00	(50 - 100)
Firme	1.00-2.00	(100 - 200)
Muy firme	2.00-4.00	(200 - 400)
Dura	>4.00	(> 400)

RATA DE APLICACIÓN DE CARGA 1,27% /min
CONSISTENCIA DEL SUELO BLANDA
TIPO DE MUESTRA INALTERADA



ROBINSON MARTINEZ SANDOVAL
INGENIERO CIVIL
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

Cra 14C # 39-38 .B/La Floresta, Montería. TEL (604) 789 1152 - 313 783 6397
imhingenieria@gmail.com

IMH INGENIERÍA SAS CONSULTORÍA E INTERVENTORÍA DE OBRAS NIT. 900.815.936	*ESTUDIO DE SUELOS* *DISEÑO DE PAVIMENTOS* *CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES* *DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETOS* *ENSAYOS DE CONTROL DE CALIDAD*	IMH INGENIERIA S.A.S

COMPRESIÓN INCONFINADA EN MUESTRAS DE SUELOS
I.N.V. E – 152 – 13

PROYECTO: Estudio de suelos para construcción de estructura de soporte de tanques de almacenamiento de agua en el proyecto "Estudios y diseños para la captación de agua mediante la construcción de pozos profundos accionados con energía fotovoltaica en zona rural del municipio de Montería"

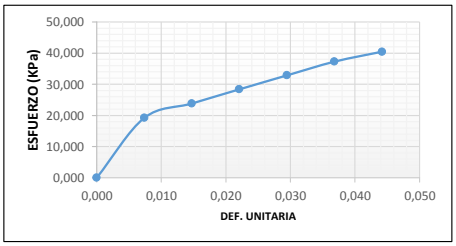
Altura de la muestra, Lo (cm)	6,90	Peso de la muestra humeda + recipiente, P1 (gr)	46,20
Diámetro de la muestra, D (cm)	3,70	Peso de la muestra seca + recipiente, P2 (gr)	39,71
Área inicial de la muestra, Ao (cm²)	10,75	Peso del recipiente, P3 (gr)	15,66
Peso de la muestra, W (gr)	136,30	Contenido de humedad, %W (%)	26,99
Peso unitario de la muestra, (gr/cm³)	1,84	SONDEO 1	Muestra: M4
Peso unitario de la muestra, (KN/m³)	18,02	Profundidad: 3.50 m- 4.00 m	28/10/2024

LECTURA DE DEFORMÍMETRO	DEFORMACIÓN DE LA MUESTRA (ΔL) cm	DEFORMACIÓN UNITARIA (ΔL/Lo)	1 - Eo	ÁREA CORREGIDA (cm²)	CARGA (KN)	ESFUERZO (KPa)
0,000	0,000	0,000	1,000	10,752	0,000	0,000
20,000	0,051	0,007	0,993	10,832	0,021	19,203
40,000	0,102	0,015	0,985	10,913	0,026	23,825
60,000	0,152	0,022	0,978	10,995	0,031	28,377
80,000	0,203	0,029	0,971	11,078	0,036	32,857
100,000	0,254	0,037	0,963	11,163	0,042	37,266
120,000	0,305	0,044	0,956	11,249	0,046	40,448

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN INCONFINADA, qu	40,45	kPa	COHESIÓN, C	20,22	kPa

Consistencia del Suelo	Resistencia a la Compresión Inconfinada	
	Kg/cm²	(kPa)
Muy blanda	< 0.25	(< 25)
Blanda	0.25-0.50	(25 - 50)
Mediana	0.50-1.00	(50 - 100)
Firme	1.00-2.00	(100 - 200)
Muy firme	2.00-4.00	(200 - 400)
Dura	>4.00	(> 400)

RATA DE APLICACIÓN DE CARGA 1,27% /min
CONSISTENCIA DEL SUELO BLANDA
TIPO DE MUESTRA INALTERADA



ROBINSON MARTINEZ SANDOVAL
INGENIERO CIVIL
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

Cra 14C # 39-38 .B/La Floresta, Montería. TEL (604) 789 1152 - 313 783 6397
imhingenieria@gmail.com

IMH INGENIERÍA SAS CONSULTORÍA E INTERVENTORÍA DE OBRAS NIT. 900.815.936	*ESTUDIO DE SUELOS* *DISEÑO DE PAVIMENTOS* *CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES* *DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETOS* *ENSAYOS DE CONTROL DE CALIDAD*	IMH INGENIERIA S.A.S

COMPRESIÓN INCONFINADA EN MUESTRAS DE SUELOS
I.N.V. E – 152 – 13

PROYECTO: Estudio de suelos para construcción de estructura de soporte de tanques de almacenamiento de agua en el proyecto "Estudios y diseños para la captación de agua mediante la construcción de pozos profundos accionados con energía fotovoltaica en zona rural del municipio de Montería"

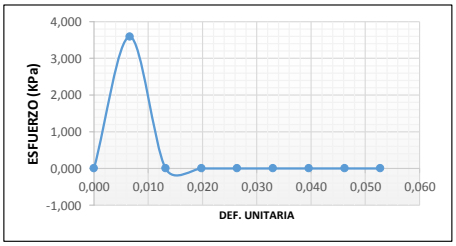
Altura de la muestra, Lo (cm)	7,70	Peso de la muestra humeda + recipiente, P1 (gr)	49,12
Diámetro de la muestra, D (cm)	3,80	Peso de la muestra seca + recipiente, P2 (gr)	41,99
Área inicial de la muestra, Ao (cm²)	11,34	Peso del recipiente, P3 (gr)	18,68
Peso de la muestra, W (gr)	179,80	Contenido de humedad, %W (%)	30,59
Peso unitario de la muestra, (gr/cm³)	2,06	SONDEO 1	Muestra: M5
Peso unitario de la muestra, (KN/m³)	20,20	Profundidad: 4.50 m- 5.00 m	28/10/2024

LECTURA DE DEFORMÍMETRO	DEFORMACIÓN DE LA MUESTRA (ΔL) cm	DEFORMACIÓN UNITARIA (ΔL/Lo)	1 - Eo	ÁREA CORREGIDA (cm²)	CARGA (KN)	ESFUERZO (KPa)
0,000	0,000	0,000	1,000	11,341	0,000	0,000
20,000	0,051	0,007	0,993	11,416	0,004	3,591
40,000	0,102	0,013	0,987	11,493	0,000	0,000
60,000	0,152	0,020	0,980	11,570	0,000	0,000
80,000	0,203	0,026	0,974	11,649	0,000	0,000
100,000	0,254	0,033	0,967	11,728	0,000	0,000
120,000	0,305	0,040	0,960	11,809	0,000	0,000
140,000	0,356	0,046	0,954	11,890	0,000	0,000
160,000	0,406	0,053	0,947	11,973	0,000	0,000

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN INCONFINADA, qu	3,59	kPa	COHESIÓN, C	1,80	kPa

Consistencia del Suelo	Resistencia a la Compresión Inconfinada	
	Kg/cm²	(kPa)
Muy blanda	< 0.25	(< 25)
Blanda	0.25-0.50	(25 - 50)
Mediana	0.50-1.00	(50 - 100)
Firme	1.00-2.00	(100 - 200)
Muy firme	2.00-4.00	(200 - 400)
Dura	>4.00	(> 400)

RATA DE APLICACIÓN DE CARGA 1,27% /min
CONSISTENCIA DEL SUELO MUY BLANDA
TIPO DE MUESTRA INALTERADA



ROBINSON MARTINEZ SANDOVAL
INGENIERO CIVIL
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

Cra 14C # 39-38 .B/La Floresta, Montería. TEL (604) 789 1152 - 313 783 6397
imhingenieria@gmail.com

IMH INGENIERÍA SAS CONSULTORÍA E INTERVENTORÍA DE OBRAS NIT. 900.815.936	*ESTUDIO DE SUELOS* *DISEÑO DE PAVIMENTOS* *CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES* *DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETOS* *ENSAYOS DE CONTROL DE CALIDAD*	IMH INGENIERIA S.A.S

COMPRESIÓN INCONFINADA EN MUESTRAS DE SUELOS
I.N.V. E – 152 – 13

PROYECTO: Estudio de suelos para construcción de estructura de soporte de tanques de almacenamiento de agua en el proyecto "Estudios y diseños para la captación de agua mediante la construcción de pozos profundos accionados con energía fotovoltaica en zona rural del municipio de Montería"

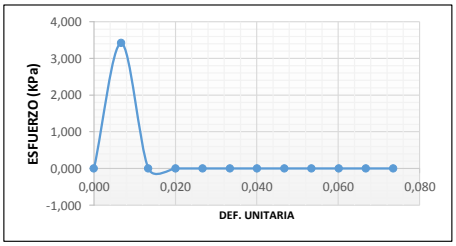
Altura de la muestra, Lo (cm)	7,60	Peso de la muestra humeda + recipiente, P1 (gr)	43,05
Diámetro de la muestra, D (cm)	3,80	Peso de la muestra seca + recipiente, P2 (gr)	37,44
Área inicial de la muestra, Ao (cm²)	11,34	Peso del recipiente, P3 (gr)	18,85
Peso de la muestra, W (gr)	161,60	Contenido de humedad, %W (%)	30,18
Peso unitario de la muestra, (gr/cm³)	1,87	SONDEO 1	Muestra: M6
Peso unitario de la muestra, (KN/m³)	18,39	Profundidad: 5.50 m- 6.00 m	28/10/2024

LECTURA DE DEFORMÍMETRO	DEFORMACIÓN DE LA MUESTRA (ΔL) cm	DEFORMACIÓN UNITARIA (ΔL/Lo)	1 - Eo	ÁREA CORREGIDA (cm²)	CARGA (KN)	ESFUERZO (KPa)
0,000	0,000	0,000	1,000	11,341	0,000	0,000
20,000	0,051	0,007	0,993	11,417	0,004	3,416
40,000	0,102	0,013	0,987	11,495	0,000	0,000
60,000	0,152	0,020	0,980	11,573	0,000	0,000
80,000	0,203	0,027	0,973	11,653	0,000	0,000
100,000	0,254	0,033	0,967	11,733	0,000	0,000
120,000	0,305	0,040	0,960	11,815	0,000	0,000
140,000	0,356	0,047	0,953	11,898	0,000	0,000
160,000	0,406	0,053	0,947	11,982	0,000	0,000
180,000	0,457	0,060	0,940	12,067	0,000	0,000
200,000	0,508	0,067	0,933	12,154	0,000	0,000
220,000	0,559	0,074	0,926	12,241	0,000	0,000

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN INCONFINADA, qu	3,42	kPa	COHESIÓN, C	1,71	kPa

Consistencia del Suelo	Resistencia a la Compresión Inconfinada	
	Kg/cm²	(kPa)
Muy blanda	< 0.25	(< 25)
Blanda	0.25-0.50	(25 - 50)
Mediana	0.50-1.00	(50 - 100)
Firme	1.00-2.00	(100 - 200)
Muy firme	2.00-4.00	(200 - 400)
Dura	>4.00	(> 400)

RATA DE APLICACIÓN DE CARGA 1,27% /min
CONSISTENCIA DEL SUELO MUY BLANDA
TIPO DE MUESTRA INALTERADA



ROBINSON MARTINEZ SANDOVAL
INGENIERO CIVIL
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

IMH INGENIERÍA S.A.S CONSULTORÍA E INTERVENTORÍA DE OBRAS NIT. 900.815.936	*ESTUDIO DE SUELOS* *DISEÑO DE PAVIMENTOS* *CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES* *DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETOS* *ENSAYOS DE CONTROL DE CALIDAD*	IMH INGENIERIA S.A.S

PERFIL ESTRATIGRÁFICO

PROYECTO: Estudio de suelos para construcción de estructura de soporte de tanques de almacenamiento de agua en el proyecto "Estudios y diseños para la captación de agua mediante la construcción de pozos profundos accionados con energía fotovoltaica en zona rural del municipio de Montería"

FECHA: 28/10/2024

LOCALIZACIÓN: Institución Educativa Santa María, Montería - Zona rural

SONDEO 2

PROFUNDIDAD (m)	DESCRIPCIÓN	CLASIFICACIÓN S.U.C.S	LÍMITE LÍQUIDO, LL (%)	LÍMITE PLÁSTICO, LP (%)	ÍNDICE DE PLASTICIDAD, IP (%)	GRADACIÓN % PASA				HUMEDAD NATURAL, W (%)	ÍNDICE DE LIQUIDEZ, IL	ESTADO	NÚMERO DE GOLPES SPT			NÚMERO DE GOLPES POR PIE DE PENETRACIÓN	COHESIÓN (KN/m²)	PESO UNITARIO (KN/m³)
						4	10	40	200									
0.50-1.00	Arcilla de bja plasticidad color café oscuro	CL	28,00	19,00	9,00	97,90	96,00	85,50	74,95	15,04	-0,44	Semiplástico	10	9	11	20	19,40	19,05
1.50-2.00	Arcilla de baja plasticidad color café oscuro	CL	31,00	22,00	9,00	99,40	98,80	97,05	92,90	22,72	0,08	Plástico	13	11	9	20	20,28	18,60
2.50-3.00	Limo de baja plasticidad color café oscuro	ML	32,00	24,00	8,00	98,75	96,75	90,25	82,45	13,69	-1,29	Semiplástico	4	5	4	9	21,25	18,51
3.50-4.00	Arcilla de baja plastiidad color café oscuro	CL	29,00	20,00	9,00	99,40	98,65	94,80	86,45	26,68	0,74	Plástico	7	5	4	9	20,11	18,26
4.50-5.00	Limo de baja plasticidad color gris oscuro	ML	35,00	25,00	10,00	100,00	99,85	98,55	90,70	30,40	0,54	Plástico	8	7	8	15	19,98	20,18
5.50-6.00	Limo de baja plasticidad color gris oscuro	ML	33,00	24,00	9,00	100,00	99,85	96,45	82,95	29,89	0,65	Plástico	9	6	9	15	-	19,58

OBSERVACIONES: NO SE EVIDENCIÓ NIVEL FREÁTICO HASTA LA PROFUNDIDAD EXPLORADA
LOS VALORES DE COHESIÓN SE DETERMINARON A PARTIR DE CORRELACIONES CON EL NSPT CORREGIDO Y LAS PROPIEDADES DEL MATERIAL



ROBINSON MARTINEZ SANDOVAL
INGENIERO CIVIL
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
MAGÍSTER EN INGENIERÍA

IMH INGENIERÍA SAS CONSULTORÍA E INTERVENTORÍA DE OBRAS NIT. 900.815.936	*ESTUDIO DE SUELOS* *DISEÑO DE PAVIMENTOS* *CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES* *DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETOS* *ENSAYOS DE CONTROL DE CALIDAD*	IMH INGENIERIA S.A.S

PROYECTO: Estudio de suelos para construcción de estructura de soporte de tanques de almacenamiento de agua en el proyecto "Estudios y diseños para la captación de agua mediante la construcción de pozos profundos accionados con energía fotovoltaica en zona rural del municipio de Montería"

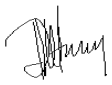
Caracterización muestras sondeo 2 **FECHA: 28/10/2024**

Peso unitario y humedad natural

Sondeo N°	MUESTRA N°	PROFUNDIDAD [m]	DIÁMETRO [cm]	ALTURA [cm]	PESO HÚMEDO [g]	PESO UNITARIO HÚMEDO [KN/m³]
1	1	0.50-1.00	3,60	8,20	162,10	19,05
	2	1.50-2.00	3,70	8,00	163,10	18,60
	3	2.50-3.00	3,70	8,10	164,30	18,51
	4	3.50-4.00	3,70	8,00	160,10	18,26
	5	4.50-5.00	3,70	7,90	174,70	20,18
	6	5.50-6.00	3,70	8,30	178,10	19,58

PESO HÚMEDO+TARA [g]	PESO SECO +TARA [g]	PESO TARA [g]	HUMEDAD NATURAL [%]
48,03	44,29	19,42	15,04
46,46	41,43	19,29	22,72
40,03	37,49	18,93	13,69
53,36	45,54	16,23	26,68
39,74	34,22	16,06	30,40
47,24	40,67	18,69	29,89

OBSERVACIONES:



ROBINSON MARTINEZ SANDOVAL
INGENIERO CIVIL
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

Cra 14C N° 39 - 38. B/La Floresta, Montería. TEL (604) 7891152 - 3137836397
imhingenieria@gmail.com

IMH INGENIERÍA SAS CONSULTORÍA E INTERVENTORÍA DE OBRAS NIT. 900.815.936	*ESTUDIO DE SUELOS* *DISEÑO DE PAVIMENTOS* *CARACTERIZACION DE MATERIALES* *DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETOS* *ENSAYOS DE CONTROL DE CALIDAD*	IMH INGENIERIA S.A.S

ENSAYO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS I.N.V E - 123-13; I.N.V E - 125-13; I.N.V E - 126-13

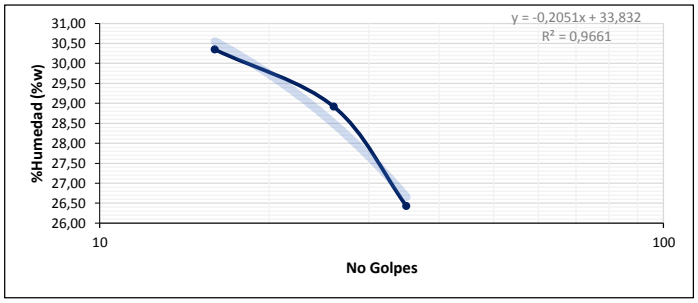
PROYECTO: Estudio de suelos para construcción de estructura de soporte de tanques de almacenamiento de agua en el proyecto "Estudios y diseños para la captación de agua	CONTRATISTA:
	INTERVENTORÍA:

LOCALIZACIÓN: Institución Educativa Santa María, Montería - Zona rural		SONDEO 2	FECHA: 28/10/2024
MATERIAL:	Arcilla de bja plasticidad color café oscuro	MUESTRA: 1	PROFUNDIDAD [m]: 0.50-1.00

LÍMITE LÍQUIDO

No T = Número de tara
No Golpes = Número de golpes en la casuela de casagrande
P1 = Peso húmedo del material + tara (gr)
P2 = Peso seco del material + tara (gr)
P3 = Peso tara (gr)
%w = Porcentaje de humedad (%)

No Golpes	35	26	16	
No T	31	32	33	
P1	35,46	33,29	37,18	
P2	31,41	29,56	32,93	
P3	16,11	16,66	18,93	
%w	26,43	28,92	30,35	



LÍMITE PLÁSTICO

No T = Número de tara
P1 = Peso húmedo del material + tara (gr)
P2 = Peso seco del material + tara (gr)
P3 = Peso tara (gr)
%w = Porcentaje de humedad (%)

No T	34	35		
P1	22,19	25,47		
P2	21,70	24,45		
P3	19,17	19,13		
%w	19,43	19,21		

Límite líquido	28,00	%
Límite plástico	19,00	%
Indice de Plasticidad	9,00	%

CLASIFICACIÓN

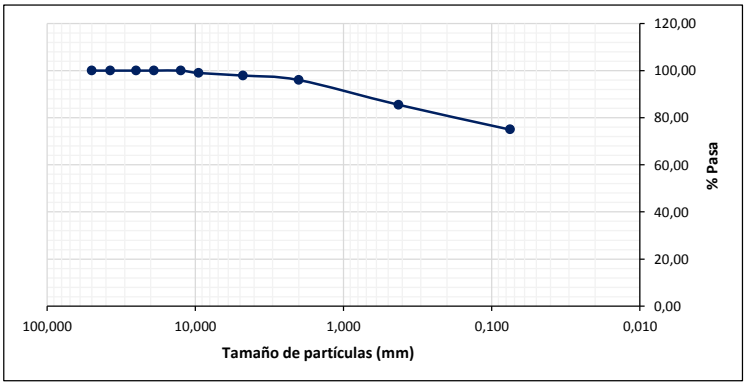
S.U.C.S CL
AASHTO A-4 **IG** 8

OBSERVACIONES:

GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO

Peso incial, P1 (gr) 200
Peso final, P2 (gr)

TAMIZ		Peso retenido (gr)	% Retenido	%Retenido acumulado	% Pasa
In	mm				
2	50,000	0,00	0,00	0,00	100,00
1 1/2	37,500	0,00	0,00	0,00	100,00
1	25,000	0,00	0,00	0,00	100,00
3/4"	19,000	0,00	0,00	0,00	100,00
1/2"	12,500	0,00	0,00	0,00	100,00
3/8"	9,500	2,00	1,00	1,00	99,00
4	4,750	2,20	1,10	2,10	97,90
10	2,000	3,80	1,90	4,00	96,00
40	0,425	21,00	10,50	14,50	85,50
200	0,075	21,10	10,55	25,05	74,95



ROBINSON MARTINEZ GOMEZ
LABORATORISTA

ROBINSON MARTINEZ SANDOVAL
INGENIERO CIVIL
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

Cra 14C No 39-38 B/ La Floresta, Montería. Cel 313 7836397 Tel. 604789 1152
imhingenieria@gmail.com

IMH INGENIERÍA SAS CONSULTORÍA E INTERVENTORÍA DE OBRAS NIT. 900.815.936	*ESTUDIO DE SUELOS* *DISEÑO DE PAVIMENTOS* *CARACTERIZACION DE MATERIALES* *DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETOS* *ENSAYOS DE CONTROL DE CALIDAD*	IMH INGENIERIA S.A.S

ENSAYO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS I.N.V E - 123-13; I.N.V E - 125-13; I.N.V E - 126-13

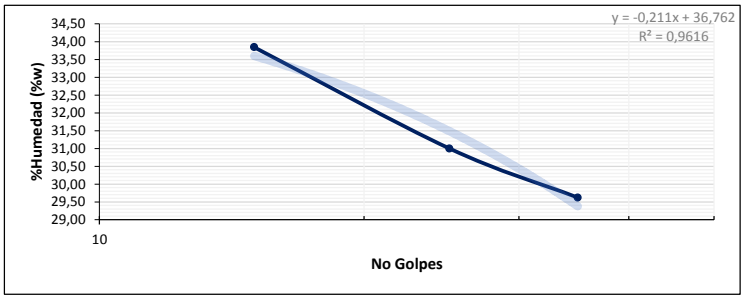
PROYECTO: Estudio de suelos para construcción de estructura de soporte de tanques de almacenamiento de agua en el proyecto "Estudios y diseños para la captación de agua mediante la construcción de pozos profundos accionados con energía fotovoltaica en	CONTRATISTA: INTERVENTORÍA:

LOCALIZACIÓN: Institución Educativa Santa María, Montería - Zona rural		SONDEO 2	FECHA: 28/10/2024
MATERIAL:	Arcilla de baja plasticidad color café oscuro	MUESTRA: 2	PROFUNDIDAD [m]: 1.50-2.00

LÍMITE LÍQUIDO

No T = Número de tara
No Golpes = Número de golpes en la casuela de casagrande
P1 = Peso húmedo del material + tara (gr)
P2 = Peso seco del material + tara (gr)
P3 = Peso tara (gr)
%w = Porcentaje de humedad (%)

No Golpes	35	25	15	
No T	36	37	38	
P1	41,45	42,21	40,08	
P2	36,25	36,70	34,74	
P3	18,70	18,92	18,96	
%w	29,62	31,00	33,84	



LÍMITE PLÁSTICO

No T = Número de tara
P1 = Peso húmedo del material + tara (gr)
P2 = Peso seco del material + tara (gr)
P3 = Peso tara (gr)
%w = Porcentaje de humedad (%)

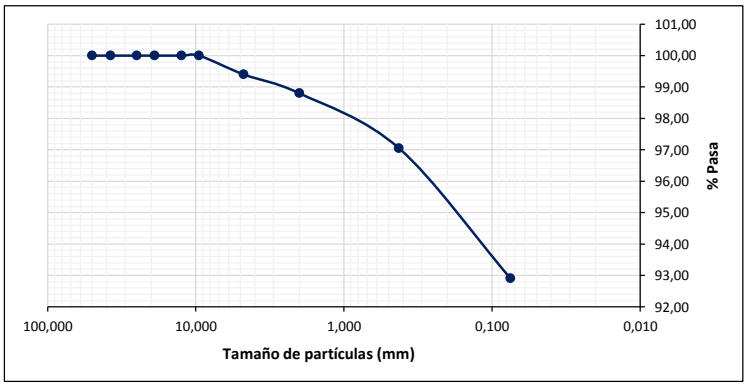
No T	39	40		
P1	20,30	21,82		
P2	19,42	21,34		
P3	15,34	19,19		
%w	21,46	22,18		

Límite líquido	31,00	%
Límite plástico	22,00	%
Indice de plasticidad	9,00	%

GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO

Peso incial, P1 (gr) 200
Peso final, P2 (gr)

TAMIZ		Peso retenido (gr)	% Retenido	%Retenido acumulado	% Pasa
In	mm				
2	50,000	0,00	0,00	0,00	100,00
1 1/2	37,500	0,00	0,00	0,00	100,00
1	25,000	0,00	0,00	0,00	100,00
3/4"	19,000	0,00	0,00	0,00	100,00
1/2"	12,500	0,00	0,00	0,00	100,00
3/8"	9,500	0,00	0,00	0,00	100,00
4	4,750	1,20	0,60	0,60	99,40
10	2,000	1,20	0,60	1,20	98,80
40	0,425	3,50	1,75	2,95	97,05
200	0,075	8,30	4,15	7,10	92,90



CLASIFICACIÓN

S.U.C.S CL
AASHTO A-4 **IG** 12

OBSERVACIONES:

ROBINSON MARTÍNEZ GÓMEZ
LABORATORISTA

ROBINSON MARTINEZ SANDOVAL
INGENIERO CIVIL
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

Cra 14C No 39-38 B/ La Floresta, Montería. Cel 313 7836397 Tel. 604789 1152
imhingenieria@gmail.com

IMH INGENIERÍA SAS CONSULTORÍA E INTERVENTORÍA DE OBRAS NIT. 900.815.936	*ESTUDIO DE SUELOS* *DISEÑO DE PAVIMENTOS* *CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES* *DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETOS* *ENSAYOS DE CONTROL DE CALIDAD*	IMH INGENIERIA S.A.S

ENSAYO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS I.N.V E - 123-13; I.N.V E - 125-13; I.N.V E - 126-13

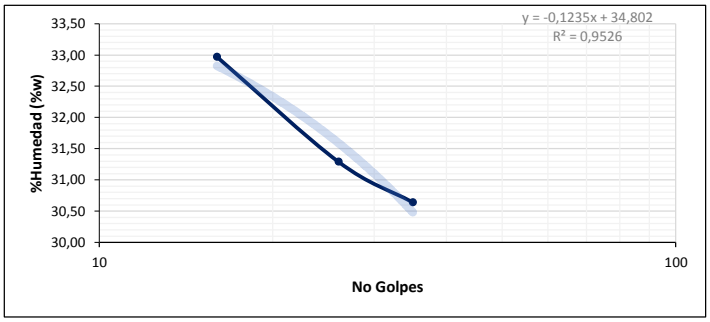
PROYECTO: Estudio de suelos para construcción de estructura de soporte de tanques de almacenamiento de agua en el proyecto "Estudios y diseños para la captación de agua	CONTRATISTA: INTERVENTORÍA:

LOCALIZACIÓN: Institución Educativa Santa María, Montería - Zona rural		SONDEO 2	FECHA: 28/10/2024
MATERIAL:	Limo de baja plasticidad color café oscuro	MUESTRA: 3	PROFUNDIDAD [m]: 2.50-3.00

LÍMITE LÍQUIDO

No T = Número de tara
No Golpes = Número de golpes en la casuela de casagrande
P1 = Peso húmedo del material + tara (gr)
P2 = Peso seco del material + tara (gr)
P3 = Peso tara (gr)
%w = Porcentaje de humedad (%)

No Golpes	35	26	16	
No T	41	42	43	
P1	51,04	47,28	49,99	
P2	43,57	40,59	41,55	
P3	19,17	19,20	15,96	
%w	30,64	31,29	32,97	



LÍMITE PLÁSTICO

No T = Número de tara
P1 = Peso húmedo del material + tara (gr)
P2 = Peso seco del material + tara (gr)
P3 = Peso tara (gr)
%w = Porcentaje de humedad (%)

No T	44	45		
P1	21,11	24,24		
P2	20,15	23,11		
P3	16,18	18,22		
%w	24,16	23,09		

Límite líquido	32,00	%
Límite plástico	24,00	%
Indice de Plasticidad	8,00	%

CLASIFICACIÓN

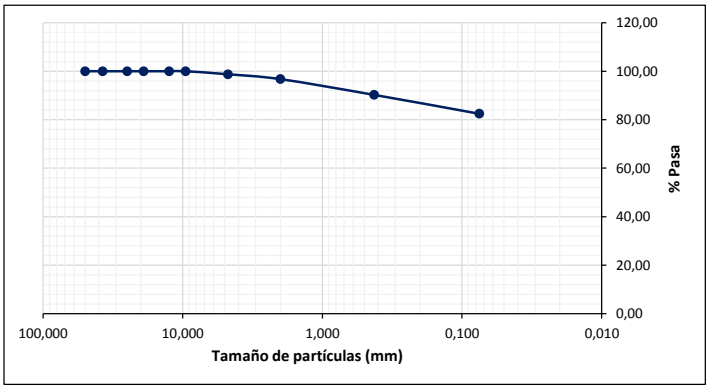
S.U.C.S	ML		
AASHTO	A-4	**IG**	9

OBSERVACIONES:

GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO

Peso incial, P1 (gr) 200
Peso final, P2 (gr)

TAMIZ		Peso retenido (gr)	% Retenido	%Retenido acumulado	% Pasa
In	mm				
2	50,000	0,00	0,00	0,00	100,00
1 1/2	37,500	0,00	0,00	0,00	100,00
1	25,000	0,00	0,00	0,00	100,00
3/4"	19,000	0,00	0,00	0,00	100,00
1/2"	12,500	0,00	0,00	0,00	100,00
3/8"	9,500	0,00	0,00	0,00	100,00
4	4,750	2,50	1,25	1,25	98,75
10	2,000	4,00	2,00	3,25	96,75
40	0,425	13,00	6,50	9,75	90,25
200	0,075	15,60	7,80	17,55	82,45



ROBINSON MARTINEZ GOMEZ
LABORATORISTA

ROBINSON MARTINEZ SANDOVAL
INGENIERO CIVIL
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

Cra 14C No 39-38 B/ La Floresta, Montería. Cel 313 7836397 Tel. 604789 1152
imhingenieria@gmail.com

IMH INGENIERÍA SAS CONSULTORÍA E INTERVENTORÍA DE OBRAS NIT. 900.815.936	*ESTUDIO DE SUELOS* *DISEÑO DE PAVIMENTOS* *CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES* *DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETOS* *ENSAYOS DE CONTROL DE CALIDAD*	IMH INGENIERIA S.A.S

ENSAYO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS I.N.V E - 123-13; I.N.V E - 125-13; I.N.V E - 126-13

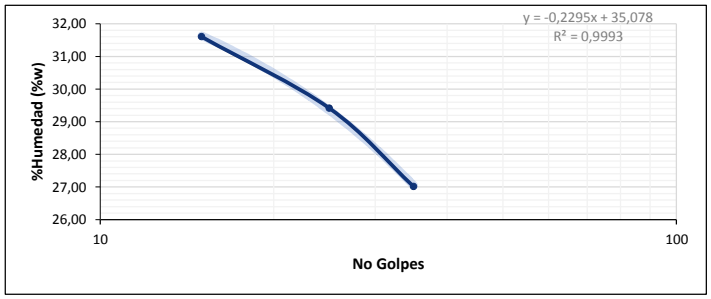
PROYECTO: Estudio de suelos para construcción de estructura de soporte de tanques de almacenamiento de agua en el proyecto "Estudios y diseños para la captación de agua mediante la construcción de pozos profundos accionados con energía fotovoltaica en zona	CONTRATISTA: INTERVENTORÍA:

LOCALIZACIÓN: Institución Educativa Santa María, Montería - Zona rural		SONDEO 2	FECHA:	28/10/2024
MATERIAL:	Arcilla de baja plastiidad color café oscuro	MUESTRA: 4	PROFUNDIDAD [m]:	3.50-4.00

LÍMITE LÍQUIDO

No T = Número de tara
No Golpes = Número de golpes en la casuela de casagrande
P1 = Peso húmedo del material + tara (gr)
P2 = Peso seco del material + tara (gr)
P3 = Peso tara (gr)
%w = Porcentaje de humedad (%)

No Golpes	35	25	15	
No T	1	2	3	
P1	46,29	40,88	43,91	
P2	40,54	35,22	36,90	
P3	19,26	15,96	14,71	
%w	27,01	29,41	31,60	



LÍMITE PLÁSTICO

No T = Número de tara
P1 = Peso húmedo del material + tara (gr)
P2 = Peso seco del material + tara (gr)
P3 = Peso tara (gr)
%w = Porcentaje de humedad (%)

No T	4	5		
P1	26,17	23,33		
P2	24,46	22,53		
P3	15,67	18,73		
%w	19,42	20,92		

Límite líquido	29,00	%
Límite plástico	20,00	%
Indice de Plasticidad	9,00	%

CLASIFICACIÓN

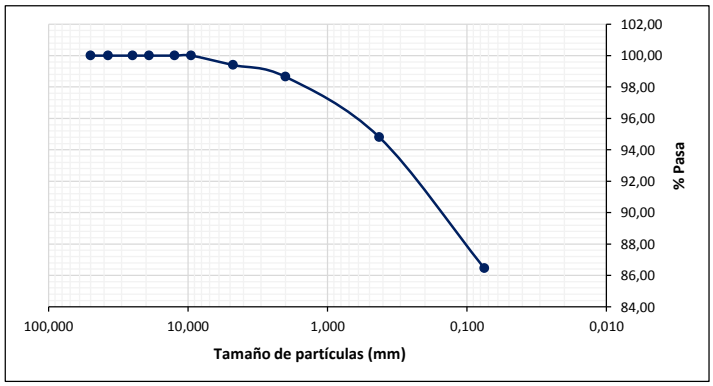
S.U.C.S CL
AASHTO A-4 **IG** 10

OBSERVACIONES:

GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO

Peso incial, P1 (gr) 200
Peso final, P2 (gr)

TAMIZ		Peso retenido (gr)	% Retenido	%Retenido acumulado	% Pasa
In	mm				
2	50,000	0,00	0,00	0,00	100,00
1 1/2	37,500	0,00	0,00	0,00	100,00
1	25,000	0,00	0,00	0,00	100,00
3/4"	19,000	0,00	0,00	0,00	100,00
1/2"	12,500	0,00	0,00	0,00	100,00
3/8"	9,500	0,00	0,00	0,00	100,00
4	4,750	1,20	0,60	0,60	99,40
10	2,000	1,50	0,75	1,35	98,65
40	0,425	7,70	3,85	5,20	94,80
200	0,075	16,70	8,35	13,55	86,45



ROBINSON MARTÍNEZ GÓMEZ
LABORATORISTA

ROBINSON MARTINEZ SANDOVAL
INGENIERO CIVIL
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

Cra 14C No 39-38 B/ La Floresta, Montería. Cel 313 7836397 Tel. 604789 1152
imhingenieria@gmail.com

IMH INGENIERÍA SAS CONSULTORÍA E INTERVENTORÍA DE OBRAS NIT. 900.815.936	*ESTUDIO DE SUELOS* *DISEÑO DE PAVIMENTOS* *CARACTERIZACION DE MATERIALES* *DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETOS* *ENSAYOS DE CONTROL DE CALIDAD*	IMH INGENIERIA S.A.S

ENSAYO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS I.N.V E - 123-13; I.N.V E - 125-13; I.N.V E - 126-13

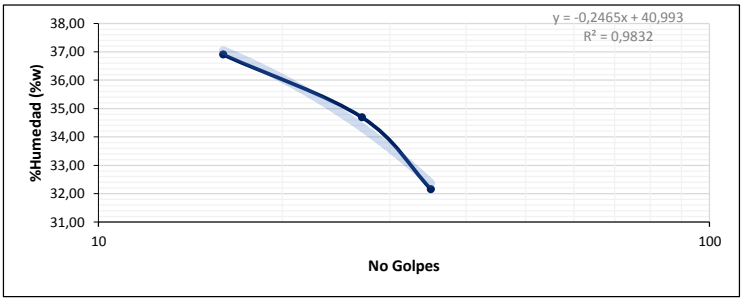
PROYECTO: Estudio de suelos para construcción de estructura de soporte de tanques de almacenamiento de agua en el proyecto "Estudios y diseños para la captación de agua	CONTRATISTA:
	INTERVENTORÍA:

LOCALIZACIÓN: Institución Educativa Santa María, Montería - Zona rural		SONDEO 2	FECHA:	28/10/2024
MATERIAL:	Limo de baja plasticidad color gris oscuro	MUESTRA: 5	PROFUNDIDAD [m]:	4.50-5.00

LÍMITE LÍQUIDO

No T = Número de tara
No Golpes = Número de golpes en la casuela de casagrande
P1 = Peso húmedo del material + tara (gr)
P2 = Peso seco del material + tara (gr)
P3 = Peso tara (gr)
%w = Porcentaje de humedad (%)

No Golpes	35	27	16	
No T	6	7	8	
P1	52,77	50,56	51,49	
P2	44,52	42,54	42,81	
P3	18,85	19,41	19,28	
%w	32,16	34,69	36,90	



LÍMITE PLÁSTICO

No T = Número de tara
P1 = Peso húmedo del material + tara (gr)
P2 = Peso seco del material + tara (gr)
P3 = Peso tara (gr)
%w = Porcentaje de humedad (%)

No T	9	10		
P1	22,24	25,53		
P2	21,57	23,65		
P3	18,92	16,22		
%w	25,16	25,29		

Límite líquido	35,00	%
Límite plástico	25,00	%
Indice de Plasticidad	10,00	%

CLASIFICACIÓN

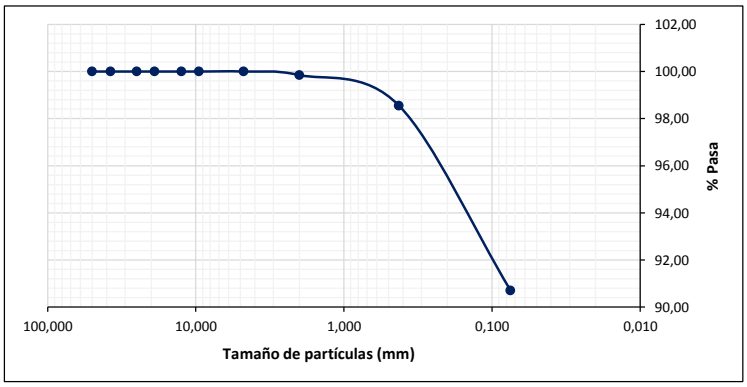
S.U.C.S ML
AASHTO A-4 **IG** 11

OBSERVACIONES:

GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO

Peso incial, P1 (gr) 200
Peso final, P2 (gr)

TAMIZ		Peso retenido (gr)	% Retenido	%Retenido acumulado	% Pasa
In	mm				
2	50,000	0,00	0,00	0,00	100,00
1 1/2	37,500	0,00	0,00	0,00	100,00
1	25,000	0,00	0,00	0,00	100,00
3/4"	19,000	0,00	0,00	0,00	100,00
1/2"	12,500	0,00	0,00	0,00	100,00
3/8"	9,500	0,00	0,00	0,00	100,00
4	4,750	0,00	0,00	0,00	100,00
10	2,000	0,30	0,15	0,15	99,85
40	0,425	2,60	1,30	1,45	98,55
200	0,075	15,70	7,85	9,30	90,70



ROBINSON MARTINEZ GOMEZ
LABORATORISTA

ROBINSON MARTINEZ SANDOVAL
INGENIERO CIVIL
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

Cra 14C No 39-38 B/ La Floresta, Montería. Cel 313 7836397 Tel. 604789 1152
imhingenieria@gmail.com

IMH INGENIERÍA SAS CONSULTORÍA E INTERVENTORÍA DE OBRAS NIT. 900.815.936	*ESTUDIO DE SUELOS* *DISEÑO DE PAVIMENTOS* *CARACTERIZACION DE MATERIALES* *DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETOS* *ENSAYOS DE CONTROL DE CALIDAD*	IMH INGENIERIA S.A.S

ENSAYO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS I.N.V E - 123-13; I.N.V E - 125-13; I.N.V E - 126-13

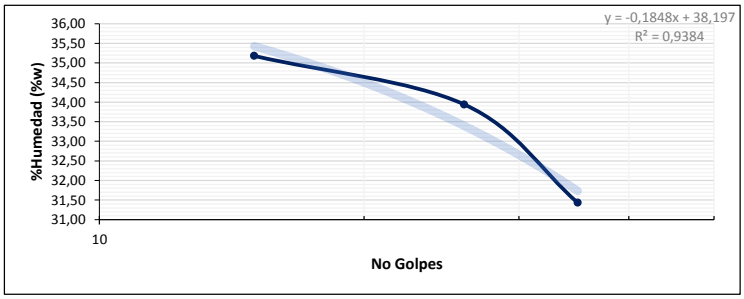
PROYECTO: Estudio de suelos para construcción de estructura de soporte de tanques de almacenamiento de agua en el proyecto "Estudios y diseños para la captación de agua mediante la construcción de pozos profundos accionados con energía fotovoltaica en	CONTRATISTA: INTERVENTORÍA:

LOCALIZACIÓN: Institución Educativa Santa María, Montería - Zona rural		SONDEO 2	FECHA:	28/10/2024
MATERIAL:	Limo de baja plasticidad color gris oscuro	MUESTRA: 6	PROFUNDIDAD [m]:	5.50-6.00

LÍMITE LÍQUIDO

No T = Número de tara
No Golpes = Número de golpes en la casuela de casagrande
P1 = Peso húmedo del material + tara (gr)
P2 = Peso seco del material + tara (gr)
P3 = Peso tara (gr)
%w = Porcentaje de humedad (%)

No Golpes	35	26	15	
No T	11	12	13	
P1	50,55	51,93	49,10	
P2	42,30	43,51	41,37	
P3	16,06	18,71	19,38	
%w	31,43	33,94	35,18	



LÍMITE PLÁSTICO

No T = Número de tara
P1 = Peso húmedo del material + tara (gr)
P2 = Peso seco del material + tara (gr)
P3 = Peso tara (gr)
%w = Porcentaje de humedad (%)

No T	14	15		
P1	26,45	27,82		
P2	25,06	26,14		
P3	19,31	19,13		
%w	24,16	23,92		

Límite líquido	33,00	%
Límite plástico	24,00	%
Indice de plasticidad	9,00	%

CLASIFICACIÓN

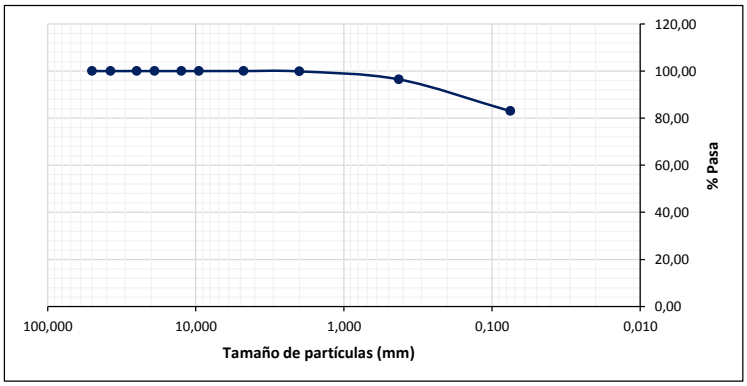
S.U.C.S ML
AASHTO A-4 **IG** 10

OBSERVACIONES:

GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO

Peso incial, P1 (gr) 200
Peso final, P2 (gr)

TAMIZ		Peso retenido (gr)	% Retenido	%Retenido acumulado	% Pasa
In	mm				
2	50,000	0,00	0,00	0,00	100,00
1 1/2	37,500	0,00	0,00	0,00	100,00
1	25,000	0,00	0,00	0,00	100,00
3/4"	19,000	0,00	0,00	0,00	100,00
1/2"	12,500	0,00	0,00	0,00	100,00
3/8"	9,500	0,00	0,00	0,00	100,00
4	4,750	0,00	0,00	0,00	100,00
10	2,000	0,30	0,15	0,15	99,85
40	0,425	6,80	3,40	3,55	96,45
200	0,075	27,00	13,50	17,05	82,95



ROBINSON MARTÍNEZ GÓMEZ
LABORATORISTA

ROBINSON MARTINEZ SANDOVAL
INGENIERO CIVIL
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

Cra 14C No 39-38 B/ La Floresta, Montería. Cel 313 7836397 Tel. 604789 1152
imhingenieria@gmail.com

IMH INGENIERÍA SAS CONSULTORÍA E INTERVENTORÍA DE OBRAS NIT. 900.815.936	*ESTUDIO DE SUELOS* *DISEÑO DE PAVIMENTOS* *CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES* *DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETOS* *ENSAYOS DE CONTROL DE CALIDAD*	IMH INGENIERIA S.A.S

COMPRESIÓN INCONFINADA EN MUESTRAS DE SUELOS
I.N.V. E – 152 – 13

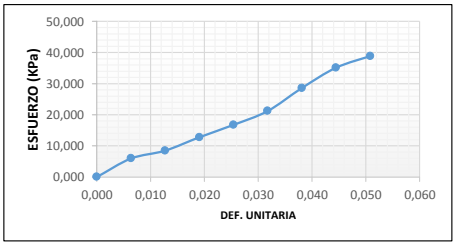
PROYECTO: Estudio de suelos para construcción de estructura de soporte de tanques de almacenamiento de agua en el proyecto "Estudios y diseños para la captación de agua mediante la construcción de pozos profundos accionados con energía fotovoltaica en zona rural del municipio de Montería"

Altura de la muestra, Lo (cm)	8,20	Peso de la muestra humeda + recipiente, P1 (g)	48,03
Diámetro de la muestra, D (cm)	3,60	Peso de la muestra seca + recipiente, P2 (g)	44,29
Área inicial de la muestra, Ao (cm²)	10,18	Peso del recipiente, P3 (g)	19,42
Peso de la muestra, W (gr)	162,10	Contenido de humedad, %W (%)	15,04
Peso unitario de la muestra, (gr/cm³)	1,94	SONDEO 2	Muestra: M1
Peso unitario de la muestra, (KN/m³)	19,05	Profundidad: 0,50 m -1,00 m	28/10/2024

LECTURA DE DEFORMIMETRO	DEFORMACIÓN DE LA MUESTRA (ΔL) cm	DEFORMACIÓN UNITARIA (ΔL/Lo)	1 - Eo	ÁREA CORREGIDA (cm²)	CARGA (KN)	ESFUERZO (KPa)
0,000	0,000	0,000	1,000	10,752	0,000	0,000
20,000	0,051	0,006	0,994	10,821	0,006	5,951
40,000	0,102	0,013	0,987	10,890	0,009	8,485
60,000	0,152	0,019	0,981	10,961	0,014	12,773
80,000	0,203	0,025	0,975	11,032	0,018	16,751
100,000	0,254	0,032	0,968	11,105	0,024	21,180
120,000	0,305	0,038	0,962	11,178	0,032	28,556
140,000	0,356	0,044	0,956	11,252	0,039	35,086
160,000	0,406	0,051	0,949	11,328	0,044	38,808

RESISTENCIA A LA COMPRESION INCONFINADA, qu	38,81	kPa	COHESION, C	19,40	kPa

Consistencia del Suelo	Resistencia a la Compresión Inconfinada	
	Kg/cm²	(kPa)
Muy blanda	< 0.25	(< 25)
Blanda	0.25-0.50	(25 - 50)
Mediana	0.50-1.00	(50 - 100)
Firme	1.00-2.00	(100 - 200)
Muy firme	2.00-4.00	(200 - 400)
Dura	>4.00	(> 400)



RATA DE APLICACIÓN DE CARGA 1,27% /min
CONSISTENCIA DEL SUELO BLANDA
TIPO DE MUESTRA INALTERADA

ROBINSON MARTINEZ SANDOVAL
INGENIERO CIVIL
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

IMH INGENIERÍA SAS CONSULTORÍA E INTERVENTORÍA DE OBRAS NIT. 900.815.936	*ESTUDIO DE SUELOS* *DISEÑO DE PAVIMENTOS* *CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES* *DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETOS* *ENSAYOS DE CONTROL DE CALIDAD*	IMH INGENIERIA S.A.S

COMPRESIÓN INCONFINADA EN MUESTRAS DE SUELOS
I.N.V. E – 152 – 13

PROYECTO: Estudio de suelos para construcción de estructura de soporte de tanques de almacenamiento de agua en el proyecto "Estudios y diseños para la captación de agua mediante la construcción de pozos profundos accionados con energía fotovoltaica en zona rural del municipio de Montería"

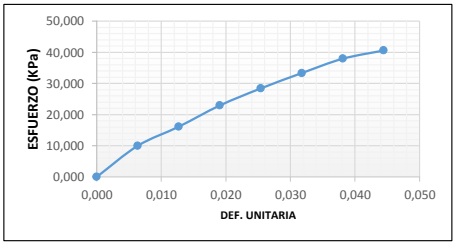
Altura de la muestra, Lo (cm)	8,00	Peso de la muestra humeda + recipiente, P1 (gr)	46,46
Diámetro de la muestra, D (cm)	3,70	Peso de la muestra seca + recipiente, P2 (gr)	41,43
Área inicial de la muestra, Ao (cm²)	10,75	Peso del recipiente, P3 (gr)	19,29
Peso de la muestra, W (gr)	163,10	Contenido de humedad, %W (%)	22,72
Peso unitario de la muestra, (gr/cm³)	1,90	SONDEO 2	Muestra: M2
Peso unitario de la muestra, (KN/m³)	18,60	Profundidad: 1.50 m - 2.00 m	28/10/2024

LECTURA DE DEFORMIMETRO	DEFORMACIÓN DE LA MUESTRA (ΔL) cm	DEFORMACIÓN UNITARIA (ΔL/Lo)	1 - Eo	ÁREA CORREGIDA (cm²)	CARGA (KN)	ESFUERZO (KPa)
0,000	0,000	0,000	1,000	10,752	0,000	0,000
20,000	0,051	0,006	0,994	10,821	0,011	9,981
40,000	0,102	0,013	0,987	10,890	0,018	16,115
60,000	0,152	0,019	0,981	10,961	0,025	22,909
80,000	0,203	0,025	0,975	11,032	0,031	28,389
100,000	0,254	0,032	0,968	11,105	0,037	33,310
120,000	0,305	0,038	0,962	11,178	0,042	37,923
140,000	0,356	0,044	0,956	11,252	0,046	40,552

RESISTENCIA A LA COMPRESION INCONFINADA, qu	40,55	kPa	COHESION, C	20,28	kPa

Consistencia del Suelo	Resistencia a la Compresión Inconfinada	
	Kg/cm²	(kPa)
Muy blanda	< 0.25	(< 25)
Blanda	0.25-0.50	(25 - 50)
Mediana	0.50-1.00	(50 - 100)
Firme	1.00-2.00	(100 - 200)
Muy firme	2.00-4.00	(200 - 400)
Dura	>4.00	(> 400)

RATA DE APLICACIÓN DE CARGA 1,27% /min
CONSISTENCIA DEL SUELO BLANDA
TIPO DE MUESTRA INALTERADA



ROBINSON MARTINEZ SANDOVAL
INGENIERO CIVIL
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

IMH INGENIERÍA SAS CONSULTORÍA E INTERVENTORÍA DE OBRAS NIT. 900.815.936	*ESTUDIO DE SUELOS* *DISEÑO DE PAVIMENTOS* *CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES* *DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETOS* *ENSAYOS DE CONTROL DE CALIDAD*	IMH INGENIERIA S.A.S

COMPRESIÓN INCONFINADA EN MUESTRAS DE SUELOS
I.N.V. E – 152 – 13

PROYECTO: Estudio de suelos para construcción de estructura de soporte de tanques de almacenamiento de agua en el proyecto "Estudios y diseños para la captación de agua mediante la construcción de pozos profundos accionados con energía fotovoltaica en zona rural del municipio de Montería"

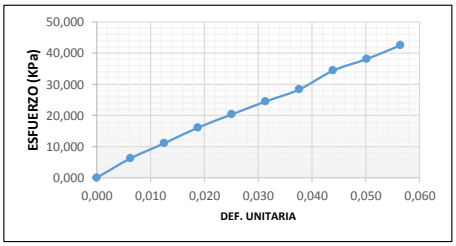
Altura de la muestra, Lo (cm)	8,10	Peso de la muestra humeda + recipiente, P1 (gr)	40,03
Diámetro de la muestra, D (cm)	3,70	Peso de la muestra seca + recipiente, P2 (gr)	37,49
Área inicial de la muestra, Ao (cm²)	10,75	Peso del recipiente, P3 (gr)	18,93
Peso de la muestra, W (gr)	164,30	Contenido de humedad, %W (%)	13,69
Peso unitario de la muestra, (gr/cm³)	1,89	SONDEO 2	Muestra: M3
Peso unitario de la muestra, (KN/m³)	18,51	Profundidad: 2.50 m- 3.00 m	28/10/2024

LECTURA DE DEFORMÍMETRO	DEFORMACIÓN DE LA MUESTRA (ΔL) cm	DEFORMACIÓN UNITARIA (ΔL/Lo)	1 - Eo	ÁREA CORREGIDA (cm²)	CARGA (KN)	ESFUERZO (KPa)
0,000	0,000	0,000	1,000	10,752	0,000	0,000
20,000	0,051	0,006	0,994	10,820	0,007	6,211
40,000	0,102	0,013	0,987	10,889	0,012	11,057
60,000	0,152	0,019	0,981	10,958	0,018	16,097
80,000	0,203	0,025	0,975	11,029	0,022	20,311
100,000	0,254	0,031	0,969	11,100	0,027	24,468
120,000	0,305	0,038	0,962	11,173	0,032	28,319
140,000	0,356	0,044	0,956	11,246	0,039	34,359
160,000	0,406	0,050	0,950	11,320	0,043	38,092
180,000	0,457	0,056	0,944	11,395	0,048	42,509

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN INCONFINADA, qu	42,51	kPa	COHESIÓN, C	21,25	kPa

Consistencia del Suelo	Resistencia a la Compresión Inconfinada	
	Kg/cm²	(kPa)
Muy blanda	< 0.25	(< 25)
Blanda	0.25-0.50	(25 - 50)
Mediana	0.50-1.00	(50 - 100)
Firme	1.00-2.00	(100 - 200)
Muy firme	2.00-4.00	(200 - 400)
Dura	>4.00	(> 400)

RATA DE APLICACIÓN DE CARGA 1,27% /min
CONSISTENCIA DEL SUELO BLANDA
TIPO DE MUESTRA INALTERADA



ROBINSON MARTINEZ SANDOVAL
INGENIERO CIVIL
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

Cra 14C # 39-38 .B/La Floresta, Montería. TEL (604) 789 1152 - 313 783 6397
imhingenieria@gmail.com

IMH INGENIERÍA SAS CONSULTORÍA E INTERVENTORÍA DE OBRAS NIT. 900.815.936	*ESTUDIO DE SUELOS* *DISEÑO DE PAVIMENTOS* *CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES* *DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETOS* *ENSAYOS DE CONTROL DE CALIDAD*	IMH INGENIERIA S.A.S

COMPRESIÓN INCONFINADA EN MUESTRAS DE SUELOS
I.N.V. E – 152 – 13

PROYECTO: Estudio de suelos para construcción de estructura de soporte de tanques de almacenamiento de agua en el proyecto "Estudios y diseños para la captación de agua mediante la construcción de pozos profundos accionados con energía fotovoltaica en zona rural del municipio de Montería"

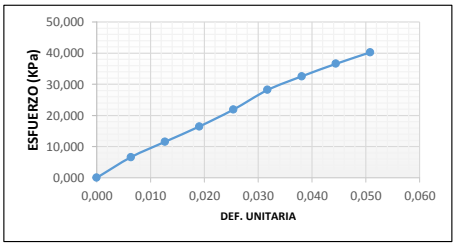
Altura de la muestra, Lo (cm)	8,00	Peso de la muestra humeda + recipiente, P1 (gr)	53,36
Diámetro de la muestra, D (cm)	3,70	Peso de la muestra seca + recipiente, P2 (gr)	45,54
Área inicial de la muestra, Ao (cm²)	10,75	Peso del recipiente, P3 (gr)	16,23
Peso de la muestra, W (gr)	160,10	Contenido de humedad, %W (%)	26,68
Peso unitario de la muestra, (gr/cm³)	1,86	SONDEO 2	Muestra: M4
Peso unitario de la muestra, (KN/m³)	18,26	Profundidad: 3.50 m- 4.00 m	28/10/2024

LECTURA DE DEFORMÍMETRO	DEFORMACIÓN DE LA MUESTRA (ΔL) cm	DEFORMACIÓN UNITARIA (ΔL/Lo)	1 - Eo	ÁREA CORREGIDA (cm²)	CARGA (KN)	ESFUERZO (KPa)
0,000	0,000	0,000	1,000	10,752	0,000	0,000
20,000	0,051	0,006	0,994	10,821	0,007	6,598
40,000	0,102	0,013	0,987	10,890	0,013	11,551
60,000	0,152	0,019	0,981	10,961	0,018	16,440
80,000	0,203	0,025	0,975	11,032	0,024	21,881
100,000	0,254	0,032	0,968	11,105	0,031	28,168
120,000	0,305	0,038	0,962	11,178	0,036	32,546
140,000	0,356	0,044	0,956	11,252	0,041	36,562
160,000	0,406	0,051	0,949	11,328	0,046	40,221

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN INCONFINADA, qu	40,22	kPa	COHESIÓN, C	20,11	kPa

Consistencia del Suelo	Resistencia a la Compresión Inconfinada	
	Kg/cm²	(kPa)
Muy blanda	< 0.25	(< 25)
Blanda	0.25-0.50	(25 - 50)
Mediana	0.50-1.00	(50 - 100)
Firme	1.00-2.00	(100 - 200)
Muy firme	2.00-4.00	(200 - 400)
Dura	>4.00	(> 400)

RATA DE APLICACIÓN DE CARGA 1,27% /min
CONSISTENCIA DEL SUELO BLANDA
TIPO DE MUESTRA INALTERADA



ROBINSON MARTINEZ SANDOVAL
INGENIERO CIVIL
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

Cra 14C # 39-38 .B/La Floresta, Montería. TEL (604) 789 1152 - 313 783 6397
imhingenieria@gmail.com

IMH INGENIERÍA SAS CONSULTORÍA E INTERVENTORÍA DE OBRAS NIT. 900.815.936	*ESTUDIO DE SUELOS* *DISEÑO DE PAVIMENTOS* *CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES* *DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETOS* *ENSAYOS DE CONTROL DE CALIDAD*	IMH INGENIERIA S.A.S

COMPRESIÓN INCONFINADA EN MUESTRAS DE SUELOS
I.N.V. E – 152 – 13

PROYECTO: Estudio de suelos para construcción de estructura de soporte de tanques de almacenamiento de agua en el proyecto "Estudios y diseños para la captación de agua mediante la construcción de pozos profundos accionados con energía fotovoltaica en zona rural del municipio de Montería"

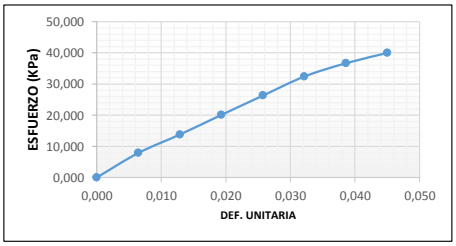
Altura de la muestra, Lo (cm)	7,90	Peso de la muestra humeda + recipiente, P1 (gr)	39,74
Diámetro de la muestra, D (cm)	3,70	Peso de la muestra seca + recipiente, P2 (gr)	34,22
Área inicial de la muestra, Ao (cm²)	10,75	Peso del recipiente, P3 (gr)	16,06
Peso de la muestra, W (gr)	174,70	Contenido de humedad, %W (%)	30,40
Peso unitario de la muestra, (gr/cm³)	2,06	SONDEO 2	Muestra: M5
Peso unitario de la muestra, (KN/m³)	20,18	Profundidad: 4.50 m- 5.00 m	28/10/2024

LECTURA DE DEFORMÍMETRO	DEFORMACIÓN DE LA MUESTRA (ΔL) cm	DEFORMACIÓN UNITARIA (ΔL/Lo)	1 - Eo	ÁREA CORREGIDA (cm²)	CARGA (KN)	ESFUERZO (KPa)
0,000	0,000	0,000	1,000	10,752	0,000	0,000
20,000	0,051	0,006	0,994	10,822	0,009	7,855
40,000	0,102	0,013	0,987	10,892	0,015	13,771
60,000	0,152	0,019	0,981	10,964	0,022	20,066
80,000	0,203	0,026	0,974	11,036	0,029	26,278
100,000	0,254	0,032	0,968	11,109	0,036	32,405
120,000	0,305	0,039	0,961	11,184	0,041	36,661
140,000	0,356	0,045	0,955	11,259	0,045	39,968

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN INCONFINADA, qu	39,97	kPa	COHESIÓN, C	19,98	kPa

Consistencia del Suelo	Resistencia a la Compresión Inconfinada	
	Kg/cm²	(kPa)
Muy blanda	< 0.25	(< 25)
Blanda	0.25-0.50	(25 - 50)
Mediana	0.50-1.00	(50 - 100)
Firme	1.00-2.00	(100 - 200)
Muy firme	2.00-4.00	(200 - 400)
Dura	>4.00	(> 400)

RATA DE APLICACIÓN DE CARGA 1,27% /min
CONSISTENCIA DEL SUELO BLANDA
TIPO DE MUESTRA INALTERADA



ROBINSON MARTINEZ SANDOVAL
INGENIERO CIVIL
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

Cra 14C # 39-38 .B/La Floresta, Montería. TEL (604) 789 1152 - 313 783 6397
imhingenieria@gmail.com

IMH INGENIERÍA SAS CONSULTORÍA E INTERVENTORÍA DE OBRAS NIT. 900.815.936	*ESTUDIO DE SUELOS* *DISEÑO DE PAVIMENTOS* *CARACTERIZACION DE MATERIALES* *DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETOS* *ENSAYOS DE CONTROL DE CALIDAD*	IMH INGENIERIA S.A.S

COMPRESIÓN INCONFINADA EN MUESTRAS DE SUELOS
I.N.V. E – 152 – 13

PROYECTO: Estudio de suelos para construcción de estructura de soporte de tanques de almacenamiento de agua en el proyecto "Estudios y diseños para la captación de agua mediante la construcción de pozos profundos accionados con energía fotovoltaica en zona rural del municipio de Montería"

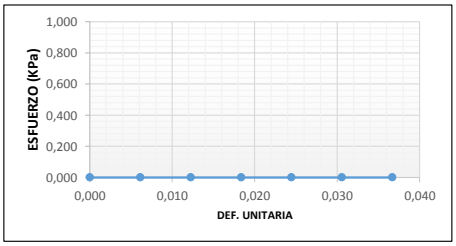
Altura de la muestra, Lo (cm)	8,30	Peso de la muestra humeda + recipiente, P1 (gr)	47,24
Diámetro de la muestra, D (cm)	3,70	Peso de la muestra seca + recipiente, P2 (gr)	40,67
Área inicial de la muestra, Ao (cm²)	10,75	Peso del recipiente, P3 (gr)	18,69
Peso de la muestra, W (gr)	178,10	Contenido de humedad, %W (%)	29,89
Peso unitario de la muestra, (gr/cm³)	2,00	SONDEO 2	Muestra: M6
Peso unitario de la muestra, (KN/m³)	19,58	Profundidad: 5.50 m- 6.00 m	28/10/2024

LECTURA DE DEFORMÍMETRO	DEFORMACIÓN DE LA MUESTRA (ΔL) cm	DEFORMACIÓN UNITARIA (ΔL/Lo)	1 - Eo	ÁREA CORREGIDA (cm²)	CARGA (KN)	ESFUERZO (KPa)
0,000	0,000	0,000	1,000	10,752	0,000	0,000
20,000	0,051	0,006	0,994	10,818	0,000	0,000
40,000	0,102	0,012	0,988	10,885	0,000	0,000
60,000	0,152	0,018	0,982	10,953	0,000	0,000
80,000	0,203	0,024	0,976	11,022	0,000	0,000
100,000	0,254	0,031	0,969	11,092	0,000	0,000
120,000	0,305	0,037	0,963	11,162	0,000	0,000

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN INCONFINADA, qu	0,00	kPa	COHESIÓN, C	0,00	kPa

Consistencia del Suelo	Resistencia a la Compresión Inconfinada	
	Kg/cm²	(kPa)
Muy blanda	< 0.25	(< 25)
Blanda	0.25-0.50	(25 - 50)
Mediana	0.50-1.00	(50 - 100)
Firme	1.00-2.00	(100 - 200)
Muy firme	2.00-4.00	(200 - 400)
Dura	>4.00	(> 400)

RATA DE APLICACIÓN DE CARGA 1,27% /min
CONSISTENCIA DEL SUELO MUY BLANDA
TIPO DE MUESTRA INALTERADA



ROBINSON MARTINEZ SANDOVAL
INGENIERO CIVIL
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

Cra 14C # 39-38 .B/La Floresta, Montería. TEL (604) 789 1152 - 313 783 6397
imhingenieria@gmail.com

IMH INGENIERÍA S.A.S CONSULTORÍA E INTERVENTORÍA DE OBRAS NIT. 900.815.936	*ESTUDIO DE SUELOS* *DISEÑO DE PAVIMENTOS* *CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES* *DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETOS* *ENSAYOS DE CONTROL DE CALIDAD*	IMH INGENIERIA S.A.S

PERFIL ESTRATIGRÁFICO

PROYECTO: Estudio de suelos para construcción de estructura de soporte de tanques de almacenamiento de agua en el proyecto "Estudios y diseños para la captación de agua mediante la construcción de pozos profundos accionados con energía fotovoltaica en zona rural del municipio de Montería"

FECHA: 28/10/2024

LOCALIZACIÓN: Institución Educativa Santa María, Montería - Zona rural

SONDEO 3

PROFUNDIDAD (m)	DESCRIPCIÓN	CLASIFICACIÓN S.U.C.S	LÍMITE LÍQUIDO, LL (%)	LÍMITE PLÁSTICO, LP (%)	ÍNDICE DE PLASTICIDAD, IP (%)	GRADACIÓN % PASA				HUMEDAD NATURAL, W (%)	ÍNDICE DE LIQUIDEZ, IL	ESTADO	NÚMERO DE GOLPES SPT			NÚMERO DE GOLPES POR PIE DE PENETRACIÓN	COHESIÓN (KN/m²)	PESO UNITARIO (KN/m³)
						4	10	40	200									
0.50-1.00	Arcilla de baja plasticidad color café oscuro	CL	27,00	17,00	10,00	99,90	99,30	90,15	81,65	28,47	1,15	Liquido	9	6	12	18	19,95	18,48
1.50-2.00	Arcilla de baja pasticidad color café oscuro	CL	28,00	19,00	9,00	97,75	95,80	78,10	69,30	30,88	1,32	Liquido	9	7	6	13	20,30	17,38
2.50-3.00	Limo de baja plasticidad color café oscuro	ML	33,00	24,00	9,00	99,55	97,60	82,20	74,80	22,49	-0,17	Semiplástico	5	5	6	11	21,45	17,35
3.50-4.00	Arcilla de baja plasticidad color café oscuro	CL	31,00	21,00	10,00	100,00	99,70	91,00	85,35	22,20	0,12	Plástico	6	7	8	15	20,98	16,63
4.50-5.00	Limo de baja plasticidad color gris oscuro	ML	35,00	27,00	8,00	100,00	94,70	88,95	85,05	21,17	-0,73	Semiplástico	6	7	7	14	20,75	18,40
5.50-6.00	Limo de baja plasticidad color gris oscuro	ML	37,00	28,00	9,00	99,65	96,55	83,60	74,40	18,68	-1,04	Semiplástico	8	7	9	16	-	19,58

OBSERVACIONES: NO SE EVIDENCIÓ NIVEL FREÁTICO HASTA LA PROFUNDIDAD EXPLORADA
LOS VALORES DE COHESIÓN SE DETERMINARON A PARTIR DE CORRELACIONES CON EL NSPT CORREGIDO Y LAS PROPIEDADES DEL MATERIAL

ROBINSON MARTINEZ SANDOVAL
INGENIERO CIVIL
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
MAGÍSTER EN INGENIERÍA

IMH INGENIERÍA SAS CONSULTORÍA E INTERVENTORÍA DE OBRAS NIT. 900.815.936	*ESTUDIO DE SUELOS* *DISEÑO DE PAVIMENTOS* *CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES* *DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETOS* *ENSAYOS DE CONTROL DE CALIDAD*	IMH INGENIERIA S.A.S

PROYECTO: Estudio de suelos para construcción de estructura de soporte de tanques de almacenamiento de agua en el proyecto "Estudios y diseños para la captación de agua mediante la construcción de pozos profundos accionados con energía fotovoltaica en zona rural del municipio de Montería"

Caracterización muestras sondeo 3 **FECHA: 28/10/2024**

Peso unitario y humedad natural

Sondeo N°	MUESTRA N°	PROFUNDIDAD [m]	DIÁMETRO [cm]	ALTURA [cm]	PESO HÚMEDO [g]	PESO UNITARIO HÚMEDO [KN/m³]	PESO HÚMEDO+TARA [g]	PESO SECO +TARA [g]	PESO TARA [g]	HUMEDAD NATURAL [%]
1	1	0.50-1.00	3,70	7,90	160,00	18,48	44,68	39,08	19,41	28,47
	2	1.50-2.00	3,70	8,00	152,40	17,38	34,95	31,26	19,31	30,88
	3	2.50-3.00	3,70	8,20	155,90	17,35	39,52	35,78	19,15	22,49
	4	3.50-4.00	3,70	7,60	138,50	16,63	34,73	31,88	19,04	22,20
	5	4.50-5.00	3,70	8,00	161,30	18,40	31,28	29,22	19,49	21,17
	6	5.50-6.00	3,70	8,30	178,10	19,58	46,31	42,02	19,05	18,68

OBSERVACIONES:

ROBINSON MARTINEZ SANDOVAL
INGENIERO CIVIL
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

Cra 14C N° 39 - 38. B/La Floresta, Montería. TEL (604) 7891152 - 3137836397
imhingenieria@gmail.com

IMH INGENIERÍA SAS CONSULTORÍA E INTERVENTORÍA DE OBRAS NIT. 900.815.936	*ESTUDIO DE SUELOS* *DISEÑO DE PAVIMENTOS* *CARACTERIZACION DE MATERIALES* *DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETOS* *ENSAYOS DE CONTROL DE CALIDAD*	IMH INGENIERIA S.A.S

ENSAYO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS I.N.V E - 123-13; I.N.V E - 125-13; I.N.V E - 126-13

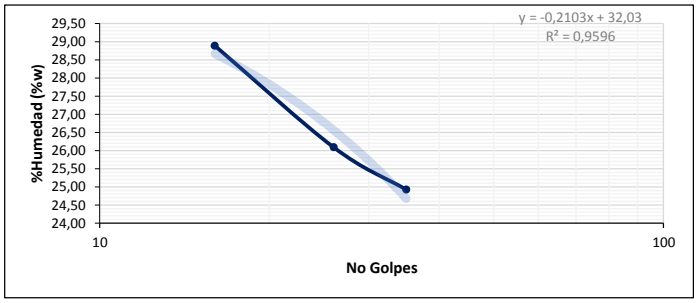
PROYECTO: Estudio de suelos para construcción de estructura de soporte de tanques de almacenamiento de agua en el proyecto "Estudios y diseños para la captación de agua	CONTRATISTA:
	INTERVENTORÍA:

LOCALIZACIÓN: Institución Educativa Santa María, Montería - Zona rural		SONDEO 3	FECHA: 28/10/2024
MATERIAL:	Arcilla de baja plasticidad color café oscuro	MUESTRA: 1	PROFUNDIDAD [m]: 0.50-1.00

LÍMITE LÍQUIDO

No T = Número de tara
No Golpes = Número de golpes en la casuela de casagrande
P1 = Peso húmedo del material + tara (gr)
P2 = Peso seco del material + tara (gr)
P3 = Peso tara (gr)
%w = Porcentaje de humedad (%)

No Golpes	35	26	16	
No T	16	17	18	
P1	44,35	40,50	42,92	
P2	39,30	36,15	37,57	
P3	19,03	19,48	19,04	
%w	24,92	26,09	28,89	



LÍMITE PLÁSTICO

No T = Número de tara
P1 = Peso húmedo del material + tara (gr)
P2 = Peso seco del material + tara (gr)
P3 = Peso tara (gr)
%w = Porcentaje de humedad (%)

No T	17	18		
P1	21,15	26,17		
P2	20,86	25,07		
P3	19,18	18,47		
%w	16,94	16,67		

Límite líquido	27,00	%
Límite plástico	17,00	%
Indice de Plasticidad	10,00	%

CLASIFICACIÓN

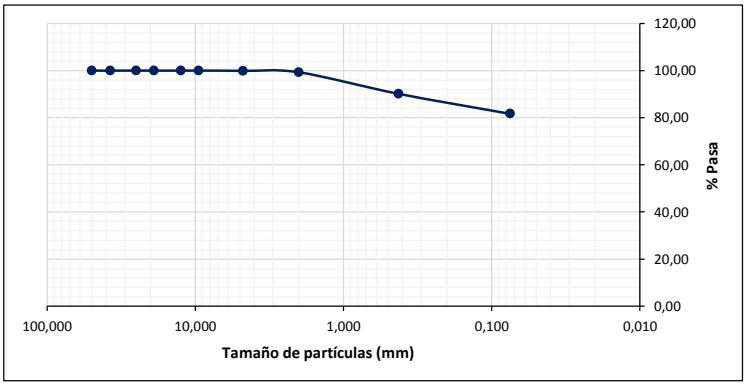
S.U.C.S CL
AASHTO A-4 **IG** 9

OBSERVACIONES:

GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO

Peso incial, P1 (gr) 200
Peso final, P2 (gr)

TAMIZ		Peso retenido (gr)	% Retenido	%Retenido acumulado	% Pasa
In	mm				
2	50,000	0,00	0,00	0,00	100,00
1 1/2	37,500	0,00	0,00	0,00	100,00
1	25,000	0,00	0,00	0,00	100,00
3/4"	19,000	0,00	0,00	0,00	100,00
1/2"	12,500	0,00	0,00	0,00	100,00
3/8"	9,500	0,00	0,00	0,00	100,00
4	4,750	0,20	0,10	0,10	99,90
10	2,000	1,20	0,60	0,70	99,30
40	0,425	18,30	9,15	9,85	90,15
200	0,075	17,00	8,50	18,35	81,65



ROBINSON MARTINEZ GOMEZ
LABORATORISTA

ROBINSON MARTINEZ SANDOVAL
INGENIERO CIVIL
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

Cra 14C No 39-38 B/ La Floresta, Montería. Cel 313 7836397 Tel. 604789 1152
imhingenieria@gmail.com

IMH INGENIERÍA SAS CONSULTORÍA E INTERVENTORÍA DE OBRAS NIT. 900.815.936	*ESTUDIO DE SUELOS* *DISEÑO DE PAVIMENTOS* *CARACTERIZACION DE MATERIALES* *DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETOS* *ENSAYOS DE CONTROL DE CALIDAD*	IMH INGENIERIA S.A.S

ENSAYO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS I.N.V E - 123-13; I.N.V E - 125-13; I.N.V E - 126-13

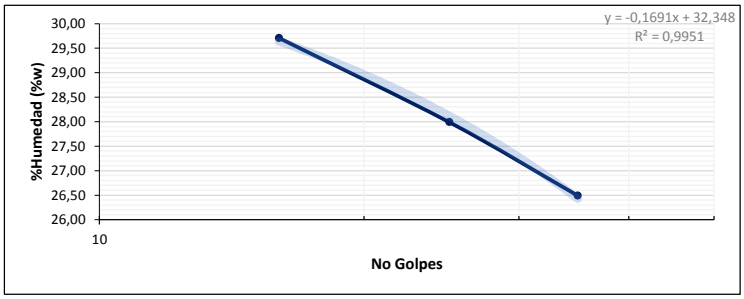
PROYECTO: Estudio de suelos para construcción de estructura de soporte de tanques de almacenamiento de agua en el proyecto "Estudios y diseños para la captación de agua mediante la construcción de pozos profundos accionados con energía fotovoltaica en	CONTRATISTA: INTERVENTORÍA:

LOCALIZACIÓN: Institución Educativa Santa María, Montería - Zona rural		SONDEO 3	FECHA: 28/10/2024
MATERIAL:	Arcilla de baja pasticidad color café oscuro	MUESTRA: 2	PROFUNDIDAD [m]: 1.50-2.00

LÍMITE LÍQUIDO

No T = Número de tara
No Golpes = Número de golpes en la casuela de casagrande
P1 = Peso húmedo del material + tara (gr)
P2 = Peso seco del material + tara (gr)
P3 = Peso tara (gr)
%w = Porcentaje de humedad (%)

No Golpes	35	25	16	
No T	21	22	23	
P1	38,80	33,91	35,52	
P2	33,91	30,55	31,78	
P3	15,43	18,54	19,21	
%w	26,49	27,99	29,71	



LÍMITE PLÁSTICO

No T = Número de tara
P1 = Peso húmedo del material + tara (gr)
P2 = Peso seco del material + tara (gr)
P3 = Peso tara (gr)
%w = Porcentaje de humedad (%)

No T	24	25		
P1	21,16	24,20		
P2	20,35	23,30		
P3	16,12	18,53		
%w	19,15	18,81		

Límite líquido	28,00	%
Límite plástico	19,00	%
Indice de plasticidad	9,00	%

CLASIFICACIÓN

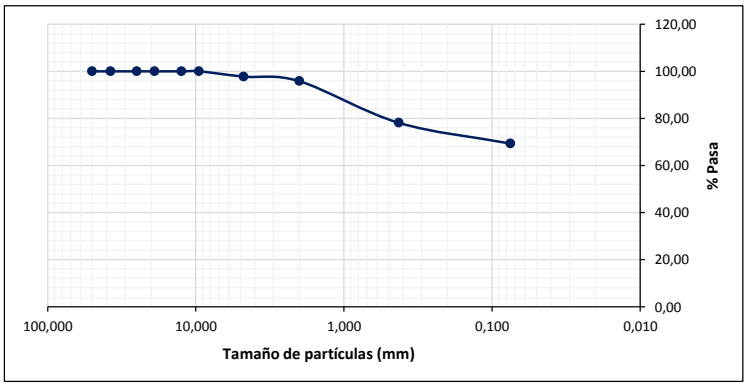
S.U.C.S CL
AASHTO A-4 **IG** 7

OBSERVACIONES:

GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO

Peso incial, P1 (gr) 200
Peso final, P2 (gr)

TAMIZ		Peso retenido (gr)	% Retenido	%Retenido acumulado	% Pasa
In	mm				
2	50,000	0,00	0,00	0,00	100,00
1 1/2	37,500	0,00	0,00	0,00	100,00
1	25,000	0,00	0,00	0,00	100,00
3/4"	19,000	0,00	0,00	0,00	100,00
1/2"	12,500	0,00	0,00	0,00	100,00
3/8"	9,500	0,00	0,00	0,00	100,00
4	4,750	4,50	2,25	2,25	97,75
10	2,000	3,90	1,95	4,20	95,80
40	0,425	35,40	17,70	21,90	78,10
200	0,075	17,60	8,80	30,70	69,30



ROBINSON MARTÍNEZ GÓMEZ
LABORATORISTA

ROBINSON MARTINEZ SANDOVAL
INGENIERO CIVIL
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

Cra 14C No 39-38 B/ La Floresta, Montería. Cel 313 7836397 Tel. 604789 1152
imhingenieria@gmail.com

IMH INGENIERÍA SAS CONSULTORÍA E INTERVENTORÍA DE OBRAS NIT. 900.815.936	*ESTUDIO DE SUELOS* *DISEÑO DE PAVIMENTOS* *CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES* *DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETOS* *ENSAYOS DE CONTROL DE CALIDAD*	IMH INGENIERIA S.A.S

ENSAYO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS I.N.V E - 123-13; I.N.V E - 125-13; I.N.V E - 126-13

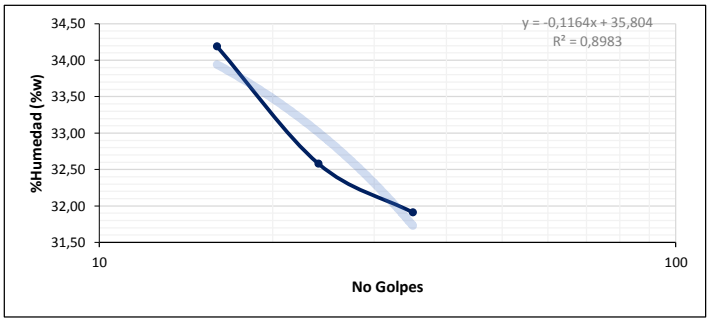
PROYECTO: Estudio de suelos para construcción de estructura de soporte de tanques de almacenamiento de agua en el proyecto "Estudios y diseños para la captación de agua	CONTRATISTA: INTERVENTORÍA:

LOCALIZACIÓN: Institución Educativa Santa María, Montería - Zona rural		SONDEO 3	FECHA: 28/10/2024
MATERIAL:	Limo de baja plasticidad color café oscuro	MUESTRA: 3	PROFUNDIDAD [m]: 2.50-3.00

LÍMITE LÍQUIDO

No T = Número de tara
No Golpes = Número de golpes en la casuela de casagrande
P1 = Peso húmedo del material + tara (gr)
P2 = Peso seco del material + tara (gr)
P3 = Peso tara (gr)
%w = Porcentaje de humedad (%)

No Golpes	35	24	16	
No T	26	27	28	
P1	31,19	36,14	37,27	
P2	28,42	31,15	32,85	
P3	19,72	15,84	19,94	
%w	31,91	32,58	34,19	



LÍMITE PLÁSTICO

No T = Número de tara
P1 = Peso húmedo del material + tara (gr)
P2 = Peso seco del material + tara (gr)
P3 = Peso tara (gr)
%w = Porcentaje de humedad (%)

No T	29	30		
P1	22,08	21,18		
P2	21,74	20,20		
P3	20,32	16,25		
%w	24,19	24,66		

Límite líquido	33,00	%
Límite plástico	24,00	%
Indice de Plasticidad	9,00	%

CLASIFICACIÓN

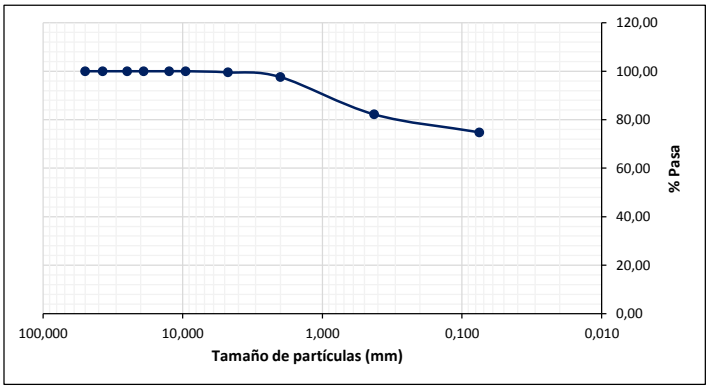
S.U.C.S	ML		
AASHTO	A-4	**IG**	8

OBSERVACIONES:

GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO

Peso incial, P1 (gr) 200
Peso final, P2 (gr)

TAMIZ		Peso retenido (gr)	% Retenido	%Retenido acumulado	% Pasa
In	mm				
2	50,000	0,00	0,00	0,00	100,00
1 1/2	37,500	0,00	0,00	0,00	100,00
1	25,000	0,00	0,00	0,00	100,00
3/4"	19,000	0,00	0,00	0,00	100,00
1/2"	12,500	0,00	0,00	0,00	100,00
3/8"	9,500	0,00	0,00	0,00	100,00
4	4,750	0,90	0,45	0,45	99,55
10	2,000	3,90	1,95	2,40	97,60
40	0,425	30,80	15,40	17,80	82,20
200	0,075	14,80	7,40	25,20	74,80



ROBINSON MARTINEZ GOMEZ
LABORATORISTA

ROBINSON MARTINEZ SANDOVAL
INGENIERO CIVIL
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

Cra 14C No 39-38 B/ La Floresta, Montería. Cel 313 7836397 Tel. 604789 1152
imhingenieria@gmail.com

IMH INGENIERÍA SAS CONSULTORÍA E INTERVENTORÍA DE OBRAS NIT. 900.815.936	*ESTUDIO DE SUELOS* *DISEÑO DE PAVIMENTOS* *CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES* *DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETOS* *ENSAYOS DE CONTROL DE CALIDAD*	IMH INGENIERIA S.A.S

ENSAYO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS I.N.V E - 123-13; I.N.V E - 125-13; I.N.V E - 126-13

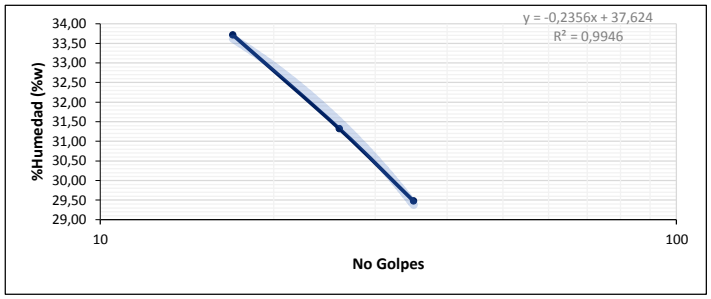
PROYECTO: Estudio de suelos para construcción de estructura de soporte de tanques de almacenamiento de agua en el proyecto "Estudios y diseños para la captación de agua mediante la construcción de pozos profundos accionados con energía fotovoltaica en zona	CONTRATISTA: INTERVENTORÍA:

LOCALIZACIÓN: Institución Educativa Santa María, Montería - Zona rural		SONDEO 3	FECHA:	28/10/2024
MATERIAL:	Arcilla de baja plasticidad color café oscuro	MUESTRA: 4	PROFUNDIDAD [m]:	3.50-4.00

LÍMITE LÍQUIDO

No T = Número de tara
No Golpes = Número de golpes en la casuela de casagrande
P1 = Peso húmedo del material + tara (gr)
P2 = Peso seco del material + tara (gr)
P3 = Peso tara (gr)
%w = Porcentaje de humedad (%)

No Golpes	35	26	17	
No T	31	32	33	
P1	33,24	39,41	36,30	
P2	29,34	33,98	31,92	
P3	16,11	16,66	18,93	
%w	29,47	31,32	33,71	



LÍMITE PLÁSTICO

No T = Número de tara
P1 = Peso húmedo del material + tara (gr)
P2 = Peso seco del material + tara (gr)
P3 = Peso tara (gr)
%w = Porcentaje de humedad (%)

No T	34	35		
P1	22,17	24,41		
P2	21,64	23,48		
P3	19,19	19,12		
%w	21,40	21,21		

Límite líquido	31,00	%
Límite plástico	21,00	%
Indice de Plasticidad	10,00	%

CLASIFICACIÓN

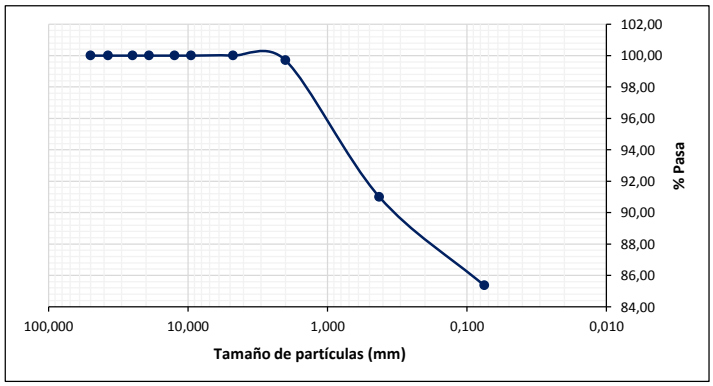
S.U.C.S	CL		
AASHTO	A-4	**IG**	10

OBSERVACIONES:

GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO

Peso incial, P1 (gr) 200
Peso final, P2 (gr)

TAMIZ		Peso retenido (gr)	% Retenido	%Retenido acumulado	% Pasa
In	mm				
2	50,000	0,00	0,00	0,00	100,00
1 1/2	37,500	0,00	0,00	0,00	100,00
1	25,000	0,00	0,00	0,00	100,00
3/4"	19,000	0,00	0,00	0,00	100,00
1/2"	12,500	0,00	0,00	0,00	100,00
3/8"	9,500	0,00	0,00	0,00	100,00
4	4,750	0,00	0,00	0,00	100,00
10	2,000	0,60	0,30	0,30	99,70
40	0,425	17,40	8,70	9,00	91,00
200	0,075	11,30	5,65	14,65	85,35



ROBINSON MARTÍNEZ GÓMEZ
LABORATORISTA

ROBINSON MARTINEZ SANDOVAL
INGENIERO CIVIL
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

Cra 14C No 39-38 B/ La Floresta, Montería. Cel 313 7836397 Tel. 604789 1152
imhingenieria@gmail.com

IMH INGENIERÍA SAS CONSULTORÍA E INTERVENTORÍA DE OBRAS NIT. 900.815.936	*ESTUDIO DE SUELOS* *DISEÑO DE PAVIMENTOS* *CARACTERIZACION DE MATERIALES* *DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETOS* *ENSAYOS DE CONTROL DE CALIDAD*	IMH INGENIERIA S.A.S

ENSAYO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS I.N.V E - 123-13; I.N.V E - 125-13; I.N.V E - 126-13

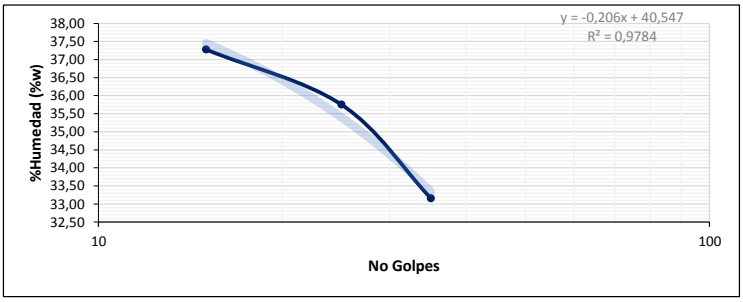
PROYECTO: Estudio de suelos para construcción de estructura de soporte de tanques de almacenamiento de agua en el proyecto "Estudios y diseños para la captación de agua	CONTRATISTA:
	INTERVENTORÍA:

LOCALIZACIÓN: Institución Educativa Santa María, Montería - Zona rural		SONDEO 3	FECHA: 28/10/2024
MATERIAL:	Limo de baja plasticidad color gris oscuro	MUESTRA: 5	PROFUNDIDAD [m]: 4.50-5.00

LÍMITE LÍQUIDO

No T = Número de tara
No Golpes = Número de golpes en la casuela de casagrande
P1 = Peso húmedo del material + tara (gr)
P2 = Peso seco del material + tara (gr)
P3 = Peso tara (gr)
%w = Porcentaje de humedad (%)

No Golpes	35	25	15	
No T	36	37	38	
P1	50,71	52,16	51,01	
P2	42,74	43,41	42,31	
P3	18,70	18,95	18,96	
%w	33,16	35,75	37,28	



LÍMITE PLÁSTICO

No T = Número de tara
P1 = Peso húmedo del material + tara (gr)
P2 = Peso seco del material + tara (gr)
P3 = Peso tara (gr)
%w = Porcentaje de humedad (%)

No T	39	40		
P1	22,22	25,03		
P2	20,76	23,80		
P3	15,34	19,19		
%w	26,90	26,77		

Límite líquido	35,00	%
Límite plástico	27,00	%
Indice de Plasticidad	8,00	%

CLASIFICACIÓN

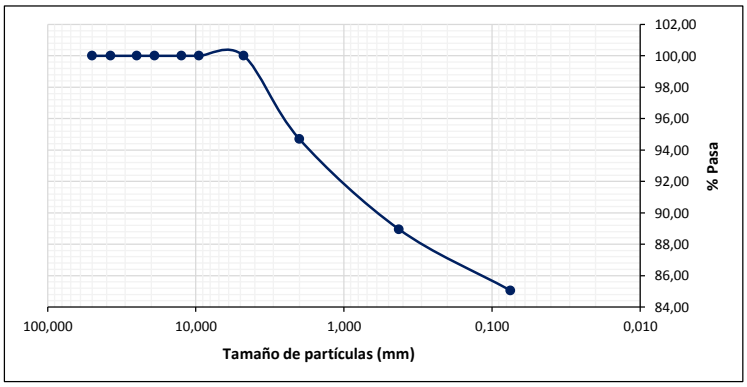
S.U.C.S	ML		
AASHTO	A-4	**IG**	10

OBSERVACIONES:

GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO

Peso incial, P1 (gr) 200
Peso final, P2 (gr)

TAMIZ		Peso retenido (gr)	% Retenido	%Retenido acumulado	% Pasa
In	mm				
2	50,000	0,00	0,00	0,00	100,00
1 1/2	37,500	0,00	0,00	0,00	100,00
1	25,000	0,00	0,00	0,00	100,00
3/4"	19,000	0,00	0,00	0,00	100,00
1/2"	12,500	0,00	0,00	0,00	100,00
3/8"	9,500	0,00	0,00	0,00	100,00
4	4,750	0,00	0,00	0,00	100,00
10	2,000	10,60	5,30	5,30	94,70
40	0,425	11,50	5,75	11,05	88,95
200	0,075	7,80	3,90	14,95	85,05



ROBINSON MARTINEZ GOMEZ
LABORATORISTA

ROBINSON MARTINEZ SANDOVAL
INGENIERO CIVIL
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

Cra 14C No 39-38 B/ La Floresta, Montería. Cel 313 7836397 Tel. 604789 1152
imhingenieria@gmail.com

IMH INGENIERÍA SAS CONSULTORÍA E INTERVENTORÍA DE OBRAS NIT. 900.815.936	*ESTUDIO DE SUELOS* *DISEÑO DE PAVIMENTOS* *CARACTERIZACION DE MATERIALES* *DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETOS* *ENSAYOS DE CONTROL DE CALIDAD*	IMH INGENIERIA S.A.S

ENSAYO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS I.N.V E - 123-13; I.N.V E - 125-13; I.N.V E - 126-13

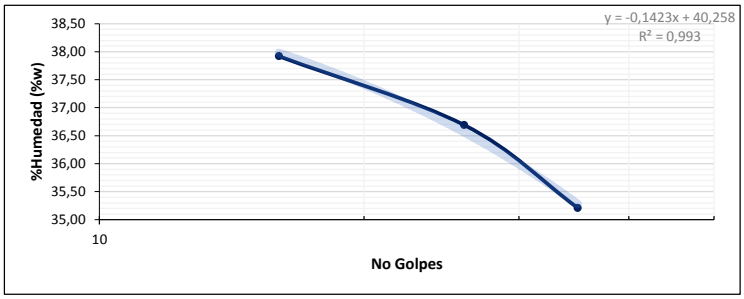
PROYECTO: Estudio de suelos para construcción de estructura de soporte de tanques de almacenamiento de agua en el proyecto "Estudios y diseños para la captación de agua mediante la construcción de pozos profundos accionados con energía fotovoltaica en	CONTRATISTA: INTERVENTORÍA:

LOCALIZACIÓN: Institución Educativa Santa María, Montería - Zona rural		SONDEO 3	FECHA:	28/10/2024
MATERIAL:	Limo de baja plasticidad color gris oscuro	MUESTRA: 6	PROFUNDIDAD [m]:	5.50-6.00

LÍMITE LÍQUIDO

No T = Número de tara
No Golpes = Número de golpes en la casuela de casagrande
P1 = Peso húmedo del material + tara (gr)
P2 = Peso seco del material + tara (gr)
P3 = Peso tara (gr)
%w = Porcentaje de humedad (%)

No Golpes	35	26	16	
No T	41	42	43	
P1	40,48	41,11	44,73	
P2	34,93	35,23	36,82	
P3	19,17	19,20	15,96	
%w	35,21	36,69	37,92	



LÍMITE PLÁSTICO

No T = Número de tara
P1 = Peso húmedo del material + tara (gr)
P2 = Peso seco del material + tara (gr)
P3 = Peso tara (gr)
%w = Porcentaje de humedad (%)

No T	44	45		
P1	25,51	23,18		
P2	23,51	22,09		
P3	16,18	18,22		
%w	27,28	28,02		

Límite líquido	37,00	%
Límite plástico	28,00	%
Indice de plasticidad	9,00	%

CLASIFICACIÓN

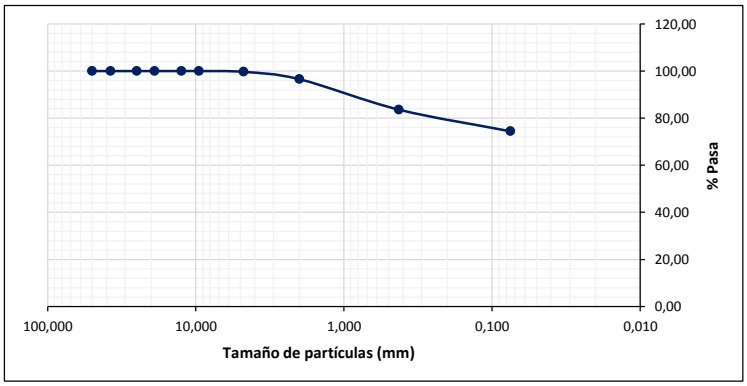
S.U.C.S	ML		
AASHTO	A-4	**IG**	8

OBSERVACIONES:

GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO

Peso incial, P1 (gr) 200
Peso final, P2 (gr)

TAMIZ		Peso retenido (gr)	% Retenido	%Retenido acumulado	% Pasa
In	mm				
2	50,000	0,00	0,00	0,00	100,00
1 1/2	37,500	0,00	0,00	0,00	100,00
1	25,000	0,00	0,00	0,00	100,00
3/4"	19,000	0,00	0,00	0,00	100,00
1/2"	12,500	0,00	0,00	0,00	100,00
3/8"	9,500	0,00	0,00	0,00	100,00
4	4,750	0,70	0,35	0,35	99,65
10	2,000	6,20	3,10	3,45	96,55
40	0,425	25,90	12,95	16,40	83,60
200	0,075	18,40	9,20	25,60	74,40



ROBINSON MARTÍNEZ GÓMEZ
LABORATORISTA

ROBINSON MARTINEZ SANDOVAL
INGENIERO CIVIL
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

Cra 14C No 39-38 B/ La Floresta, Montería. Cel 313 7836397 Tel. 604789 1152
imhingenieria@gmail.com

IMH INGENIERÍA SAS CONSULTORÍA E INTERVENTORÍA DE OBRAS NIT. 900.815.936	*ESTUDIO DE SUELOS* *DISEÑO DE PAVIMENTOS* *CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES* *DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETOS* *ENSAYOS DE CONTROL DE CALIDAD*	IMH INGENIERIA S.A.S

COMPRESIÓN INCONFINADA EN MUESTRAS DE SUELOS
I.N.V. E – 152 – 13

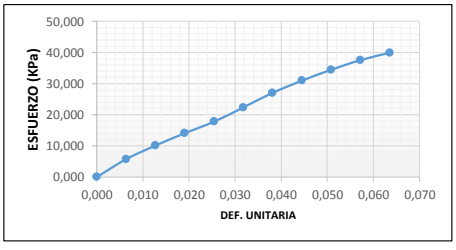
PROYECTO: Estudio de suelos para construcción de estructura de soporte de tanques de almacenamiento de agua en el proyecto "Estudios y diseños para la captación de agua mediante la construcción de pozos profundos accionados con energía fotovoltaica en zona rural del municipio de Montería"

Altura de la muestra, Lo (cm)	7,90	Peso de la muestra humeda + recipiente, P1 (g)	44,68
Diámetro de la muestra, D (cm)	3,70	Peso de la muestra seca + recipiente, P2 (g)	39,08
Área inicial de la muestra, Ao (cm²)	10,75	Peso del recipiente, P3 (g)	19,41
Peso de la muestra, W (gr)	160,00	Contenido de humedad, %W (%)	28,47
Peso unitario de la muestra, (gr/cm³)	1,88	SONDEO 3	Muestra: M1
Peso unitario de la muestra, (KN/m³)	18,48	Profundidad: 0,50 m -1,00 m	28/10/2024

LECTURA DE DEFORMIMETRO	DEFORMACIÓN DE LA MUESTRA (ΔL) cm	DEFORMACIÓN UNITARIA (ΔL/Lo)	1 - Eo	ÁREA CORREGIDA (cm²)	CARGA (KN)	ESFUERZO (KPa)
0,000	0,000	0,000	1,000	10,752	0,000	0,000
20,000	0,051	0,006	0,994	10,821	0,006	5,730
40,000	0,102	0,013	0,987	10,890	0,011	10,101
60,000	0,152	0,019	0,981	10,961	0,015	14,050
80,000	0,203	0,025	0,975	11,032	0,020	17,766
100,000	0,254	0,032	0,968	11,105	0,025	22,333
120,000	0,305	0,038	0,962	11,178	0,030	27,017
140,000	0,356	0,044	0,956	11,252	0,035	30,927
160,000	0,406	0,051	0,949	11,328	0,039	34,429
180,000	0,457	0,057	0,943	11,404	0,043	37,531
200,000	0,508	0,064	0,937	11,481	0,046	39,891

RESISTENCIA A LA COMPRESION INCONFINADA, qu	39,89	kPa	COHESION, C	19,95	kPa

Consistencia del Suelo	Resistencia a la Compresión Inconfinada	
	Kg/cm²	(kPa)
Muy blanda	< 0.25	(< 25)
Blanda	0.25-0.50	(25 - 50)
Mediana	0.50-1.00	(50 - 100)
Firme	1.00-2.00	(100 - 200)
Muy firme	2.00-4.00	(200 - 400)
Dura	>4.00	(> 400)



RATA DE APLICACIÓN DE CARGA 1,27% /min
CONSISTENCIA DEL SUELO BLANDA
TIPO DE MUESTRA INALTERADA

ROBINSON MARTINEZ SANDOVAL
INGENIERO CIVIL
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

Cra 14C # 39-38 .B/La Floresta, Montería. TEL (604) 789 1152 - 313 783 6397
imhingenieria@gmail.com

IMH INGENIERÍA SAS CONSULTORÍA E INTERVENTORÍA DE OBRAS NIT. 900.815.936	*ESTUDIO DE SUELOS* *DISEÑO DE PAVIMENTOS* *CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES* *DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETOS* *ENSAYOS DE CONTROL DE CALIDAD*	IMH INGENIERIA S.A.S

COMPRESIÓN INCONFINADA EN MUESTRAS DE SUELOS
I.N.V. E – 152 – 13

PROYECTO: Estudio de suelos para construcción de estructura de soporte de tanques de almacenamiento de agua en el proyecto "Estudios y diseños para la captación de agua mediante la construcción de pozos profundos accionados con energía fotovoltaica en zona rural del municipio de Montería"

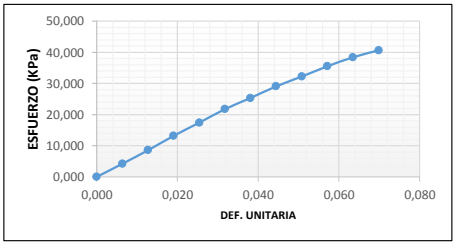
Altura de la muestra, Lo (cm)	8,00	Peso de la muestra humeda + recipiente, P1 (gr)	34,95
Diámetro de la muestra, D (cm)	3,70	Peso de la muestra seca + recipiente, P2 (gr)	31,26
Área inicial de la muestra, Ao (cm²)	10,75	Peso del recipiente, P3 (gr)	19,31
Peso de la muestra, W (gr)	152,40	Contenido de humedad, %W (%)	30,88
Peso unitario de la muestra, (gr/cm³)	1,77	SONDEO 3	Muestra: M2
Peso unitario de la muestra, (KN/m³)	17,38	Profundidad: 1.50 m - 2.00 m	28/10/2024

LECTURA DE DEFORMIMETRO	DEFORMACIÓN DE LA MUESTRA (ΔL) cm	DEFORMACIÓN UNITARIA (ΔL/Lo)	1 - Eo	ÁREA CORREGIDA (cm²)	CARGA (KN)	ESFUERZO (KPa)
0,000	0,000	0,000	1,000	10,752	0,000	0,000
20,000	0,051	0,006	0,994	10,821	0,005	4,214
40,000	0,102	0,013	0,987	10,890	0,009	8,549
60,000	0,152	0,019	0,981	10,961	0,014	13,174
80,000	0,203	0,025	0,975	11,032	0,019	17,394
100,000	0,254	0,032	0,968	11,105	0,024	21,730
120,000	0,305	0,038	0,962	11,178	0,028	25,327
140,000	0,356	0,044	0,956	11,252	0,033	29,043
160,000	0,406	0,051	0,949	11,328	0,036	32,205
180,000	0,457	0,057	0,943	11,404	0,040	35,488
200,000	0,508	0,064	0,937	11,481	0,044	38,393
220,000	0,559	0,070	0,930	11,560	0,047	40,599

RESISTENCIA A LA COMPRESION INCONFINADA, qu	40,60	kPa	COHESION, C	20,30	kPa

Consistencia del Suelo	Resistencia a la Compresión Inconfinada	
	Kg/cm²	(kPa)
Muy blanda	< 0.25	(< 25)
Blanda	0.25-0.50	(25 - 50)
Mediana	0.50-1.00	(50 - 100)
Firme	1.00-2.00	(100 - 200)
Muy firme	2.00-4.00	(200 - 400)
Dura	>4.00	(> 400)

RATA DE APLICACIÓN DE CARGA 1,27% /min
CONSISTENCIA DEL SUELO BLANDA
TIPO DE MUESTRA INALTERADA



ROBINSON MARTINEZ SANDOVAL
INGENIERO CIVIL
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

IMH INGENIERÍA SAS CONSULTORÍA E INTERVENTORÍA DE OBRAS NIT. 900.815.936	*ESTUDIO DE SUELOS* *DISEÑO DE PAVIMENTOS* *CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES* *DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETOS* *ENSAYOS DE CONTROL DE CALIDAD*	IMH INGENIERIA S.A.S

COMPRESIÓN INCONFINADA EN MUESTRAS DE SUELOS
I.N.V. E – 152 – 13

PROYECTO: Estudio de suelos para construcción de estructura de soporte de tanques de almacenamiento de agua en el proyecto "Estudios y diseños para la captación de agua mediante la construcción de pozos profundos accionados con energía fotovoltaica en zona rural del municipio de Montería"

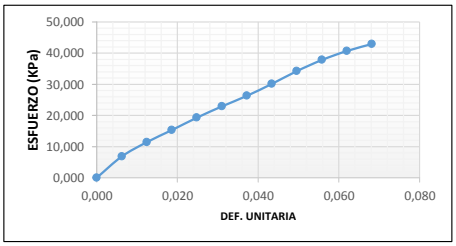
Altura de la muestra, Lo (cm)	8,20	Peso de la muestra humeda + recipiente, P1 (gr)	39,52
Diámetro de la muestra, D (cm)	3,70	Peso de la muestra seca + recipiente, P2 (gr)	35,78
Área inicial de la muestra, Ao (cm²)	10,75	Peso del recipiente, P3 (gr)	19,15
Peso de la muestra, W (gr)	155,90	Contenido de humedad, %W (%)	22,49
Peso unitario de la muestra, (gr/cm³)	1,77	SONDEO 3	Muestra: M3
Peso unitario de la muestra, (KN/m³)	17,35	Profundidad: 2.50 m- 3.00 m	28/10/2024

LECTURA DE DEFORMÍMETRO	DEFORMACIÓN DE LA MUESTRA (ΔL) cm	DEFORMACIÓN UNITARIA (ΔL/Lo)	1 - Eo	ÁREA CORREGIDA (cm²)	CARGA (KN)	ESFUERZO (KPa)
0,000	0,000	0,000	1,000	10,752	0,000	0,000
20,000	0,051	0,006	0,994	10,819	0,007	6,821
40,000	0,102	0,012	0,988	10,887	0,012	11,408
60,000	0,152	0,019	0,981	10,956	0,017	15,280
80,000	0,203	0,025	0,975	11,025	0,021	19,265
100,000	0,254	0,031	0,969	11,096	0,025	22,874
120,000	0,305	0,037	0,963	11,167	0,029	26,273
140,000	0,356	0,043	0,957	11,240	0,034	30,108
160,000	0,406	0,050	0,950	11,313	0,039	34,209
180,000	0,457	0,056	0,944	11,387	0,043	37,780
200,000	0,508	0,062	0,938	11,462	0,047	40,673
220,000	0,559	0,068	0,932	11,538	0,050	42,900

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN INCONFINADA, qu	42,90	kPa	COHESIÓN, C	21,45	kPa

Consistencia del Suelo	Resistencia a la Compresión Inconfinada	
	Kg/cm²	(kPa)
Muy blanda	< 0.25	(< 25)
Blanda	0.25-0.50	(25 - 50)
Mediana	0.50-1.00	(50 - 100)
Firme	1.00-2.00	(100 - 200)
Muy firme	2.00-4.00	(200 - 400)
Dura	>4.00	(> 400)

RATA DE APLICACIÓN DE CARGA 1,27% /min
CONSISTENCIA DEL SUELO BLANDA
TIPO DE MUESTRA INALTERADA



ROBINSON MARTINEZ SANDOVAL
INGENIERO CIVIL
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

Cra 14C # 39-38 .B/La Floresta, Montería. TEL (604) 789 1152 - 313 783 6397
imhingenieria@gmail.com

IMH INGENIERÍA SAS CONSULTORÍA E INTERVENTORÍA DE OBRAS NIT. 900.815.936	*ESTUDIO DE SUELOS* *DISEÑO DE PAVIMENTOS* *CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES* *DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETOS* *ENSAYOS DE CONTROL DE CALIDAD*	IMH INGENIERIA S.A.S

COMPRESIÓN INCONFINADA EN MUESTRAS DE SUELOS
I.N.V. E – 152 – 13

PROYECTO: Estudio de suelos para construcción de estructura de soporte de tanques de almacenamiento de agua en el proyecto "Estudios y diseños para la captación de agua mediante la construcción de pozos profundos accionados con energía fotovoltaica en zona rural del municipio de Montería"

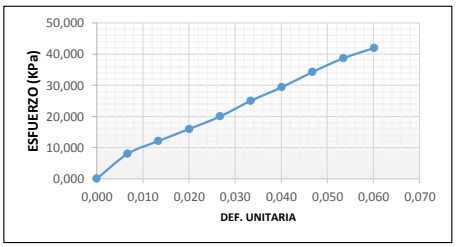
Altura de la muestra, Lo (cm)	7,60	Peso de la muestra humeda + recipiente, P1 (gr)	34,73
Diámetro de la muestra, D (cm)	3,70	Peso de la muestra seca + recipiente, P2 (gr)	31,88
Área inicial de la muestra, Ao (cm²)	10,75	Peso del recipiente, P3 (gr)	19,04
Peso de la muestra, W (gr)	138,50	Contenido de humedad, %W (%)	22,20
Peso unitario de la muestra, (gr/cm³)	1,69	SONDEO 3	Muestra: M4
Peso unitario de la muestra, (KN/m³)	16,63	Profundidad: 3.50 m- 4.00 m	28/10/2024

LECTURA DE DEFORMÍMETRO	DEFORMACIÓN DE LA MUESTRA (ΔL) cm	DEFORMACIÓN UNITARIA (ΔL/Lo)	1 - Eo	ÁREA CORREGIDA (cm²)	CARGA (KN)	ESFUERZO (KPa)
0,000	0,000	0,000	1,000	10,752	0,000	0,000
20,000	0,051	0,007	0,993	10,824	0,009	7,982
40,000	0,102	0,013	0,987	10,898	0,013	12,113
60,000	0,152	0,020	0,980	10,972	0,018	15,968
80,000	0,203	0,027	0,973	11,047	0,022	19,986
100,000	0,254	0,033	0,967	11,124	0,028	25,027
120,000	0,305	0,040	0,960	11,201	0,033	29,354
140,000	0,356	0,047	0,953	11,280	0,039	34,256
160,000	0,406	0,053	0,947	11,360	0,044	38,664
180,000	0,457	0,060	0,940	11,440	0,048	41,957

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN INCONFINADA, qu	41,96	kPa	COHESIÓN, C	20,98	kPa

Consistencia del Suelo	Resistencia a la Compresión Inconfinada	
	Kg/cm²	(kPa)
Muy blanda	< 0.25	(< 25)
Blanda	0.25-0.50	(25 - 50)
Mediana	0.50-1.00	(50 - 100)
Firme	1.00-2.00	(100 - 200)
Muy firme	2.00-4.00	(200 - 400)
Dura	>4.00	(> 400)

RATA DE APLICACIÓN DE CARGA 1,27% /min
CONSISTENCIA DEL SUELO BLANDA
TIPO DE MUESTRA INALTERADA



ROBINSON MARTINEZ SANDOVAL
INGENIERO CIVIL
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

Cra 14C # 39-38 .B/La Floresta, Montería. TEL (604) 789 1152 - 313 783 6397
imhingenieria@gmail.com

IMH INGENIERÍA SAS CONSULTORÍA E INTERVENTORÍA DE OBRAS NIT. 900.815.936	*ESTUDIO DE SUELOS* *DISEÑO DE PAVIMENTOS* *CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES* *DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETOS* *ENSAYOS DE CONTROL DE CALIDAD*	IMH INGENIERIA S.A.S

COMPRESIÓN INCONFINADA EN MUESTRAS DE SUELOS
I.N.V. E – 152 – 13

PROYECTO: Estudio de suelos para construcción de estructura de soporte de tanques de almacenamiento de agua en el proyecto "Estudios y diseños para la captación de agua mediante la construcción de pozos profundos accionados con energía fotovoltaica en zona rural del municipio de Montería"

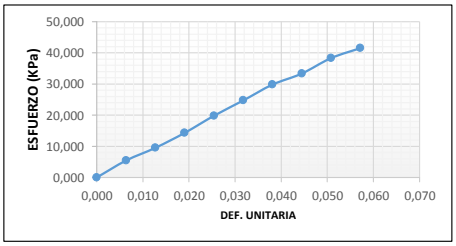
Altura de la muestra, Lo (cm)	8,00	Peso de la muestra humeda + recipiente, P1 (gr)	31,28
Diámetro de la muestra, D (cm)	3,70	Peso de la muestra seca + recipiente, P2 (gr)	29,22
Área inicial de la muestra, Ao (cm²)	10,75	Peso del recipiente, P3 (gr)	19,49
Peso de la muestra, W (gr)	161,30	Contenido de humedad, %W (%)	21,17
Peso unitario de la muestra, (gr/cm³)	1,88	SONDEO 3	Muestra: M5
Peso unitario de la muestra, (KN/m³)	18,40	Profundidad: 4.50 m- 5.00 m	28/10/2024

LECTURA DE DEFORMÍMETRO	DEFORMACIÓN DE LA MUESTRA (ΔL) cm	DEFORMACIÓN UNITARIA (ΔL/Lo)	1 - Eo	ÁREA CORREGIDA (cm²)	CARGA (KN)	ESFUERZO (KPa)
0,000	0,000	0,000	1,000	10,752	0,000	0,000
20,000	0,051	0,006	0,994	10,821	0,006	5,434
40,000	0,102	0,013	0,987	10,890	0,010	9,513
60,000	0,152	0,019	0,981	10,961	0,016	14,305
80,000	0,203	0,025	0,975	11,032	0,022	19,796
100,000	0,254	0,032	0,968	11,105	0,027	24,710
120,000	0,305	0,038	0,962	11,178	0,033	29,809
140,000	0,356	0,044	0,956	11,252	0,038	33,344
160,000	0,406	0,051	0,949	11,328	0,043	38,314
180,000	0,457	0,057	0,943	11,404	0,047	41,495

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN INCONFINADA, qu	41,49	kPa		COHESIÓN, C	20,75	kPa

Consistencia del Suelo	Resistencia a la Compresión Inconfinada	
	Kg/cm²	(kPa)
Muy blanda	< 0.25	(< 25)
Blanda	0.25-0.50	(25 - 50)
Mediana	0.50-1.00	(50 - 100)
Firme	1.00-2.00	(100 - 200)
Muy firme	2.00-4.00	(200 - 400)
Dura	>4.00	(> 400)

RATA DE APLICACIÓN DE CARGA 1,27% /min
CONSISTENCIA DEL SUELO BLANDA
TIPO DE MUESTRA INALTERADA



ROBINSON MARTINEZ SANDOVAL
INGENIERO CIVIL
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

Cra 14C # 39-38 .B/La Floresta, Montería. TEL (604) 789 1152 - 313 783 6397
imhingenieria@gmail.com

IMH INGENIERÍA SAS CONSULTORÍA E INTERVENTORÍA DE OBRAS NIT. 900.815.936	*ESTUDIO DE SUELOS* *DISEÑO DE PAVIMENTOS* *CARACTERIZACION DE MATERIALES* *DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETOS* *ENSAYOS DE CONTROL DE CALIDAD*	IMH INGENIERIA S.A.S

COMPRESIÓN INCONFINADA EN MUESTRAS DE SUELOS
I.N.V. E – 152 – 13

PROYECTO: Estudio de suelos para construcción de estructura de soporte de tanques de almacenamiento de agua en el proyecto "Estudios y diseños para la captación de agua mediante la construcción de pozos profundos accionados con energía fotovoltaica en zona rural del municipio de Montería"

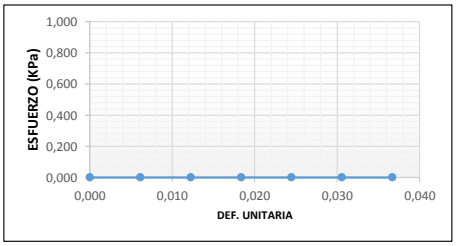
Altura de la muestra, Lo (cm)	8,30	Peso de la muestra humeda + recipiente, P1 (gr)	46,31
Diámetro de la muestra, D (cm)	3,70	Peso de la muestra seca + recipiente, P2 (gr)	42,02
Área inicial de la muestra, Ao (cm²)	10,75	Peso del recipiente, P3 (gr)	19,05
Peso de la muestra, W (gr)	178,10	Contenido de humedad, %W (%)	18,68
Peso unitario de la muestra, (gr/cm³)	2,00	SONDEO 3	Muestra: M6
Peso unitario de la muestra, (KN/m³)	19,58	Profundidad: 5.50 m- 6.00 m	28/10/2024

LECTURA DE DEFORMÍMETRO	DEFORMACIÓN DE LA MUESTRA (ΔL) cm	DEFORMACIÓN UNITARIA (ΔL/Lo)	1 - Eo	ÁREA CORREGIDA (cm²)	CARGA (KN)	ESFUERZO (KPa)
0,000	0,000	0,000	1,000	10,752	0,000	0,000
20,000	0,051	0,006	0,994	10,818	0,000	0,000
40,000	0,102	0,012	0,988	10,885	0,000	0,000
60,000	0,152	0,018	0,982	10,953	0,000	0,000
80,000	0,203	0,024	0,976	11,022	0,000	0,000
100,000	0,254	0,031	0,969	11,092	0,000	0,000
120,000	0,305	0,037	0,963	11,162	0,000	0,000

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN INCONFINADA, qu	0,00	kPa	COHESIÓN, C	0,00	kPa

Consistencia del Suelo	Resistencia a la Compresión Inconfinada	
	Kg/cm²	(kPa)
Muy blanda	< 0.25	(< 25)
Blanda	0.25-0.50	(25 - 50)
Mediana	0.50-1.00	(50 - 100)
Firme	1.00-2.00	(100 - 200)
Muy firme	2.00-4.00	(200 - 400)
Dura	>4.00	(> 400)

RATA DE APLICACIÓN DE CARGA 1,27% /min
CONSISTENCIA DEL SUELO MUY BLANDA
TIPO DE MUESTRA INALTERADA



ROBINSON MARTINEZ SANDOVAL
INGENIERO CIVIL
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

Cra 14C # 39-38 .B/La Floresta, Montería. TEL (604) 789 1152 - 313 783 6397
imhingenieria@gmail.com

ANEXO 2

Memorias de cálculo

Carrera 14C N°39-38. B/La Floresta, Montería.
Tel. (604) 789 1152 – 313 7836397

PROYECTO: ***CONSTRUCCIÓN DE AULAS EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA SANTA MARÍA EN EL MUNICIPIO DE MONTERÍA***

SONDEO No. 1

Presión de Expansión según Komorinik and David

$LL := 35\%$

$W_n := 12.47\%$

$\gamma := 18.5\ \frac{kN}{m^3} = (1.886 \cdot 10^3)\ \frac{kgf}{m^3}$

$\gamma_d := \frac{\gamma}{1 + W_n} = 16.449\ \frac{kN}{m^3}$

$$\log(P_{ex}) = -2.132 + 0.021\ LL + 6.65 \cdot 10^{-4} \cdot \frac{\gamma_d}{\left(\frac{kgf}{m^3}\right)} - 0.027\ W_n$$

$P_{ex} = 9.526\ kPa$

$\gamma_{relleno} := 18.7\ \frac{kN}{m^3}$

$h := \frac{P_{ex}}{\gamma_{relleno}} = 0.51\ m$ Altura de remplazo

PROYECTO: *CONSTRUCCIÓN DE AULAS EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA SANTA MARÍA EN EL MUNICIPIO DE MONTERÍA*

SONDEO No. 2

Presión de Expansión según Komorinik and David

$LL := 35\%$

$W_n := 13.69\%$

$\gamma := 18.5\ \frac{kN}{m^3} = (1.886 \cdot 10^3)\ \frac{kgf}{m^3}$

$\gamma_d := \frac{\gamma}{1 + W_n} = 16.272\ \frac{kN}{m^3}$

$$\log(P_{ex}) = -2.132 + 0.021\ LL + 6.65 \cdot 10^{-4} \cdot \frac{\gamma_d}{\left(\frac{kgf}{m^3}\right)} - 0.027\ W_n$$

$P_{ex} = 9.26\ kPa$

$\gamma_{relleno} := 18.7\ \frac{kN}{m^3}$

$h := \frac{P_{ex}}{\gamma_{relleno}} = 0.5\ m$ Altura de remplazo

PROYECTO: *CONSTRUCCIÓN DE AULAS EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA SANTA MARÍA EN EL MUNICIPIO DE MONTERÍA*

SONDEO No. 3

Presión de Expansión según Komorinik and David

$LL := 37\%$

$W_n := 18.68\%$

$\gamma := 18.5 \ \frac{kN}{m^3} = \left(1.886 \cdot 10^3\right) \ \frac{kgf}{m^3}$

$\gamma_d := \frac{\gamma}{1 + W_n} = 15.588 \ \frac{kN}{m^3}$

$$\log\left(P_{ex}\right) = -2.132 + 0.021 \ LL + 6.65 \cdot 10^{-4} \cdot \frac{\gamma_d}{\left(\frac{kgf}{m^3}\right)} - 0.027 \ W_n$$

$P_{ex} = 8.304 \ kPa$

$\gamma_{relleno} := 18.7 \ \frac{kN}{m^3}$

$h := \frac{P_{ex}}{\gamma_{relleno}} = 0.44 \ m$ Altura de remplazo

DETERMINACIÓN DE CAPACIDAD DE CARGA PARA CIMENTACIÓN CUADRADA

PROYECTO: Institución Educativa Santa María

$i := 0..5$ $j := 0,1..5$

$c := 21\ kPa$ $Ncorr := 9$

$\phi := 0$

$\gamma := 18.56\ \frac{kN}{m^3}$

$W_{NAT} := 23.76\%$

$W_{SAT} := 40\%$

$\gamma_{SAT} = 21.574\ \frac{kN}{m^3}$

$NAF := 3.2\ m$

$F.S := 3.0$

$Df := [0.50\ \ 0.70\ \ 0.80\ \ 0.90\ \ 1.00\ \ 1.20]\ m$

DIMENSIONES CIMENTACIÓN SUPERFICIAL

$$B := \begin{bmatrix} 1.00 \\ 1.20 \\ 1.30 \\ 1.50 \\ 2.00 \\ 2.50 \end{bmatrix} m \qquad L := \begin{bmatrix} 1.00 \\ 1.20 \\ 1.30 \\ 1.50 \\ 2.00 \\ 2.50 \end{bmatrix} m \qquad \frac{L}{B} = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix}$$

FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA

$N_q = 1$

$N_c = 5.142$

$N_\gamma = 0$

FACTORES DE FORMA - Beer (1970)

$$f_c = \begin{bmatrix} 1.194 \\ 1.194 \\ 1.194 \\ 1.194 \\ 1.194 \\ 1.194 \end{bmatrix} \qquad f_q = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix} \qquad f_\gamma = \begin{bmatrix} 0.6 \\ 0.6 \\ 0.6 \\ 0.6 \\ 0.6 \\ 0.6 \end{bmatrix}$$

FACTORES DE PROFUNDIDAD - Hansen (1970)

$$dc = \begin{bmatrix} 1.2 & 1.28 & 1.32 & 1.36 & 1.4 & 1.35 \\ 1.167 & 1.233 & 1.267 & 1.3 & 1.333 & 1.4 \\ 1.154 & 1.215 & 1.246 & 1.277 & 1.308 & 1.369 \\ 1.133 & 1.187 & 1.213 & 1.24 & 1.267 & 1.32 \\ 1.1 & 1.14 & 1.16 & 1.18 & 1.2 & 1.24 \\ 1.08 & 1.112 & 1.128 & 1.144 & 1.16 & 1.192 \end{bmatrix}$$

$$dq = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

$$d_\gamma = 1$$

FACTORES DE INCLINACIÓN - Meyerhof (1963); Hanna y Meyerhof (1981)

$$i_c = 1$$
$$i_q = 1$$
$$i_\gamma = 1$$

CAPACIDAD ÚLTIMA DE CARGA - CIMENTACIÓN SUPERFICIAL

$$qult = \begin{bmatrix} 164 & 178 & 185 & 192 & 199 & 196 \\ 160 & 172 & 178 & 184 & 191 & 203 \\ 158 & 170 & 176 & 181 & 187 & 199 \\ 155 & 166 & 171 & 177 & 182 & 193 \\ 151 & 160 & 164 & 169 & 173 & 182 \\ 149 & 156 & 160 & 164 & 168 & 176 \end{bmatrix} \ kPa$$

CAPACIDAD ADMISIBLE DE CARGA - CIMENTACIÓN SUPERFICIAL

$$qAdm = \begin{bmatrix} 52 & 55 & 57 & 58 & 60 & 58 \\ 50 & 53 & 54 & 56 & 57 & 60 \\ 50 & 52 & 54 & 55 & 56 & 59 \\ 49 & 51 & 52 & 53 & 54 & 57 \\ 47 & 49 & 50 & 51 & 52 & 53 \\ 46 & 48 & 48 & 49 & 50 & 51 \end{bmatrix} \ kPa$$

ASENTAMIENTOS ELASTICOS - CIMENTACION SUPERFICIAL

$E_o := 140 \cdot c$ **Módulo edométrico suelo de soporte**

$\nu := 0.30$ **Relación de Poisson suelo de soporte**

$Es := E_o \cdot \left(\frac{(1+\nu)\cdot(1-2\cdot\nu)}{(1-\nu)} \right)$ **Módulo de elasticidad suelo de soporte**

$\xi := \frac{L}{B}$ **Relación de lados de la cimentación**

$I_s := 0.62 \cdot \ln(\xi) + 1.12$ **Factor de influencia**

Asentamientos elásticos $Df^{\langle 0 \rangle} = [0.5]\ m$

$$Se := \frac{(1-\nu^2)}{Es} \cdot \overrightarrow{I_s \cdot B \cdot qAdm^{\langle 0 \rangle}}$$

$$Se^{T} = [24.075\ \ 28.088\ \ 30.094\ \ 34.106\ \ 44.138\ \ 54.169]\ mm$$

Asentamientos elásticos $Df^{\langle 1 \rangle} = [0.7]\ m$

$$Se := \frac{(1-\nu^2)}{Es} \cdot \overrightarrow{I_s \cdot B \cdot qAdm^{\langle 1 \rangle}}$$

$$Se^{T} = [25.68\ \ 29.693\ \ 31.699\ \ 35.711\ \ 45.743\ \ 55.774]\ mm$$

Asentamientos elásticos $Df^{\langle 2 \rangle} = [0.8]\ m$

$$Se := \frac{(1-\nu^2)}{Es} \cdot \overrightarrow{I_s \cdot B \cdot qAdm^{\langle 2 \rangle}}$$

$$Se^{T} = [26.483\ \ 30.495\ \ 32.501\ \ 36.514\ \ 46.545\ \ 56.576]\ mm$$

Asentamientos elásticos $Df^{\langle 3 \rangle} = [0.9]\ m$

$$Se := \frac{(1-\nu^2)}{Es} \cdot \overrightarrow{I_s \cdot B \cdot qAdm^{\langle 3 \rangle}}$$

$$Se^{T} = [27.285\ \ 31.298\ \ 33.304\ \ 37.316\ \ 47.348\ \ 57.379]\ mm$$

Asentamientos elásticos $Df^{\langle 4 \rangle} = [1]\ m$

$$Se := \frac{(1-\nu^2)}{Es} \cdot \overrightarrow{I_s \cdot B \cdot qAdm^{\langle 4 \rangle}}$$

$$Se^{T} = [28.088\ \ 32.1\ \ 34.106\ \ 38.119\ \ 48.15\ \ 58.181]\ mm$$

Asentamientos elásticos $Df^{\langle 5 \rangle} = [1.2]\ m$

$$Se := \frac{(1-\nu^2)}{Es} \cdot \overrightarrow{I_s \cdot B \cdot qAdm^{\langle 5 \rangle}}$$

$$Se^{T} = [27.093\ \ 33.705\ \ 35.711\ \ 39.724\ \ 49.755\ \ 59.786]\ mm$$

Coeficiente de reacción vertical

$$k_V := \frac{1}{(1-\nu^2)} \cdot \frac{Es}{\overrightarrow{I_s \cdot B}}$$

$$k_V{}^{T} = [2.1\ \ 1.8\ \ 1.6\ \ 1.4\ \ 1.1\ \ 0.9]\ \frac{MPa}{m}$$

DETERMINACIÓN DE CAPACIDAD DE CARGA PARA CIMENTACIÓN RECTANGULAR

PROYECTO: Institución Educativa Santa María

$i := 0..5$ $j := 0,1..5$

$c := 21\ kPa$ $Ncorr := 9$

$\phi := 0$

$\gamma := 18.56\ \frac{kN}{m^3}$

$W_{NAT} := 23.76\%$

$W_{SAT} := 40\%$

$\gamma_{SAT} = 21.574\ \frac{kN}{m^3}$

$NAF := 3.2\ m$

$F.S := 3.0$

$Df := [0.50\ \ 0.70\ \ 0.80\ \ 0.90\ \ 1.00\ \ 1.20]\ m$

DIMENSIONES CIMENTACIÓN SUPERFICIAL

$$B := \begin{bmatrix} 1.00 \\ 1.50 \\ 2.00 \\ 0.50 \\ 0.60 \\ 0.70 \end{bmatrix} m \qquad L := \begin{bmatrix} 2.00 \\ 3.00 \\ 4.00 \\ 3.00 \\ 3.60 \\ 4.20 \end{bmatrix} m \qquad \frac{L}{B} = \begin{bmatrix} 2 \\ 2 \\ 2 \\ 6 \\ 6 \\ 6 \end{bmatrix}$$

FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA

$N_q = 1$

$N_c = 5.142$

$N_\gamma = 0$

FACTORES DE FORMA - Beer (1970)

$$f_c = \begin{bmatrix} 1.097 \\ 1.097 \\ 1.097 \\ 1.032 \\ 1.032 \\ 1.032 \end{bmatrix} \qquad f_q = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix} \qquad f_\gamma = \begin{bmatrix} 0.8 \\ 0.8 \\ 0.8 \\ 0.933 \\ 0.933 \\ 0.933 \end{bmatrix}$$

FACTORES DE PROFUNDIDAD - Hansen (1970)

$$dc = \begin{bmatrix} 1.2 & 1.28 & 1.32 & 1.36 & 1.4 & 1.35 \\ 1.133 & 1.187 & 1.213 & 1.24 & 1.267 & 1.32 \\ 1.1 & 1.14 & 1.16 & 1.18 & 1.2 & 1.24 \\ 1.4 & 1.38 & 1.405 & 1.425 & 1.443 & 1.47 \\ 1.333 & 1.345 & 1.371 & 1.393 & 1.412 & 1.443 \\ 1.286 & 1.4 & 1.341 & 1.364 & 1.384 & 1.417 \end{bmatrix}$$

$$dq = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

$$d_\gamma = 1$$

FACTORES DE INCLINACIÓN - Meyerhof (1963); Hanna y Meyerhof (1981)

$$i_c = 1$$
$$i_q = 1$$
$$i_\gamma = 1$$

CAPACIDAD ÚLTIMA DE CARGA - CIMENTACIÓN SUPERFICIAL

$$qult = \begin{bmatrix} 151 & 165 & 171 & 178 & 184 & 182 \\ 144 & 154 & 159 & 164 & 169 & 179 \\ 140 & 148 & 152 & 157 & 161 & 169 \\ 165 & 167 & 171 & 176 & 179 & 186 \\ 158 & 163 & 168 & 172 & 176 & 183 \\ 153 & 169 & 164 & 169 & 173 & 180 \end{bmatrix} \ kPa$$

CAPACIDAD ADMISIBLE DE CARGA - CIMENTACIÓN SUPERFICIAL

$$qAdm = \begin{bmatrix} 47 & 51 & 52 & 54 & 55 & 53 \\ 45 & 47 & 48 & 49 & 50 & 52 \\ 43 & 45 & 46 & 47 & 47 & 49 \\ 52 & 51 & 52 & 53 & 54 & 55 \\ 50 & 50 & 51 & 52 & 52 & 54 \\ 48 & 52 & 50 & 51 & 51 & 53 \end{bmatrix} \ kPa$$

ASENTAMIENTOS ELASTICOS - CIMENTACION SUPERFICIAL

$E_o := 140 \cdot c$ **Módulo edométrico suelo de soporte**

$\nu := 0.30$ **Relación de Poisson suelo de soporte**

$Es := E_o \cdot \left(\frac{(1+\nu)\cdot(1-2\cdot\nu)}{(1-\nu)} \right) = 2.184 \ MPa$ **Módulo de elasticidad suelo de soporte**

$\xi := \frac{L}{B}$ **Relación de lados de la cimentación**

$I_s := 0.62 \cdot \ln(\xi) + 1.12$ **Factor de influencia**

Asentamientos elásticos $Df^{\langle 0 \rangle} = [0.5]\ m$

$$Se := \frac{(1-\nu^2)}{Es} \cdot \overrightarrow{I_s \cdot B \cdot qAdm^{\langle 0 \rangle}}$$

$$Se^{T} = [30.601\ \ 43.351\ \ 56.101\ \ 24.178\ \ 27.632\ \ 31.086]\ mm$$

Asentamientos elásticos $Df^{\langle 1 \rangle} = [0.7]\ m$

$$Se := \frac{(1-\nu^2)}{Es} \cdot \overrightarrow{I_s \cdot B \cdot qAdm^{\langle 1 \rangle}}$$

$$Se^{T} = [32.641\ \ 45.391\ \ 58.141\ \ 23.836\ \ 27.871\ \ 33.849]\ mm$$

Asentamientos elásticos $Df^{\langle 2 \rangle} = [0.8]\ m$

$$Se := \frac{(1-\nu^2)}{Es} \cdot \overrightarrow{I_s \cdot B \cdot qAdm^{\langle 2 \rangle}}$$

$$Se^{T} = [33.661\ \ 46.411\ \ 59.161\ \ 24.262\ \ 28.411\ \ 32.417]\ mm$$

Asentamientos elásticos $Df^{\langle 3 \rangle} = [0.9]\ m$

$$Se := \frac{(1-\nu^2)}{Es} \cdot \overrightarrow{I_s \cdot B \cdot qAdm^{\langle 3 \rangle}}$$

$$Se^{T} = [34.681\ \ 47.431\ \ 60.181\ \ 24.618\ \ 28.871\ \ 32.976]\ mm$$

Asentamientos elásticos $Df^{\langle 4 \rangle} = [1]\ m$

$$Se := \frac{(1-\nu^2)}{Es} \cdot \overrightarrow{I_s \cdot B \cdot qAdm^{\langle 4 \rangle}}$$

$$Se^{T} = [35.701\ \ 48.451\ \ 61.201\ \ 24.918\ \ 29.265\ \ 33.463]\ mm$$

Asentamientos elásticos $Df^{\langle 5 \rangle} = [1.2]\ m$

$$Se := \frac{(1-\nu^2)}{Es} \cdot \overrightarrow{I_s \cdot B \cdot qAdm^{\langle 5 \rangle}}$$

$$Se^{T} = [34.437\ \ 50.491\ \ 63.242\ \ 25.394\ \ 29.901\ \ 34.262]\ mm$$

Coeficiente de reacción vertical

$$k_V := \frac{1}{(1-\nu^2)} \cdot \frac{Es}{\overrightarrow{I_s \cdot B}}$$

$$k_V{}^{T} = [1.5\ \ 1\ \ 0.8\ \ 2.2\ \ 1.8\ \ 1.5]\ \frac{MPa}{m}$$

PROYECTO: CONSTRUCCIÓN DE AULAS EN INSTITUCIÓN EDUCATIVA SANTA MARÍA, MONTERÍA

Propiedades geotécnicas del suelo de soporte

$c_u := 21\ kPa$ — Resistencia al corte no drenada

$E_o := 140 \cdot c_u = 2940\ kPa$ — Módulo de edométrico suelo de soporte

$\nu := 0.30$ — Relación de Poisson suelo de soporte

$E_s := E_o \cdot \left(\frac{(1+\nu)\cdot(1-2\cdot\nu)}{(1-\nu)} \right) = \left(2.184 \cdot 10^6\right)\ Pa$ — Módulo de elasticidad suelo de soporte

Propiedades mecánicas del concreto

$f'_c := 28\ MPa$ — Resistencia a la compresión a 28 días del material de la cimentación

$E := 3900 \cdot \sqrt{\frac{f'_c}{MPa}} \cdot MPa = \left(2.064 \cdot 10^4\right)\ MPa$ — Módulo de elasticidad del material de la cimentación

Geometría de la cimentación

$B := [1.00\ \ 1.50\ \ 2.00\ \ 2.50\ \ 3.00]\ m$ — Ancho de la cimentación

$H := \begin{bmatrix} 0.25 \\ 0.30 \\ 0.35 \\ 0.40 \\ 0.45 \end{bmatrix} m$ — Altura de la cimentación

Módulo de reacción de la cimentación para diferente dimensiones B [m] y H [m]

$$ks = \begin{bmatrix} 1.3 & 0.9 & 0.8 & 0.6 & 0.6 \\ 1.2 & 0.9 & 0.7 & 0.6 & 0.5 \\ 1.2 & 0.9 & 0.7 & 0.6 & 0.5 \\ 1.1 & 0.8 & 0.7 & 0.6 & 0.5 \\ 1.1 & 0.8 & 0.6 & 0.5 & 0.5 \end{bmatrix} \frac{MPa}{m}$$

Kresorte para longitud de elemento finito de 0.50m y anchos de elemento finito B[m]

$$k_{resorte} = \begin{bmatrix} 632.8 & 700.3 & 752.5 & 795.7 & 832.8 \\ 604.6 & 669.1 & 719 & 760.2 & 795.7 \\ 581.7 & 643.8 & 691.8 & 731.5 & 765.6 \\ 562.6 & 622.7 & 669.1 & 707.5 & 740.5 \\ 546.3 & 604.6 & 649.7 & 687 & 719 \end{bmatrix} \frac{kN}{m}$$

ANEXO 3
Documentos de ingeniero especialista

Carrera 14C N°39-38. B/La Floresta, Montería.
Tel. (604) 789 1152 – 313 7836397


REPUBLICA DE COLOMBIA
CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERIA
COPNIA
MATRICULA PROFESIONAL No.
2220211477SCOR
INGENIERO CIVIL
DE FECHA 01/20/2005
ROBINSON ANTONIO
MARTINEZ SANDOVAL
C.C. 11002312
CORPORACION UNIVERSITARIA
DEL SINU
PRESIDENTE DEL CONSEJO

REPÚBLICA DE COLOMBIA
COPNIA
Consejo Profesional Nacional de Ingeniería

Certificado de vigencia y antecedentes disciplinarios
CVAD-2024-3129998

CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERÍA
COPNIA

EL DIRECTOR GENERAL

CERTIFICA:

1. Que ROBINSON ANTONIO MARTINEZ SANDOVAL, identificado(a) con CEDULA DE CIUDADANIA 11002312, se encuentra inscrito(a) en el Registro Profesional Nacional que lleva esta entidad, en la profesión de INGENIERIA CIVIL con MATRICULA PROFESIONAL 22202-114775 desde el 20 de Enero de 2005, otorgado(a) mediante Resolución Nacional 15.

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

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

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

5. Que la presente certificación se expide en Bogotá, D.C., a los seis (06) días del mes de Noviembre del año dos mil veinticuatro (2024).

Rubén Dario Ochoa Arbeláez

Firmal del titular (*)

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

NO. 01332

UNIVERSIDAD DEL SINU

Elías Bechara Zainúm

EL RECTOR Y EL CONSEJO SUPERIOR
POR EL TENOR DE LA PRESENTE, HACEMOS SABER QUE

Robinson Antonio Martínez Sandoval

IDENTIFICADO(A) CON LA CEDULA DE CIUDADANIA NO. 11.002.312 de Montería, (Córd.), ALUMNO(A) DE ESTA INSTITUCION Y EN TAL VIRTUD FORMADA EN EL PENSAMIENTO DE NUESTRO FUNDADOR CON PROYECCION UNIVERSAL, VALORES CULTURALES Y HUMANOS DEL HOMBRE COLOMBIANO CONFERIMOS, EN NOMBRE DE LA REPUBLICA DE COLOMBIA Y POR AUTORIZACION DEL MINISTERIO DE EDUCACION NACIONAL, EL CARACTER Y TITULO DE

Especialista en Geotecnia

CON EL COMPROMISO DE LIDERAZGO AL SERVICIO DE LA SOCIEDAD, LA UNIVERSIDAD Y SU FAMILIA PARA GENERAR FUTURAS CONDICIONES DE VIDA MAS FAVORABLES A TODOS; COMPROMETIDO CON NUESTRA RAZON DE SER, ELEVANDO LA CULTURA REGIONAL Y NACIONAL, COMO CONTRIBUCION A LA HUMANIDAD, CON EL CRITERIO DE LA LIBERTAD COMO DERECHO NATURAL Y SIN DISTINGO DE RAZA, CREDO, SEXO O COLOR. EL PRESENTE TITULO LLEVA LAS FIRMAS DEL RECTOR, VICERRECTOR, DECANO Y SECRETARIO GENERAL, EN LA CIUDAD DE Montería A LOS Veintiséis (26) DIAS DEL MES DE Octubre DEL AÑO 2006

EL RECTOR

EL VICERRECTOR

EL DECANO

EL SECRETARIO GENERAL

Libro 1 Folio 263

EN NOMBRE DE

LA REPUBLICA DE COLOMBIA

Y POR AUTORIZACION
DEL MINISTERIO DE EDUCACION NACIONAL
LA

Corporación Universitaria del Sinú

EN ATENCION A QUE

Robinson Antonio Martínez Sandoval

C.C. No. 11.002.312 Expedida en Montería (Córd.)

HA COMPLETADO TODOS LOS REQUISITOS QUE LOS ESTATUTOS UNIVERSITARIOS EXIGEN PARA OPTAR EL TITULO DE

INGENIERO CIVIL

LE EXPIDE EL PRESENTE DIPLOMA. EN TESTIMONIO DE ELLO, SE FIRMA Y REFRENDA CON LOS SELLOS RESPECTIVOS EN MONTERIA, EL DIA 18 DEL MES DE NOVIEMBRE DEL 2.00 4

RECTOR

VICE-RECTOR ACADEMICO

DECANO

SECRETARIO GENERAL

REGISTRADO AL FOLIO No. 304 DEL LIBRO DE REGISTROS DE DIPLOMAS No. 3
CORPORACION UNIVERSITARIA DEL SINU
6829

Universidad Tecnológica de Bolívar
CARTAGENA DE INDIAS
VIGILADA MINEDUCACIÓN

EN NOMBRE DE LA REPÚBLICA DE COLOMBIA POR AUTORIZACÍON
DEL MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL

LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR

Confiere el Título de

MAGÍSTER EN INGENIERÍA

a

ROBINSON ANTONIO MARTINEZ SANDOVAL

C.C. No. 11.002.312

Por haber cumplido con todos los requisitos académicos exigidos por la Universidad y en constancia se expide el presente Diploma en Cartagena de Indias. Dado a los 26 días del mes de Febrero de 2021

Rector(a)

Secretario(a) General

Decano(a)

Inscrito en el libro de Registro de Diploma No. 31 bajo el No. 7783

ANEXO 4
Certificados de calibración de equipos

Carrera 14C N°39-38. B/La Floresta, Montería.
Tel. (604) 789 1152 – 313 7836397

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.
Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia
(+57 60 1) 745 4555 · Cel.: 316 538 5810 - 317 423 3640
www.pinzuar.com.co

PINZUAR®
LABORATORIO DE METROLOGÍA

ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
11-LAC-004

Certificado de Calibración - Laboratorio de Fuerza

F-30301-002 R0

Calibration Certificate - Laboratory of Force

Equipo *Instrument*	MÁQUINA PARA ENSAYOS A COMPRESIÓN
Fabricante *Manufacturer*	PINZUAR
Modelo *Model*	PSD-10
Número de Serie *Serial Number*	111
Identificación Interna *Internal Identification*	No presenta
Capacidad Máxima *Maximum Capacity*	5 kN
Solicitante *Customer*	IMH INGENIERÍA S.A.S.
Dirección *Address*	Carrera 14 C No. 39 - 38
Ciudad *City*	Montería - Córdoba
Fecha de Calibración *Date of calibration*	2023 – 10 – 25
Fecha de Emisión *Date of issue*	2023 – 11 – 12

Número de páginas del certificado, incluyendo anexos
Number of pages of the certificate and documents attached 04

Los resultados emitidos en este Certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.

Este Certificado de Calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

El usuario es responsable de la Calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.

The results issued in this Certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.

This Calibration Certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and internationals standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).

The user is responsable for Calibration the measuring instruments at appropriate time intervals.

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología Pinzuar no se puede reproducir el Certificado, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que las partes del Certificado no se sacan de contexto. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.

Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the Certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.

Firmas que Autorizan el Certificado
Signatures Authorizing the Certificate

Ing. Sergio Iván Martínez
Director Laboratorio de Metrología

Tecg. Jaiver López Poveda
Metrólogo Laboratorio de Metrología

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO
Fuerza I Longitud I Masa I Par Torsional I Presión I Temperatura

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.
Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia
(+57 60 1) 745 4555 · Cel.: 316 538 5810 - 317 423 3640
www.pinzuar.com.co

PINZUAR®
LABORATORIO DE METROLOGÍA

ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
11-LAC-004

DATOS TÉCNICOS

Dirección de Carga	Compresión
Tipo de Indicación	Digital
Resolución	0,0001 kN
Apreciación	0,0001 kN
Clase	1,0
Límite Inferior de la Escala	0,02 kN
Documento de Referencia	ISO 7500-1:2018 Metallic materials - Calibration and verification of static uniaxial testing machines - Part 1: Tension/compression testing machines - Calibration and verification of the force-measuring system

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

La actividad se efectuó siguiendo los lineamientos establecidos en el documento de referencia iniciando con la inspección del equipo y encontrándose como apto para la ejecución de las mediciones correspondientes. El proceso se inicia ejecutando las precargas hasta la carga máxima del equipo. A continuación, se realizaron mediciones en los valores de fuerza discretos acordados con el cliente ejecutando el método de fuerza indicada constante, en el que se lleva la indicación del equipo al valor de fuerza objetivo y se registran las lecturas del patrón. Cada lectura tomada se encuentra registrada en las tablas 1 y 2. Es importante destacar que se mantuvo una variación de temperatura inferior a 2 °C en cada serie de mediciones realizadas.

Durante el proceso de precargas, se identificó la necesidad de ajustar la indicación del equipo. Por lo tanto, en la Tabla 1 se registra el estado en el que se recibió inicialmente el equipo, mientras que en la Tabla 2 se muestra cómo se entregará al cliente después del ajuste. Es relevante mencionar que el ajuste de indicación se llevó a cabo únicamente con la previa autorización del cliente.

Tabla 1.
Indicaciones registardas durante las precargas, previas a ejecutar el ajuste de indicación.

Fuerza Nominal Indicada		Indicaciones Registradas del Equipo Patrón			Promedio	Errores Relativos	
		S_1 Ascendente	S_2 Ascendente	S_3 Ascendente	$S_{1,2\,y\,3}$	Indicación *q*	Repetibilidad *b*
≈ %	kN	kN	kN	kN	kN	%	%
20,0	**1,000 0**	1,119 69	1,118 51	1,118 94	1,119 048	-10,64	0,094
90,0	**4,500 0**	4,998 79	4,998 44	5,000 54	4,999 257	-9,99	0,038

Tabla 2.
Indicaciones como se entrega de la máquina

Fuerza Nominal Indicada		Indicaciones Registradas del Equipo Patrón para Cada Serie					Promedio
		S_1 Ascendente	S_2 Ascedente	S_2' No Aplica	S_3 Ascendente	S_4 No Aplica	$S_{1,2\,y\,3}$
≈ %	kN	kN	kN	----	kN	----	kN
20,0	**1,000 0**	0,997 00	0,996 17	----	0,999 22	----	0,997 463
30,0	**1,500 0**	1,493 63	1,493 43	----	1,494 11	----	1,493 724
40,0	**2,000 0**	1,994 60	1,995 52	----	1,994 70	----	1,994 941
50,0	**2,500 0**	2,494 30	2,494 82	----	2,495 19	----	2,494 770
60,0	**3,000 0**	2,994 00	2,991 70	----	2,992 72	----	2,992 805
70,0	**3,500 0**	3,492 77	3,493 52	----	3,493 07	----	3,493 123
80,0	**4,000 0**	3,993 75	3,994 75	----	3,995 25	----	3,994 581
90,0	**4,500 0**	4,477 91	4,493 08	----	4,502 41	----	4,491 131
100,0	**5,000 0**	4,994 55	4,994 53	----	4,995 70	----	4,994 925

Tabla 3.
Error realitivo de cero, f_0, calculado para cada serie de medición a partir de la indicación de cero residual obtenida tras la descarga del IBC.

$f_{0,S1}$ %	$f_{0,S2}$ %	$f_{0,S2'}$ %	$f_{0,S3}$ %	$f_{0,S4}$ %
0,002	0,004	----	0,002	----

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO
Fuerza I Longitud I Masa I Par Torsional I Presión I Temperatura

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN Continuación…

Tabla 4.
Resultados de la Calibración de la máquina de ensayo.

Indicación del IBC		Error Relativo de …			Resolución Relativa	Incertidumbre Expandida		$k_{p \approx 95\,\%}$
		Indicación	Repetibilidad	Reversibilidad				
		q	*b*	*v*	*a*	*U*		
≈ %	kN	%	%	%	%	kN	%	-----
20,0	**1,000 0**	0,25	0,306	-----	0,010	0,001 9	0,19	2,01
30,0	**1,500 0**	0,420	0,045	-----	0,007	0,001 3	0,089	2,05
40,0	**2,000 0**	0,254	0,046	-----	0,005	0,001 8	0,089	2,08
50,0	**2,500 0**	0,210	0,036	-----	0,004	0,002 2	0,089	2,03
60,0	**3,000 0**	0,240	0,077	-----	0,003	0,002 7	0,089	2,43
70,0	**3,500 0**	0,197	0,021	-----	0,003	0,003 1	0,089	2,03
80,0	**4,000 0**	0,136	0,038	-----	0,003	0,003 6	0,089	2,13
90,0	**4,500 0**	0,20	0,547	-----	0,002	0,014	0,32	2,01
100,0	**5,000 0**	0,102	0,023	-----	0,002	0,004 5	0,089	2,08

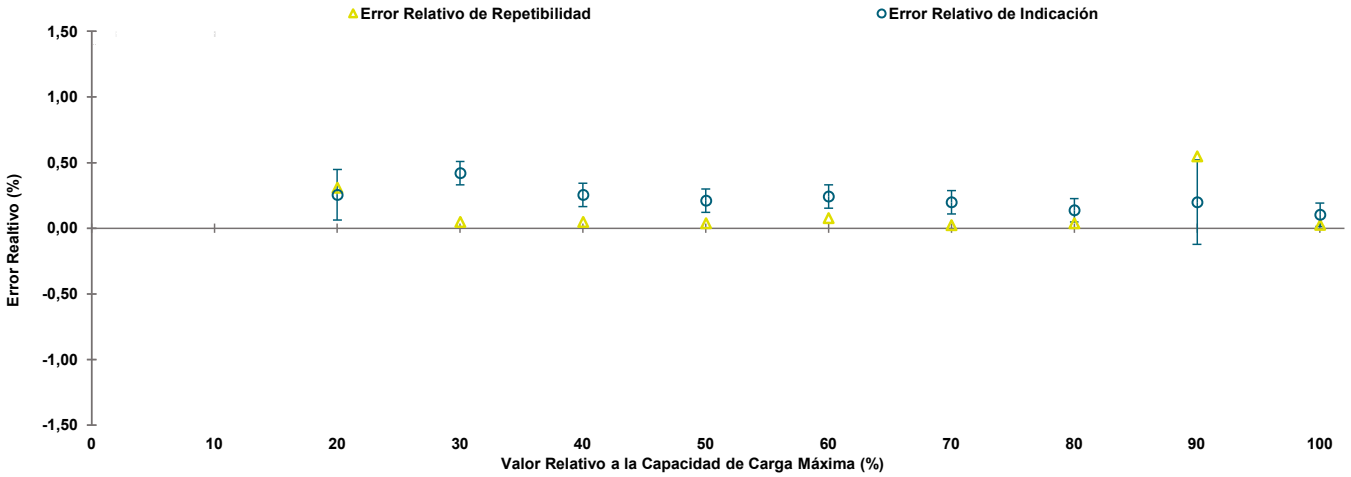


Figura 1. Representación gráfica de los resultados de la Calibración del IBC.

Tabla 5.
Coeficientes para el cálculo de la fuerza corregida a partir de los resultados reportados. Donde F (kN) es la fuerza calculada y X (kN) es el valor de la indicación mostrada por el IBC.

$$F = A + (B * x) + (C * x^2) + (D * x^3)$$

A	B	C	D
-4,350 283 E-04	9,966 953 E-01	3,668 218 E-04	1,426 353 E-05

El usuario es responsable de la inclusión y cálculo de la fuente de incertidumbre correpondiente en sus mediciones al utilizar esta ecuación.

CONDICIONES AMBIENTALES

El lugar de la Calibración fue Laboratorio de Ensayos. de la empresa IMH INGENIERIA S.A.S. ubicada en Montería - Córdoba. Durante la Calibración se presentaron las siguientes condiciones ambientales.

Temperatura Ambiente Máxima:	27,2 °C	**Temperatura Ambiente Mínima:**	26,5 °C
Humedad Relativa Máxima:	58 % hr	**Humedad Relativa Mínima:**	56 % hr

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.
Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia
(+57 60 1) 745 4555 · Cel.: 316 538 5810 - 317 423 3640
www.pinzuar.com.co

PINZUAR®
LABORATORIO DE METROLOGÍA

ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
11-LAC-004

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura y la probabilidad de cobertura, la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor. La incertidumbre expandida fue estimada bajo los lineamientos del documento: JCGM 100:2008. GUM 1995 with minor corrections. Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement. First Edition. September 2008.

El factor de cobertura, *k* , reportado en la Tabla 4 es coherente con el tipo de distrubución de probabilidad dominante en la estimación de la incertidumbre de medición.

TRAZABILIDAD

Los resultados reportados en este certificados de calibración se obtuvieron utilizando patrones trazables al SI a través de institutos nacionales de metrología y/o laboratorios acreditados y son parte de un programa de aseguramiento metrológico que garantiza la exactitud e incertidumbres requeridas. El/Los certificado(s) de calibración de el/los patrón(es) usado(s) como referencia para la calibración en cuestión, que se mencionan en la página dos y se pueden descargar accediendo al enlace del código QR.

Equipo de Referencia	Modelo	No. Serie	Clase	Certificado de Calibración	Próxima Calibración
Transductor de Fuerza 5 kN	U2B	N76720	1	6923 del INM de Colombia	2025-08

CRITERIOS PARA LA CLASIFICACIÓN DE LA MÁQUINA DE ENSAYO

La siguiente tabla proporciona los valores máximos permitidos, para los diferentes errores relativos del sistema de medición de fuerza y para la resolución relativa del indicador de fuerza que caracteriza la escala de la máquina de ensayo. Según ISO 7500-1:2018 Metallic materials - Calibration and verification of static uniaxial testing machines - Part 1: Tension/compression testing machines - Calibration and verification of the force-measuring system.

Clase de la escala de la máquina	Indicación	Repetibilidad	Reversibilidad*	Cero	Resolución relativa
0,5	0,5	0,5	0,75	0,05	0,25
1	1,0	1,0	1,50	0,10	0,50
2	2,0	2,0	3,00	0,20	1,00
3	3,0	3,0	4,50	0,30	1,50

*El error realtivo de reversibilidad se determina solamente cuando es previamente solicitado por el cliente.

OBSERVACIONES

1. Se usa la coma (,) como separador decimal.
2. Los valores de fuerza en los que se ha ejecutado la calibración fueron acordados y aprobados con el cliente.
3. En cualquier caso, la máquina de ensayos debe calibrarse si se realiza un cambio de ubicación que requiera desmontaje, o si se somete a ajustes o reparaciones importantes. Numeral 9. ISO 7500-1:2018
4. Se adjunta etiqueta de calibración No. **F-30301-002**

Fin del Certificado

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO
Fuerza I Longitud I Masa I Par Torsional I Presión I Temperatura

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.
Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia
(+57 60 1) 745 4555 · Cel.: 316 538 5810 - 317 423 3640
www.pinzuar.com.co

PINZUAR®
LABORATORIO DE METROLOGÍA

ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
11-LAC-004

Certificado de Calibración - Laboratorio de Masa y Balanzas

M-30301-003 R0

Calibration Certificate - Mass and Weighing Instruments Laboratory

Equipo *Instrument*	INSTRUMENTO DE PESAJE NO AUTOMÁTICO
Fabricante *Manufacturer*	LEXUS
Modelo *Model*	MIX-H
Número de Serie *Serial Number*	YS134382
Identificación Interna *Internal Identification*	No Presenta
Carga Máxima *Maximum load*	600 g
Solicitante *Customer*	IMH INGENIERÍA S.A.S.
Dirección *Address*	Carrera 14 C No. 39 - 38
Ciudad *City*	Monteria - Córdoba
Fecha de Calibración *Date of calibration*	2023 – 10 – 25
Fecha de Emisión *Date of issue*	2023 – 11 – 11

Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.

Este certificado de calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados reportados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.

The results issued in this certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.

This calibration certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and internationals standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).

The user is responsable for recalibrating the measuring instruments at appropriate time intervals.

Número de páginas del certificado, incluyendo anexos 04
Number of pages of the certificate and documents attached

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología PINZUAR S.A.S no se puede reproducir el informe, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que las partes del certificado no se sacan de contexto. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.

Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.

Firmas que Autorizan el Certificado
Signatures Authorizing the Certificate

Ing. Sergio Iván Martínez
Director Laboratorio de Metrología

Tecg. Jaiver Arnulfo López
Metrólogo Laboratorio de Metrología

DATOS TÉCNICOS

Método Empleado	Comparación Directa
Número de Serie	YS134382
Identificación Interna	No Presenta
Resolución	0,01 g
Intervalo Calibrado	0,2 g a 600 g
Documento de Referencia	Guía para la calibración de los instrumentos para pesar de funcionamiento no automático SIM MWG7/cg-01/V.00 Año 2009

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

Antes de proceder con la toma de datos se realizó una inspección breve donde se determinó que la instalación (ubicación en el cuarto, nivelación, fuente de corriente y/o batería, entre otros) es adecuada para ejecutar la calibración, también se realizó una verificación de funcionamiento realizando una precarga con el fin de comprobar el buen funcionamiento del instrumento. Posterior a esto se llevaron a cabo las pruebas para los errores de las indicaciones, repetibilidad y excentricidad siguiendo los lineamientos de la Guía SIM - 2009, Numerales 4,5,6,7; Apéndices A,B,C,D,E y F.

En la tabla 1 se encuentran los resultados obtenidos en la prueba para los errores de las indicaciones que permite evaluar la exactitud del instrumento, se encuentran los errores calculados de la diferencia entre la indicación del instrumento y la carga aplicada.

Tabla 1.
Resultados de la prueba para los errores de las indicaciones

Carga g	Indicación Ascendente g	Indicación Descendente g	Error Ascendente g	Error Descendente g	Incertidumbre Expandida ± g	k^{1}, p=95,45% -----
0,200 0	0,20	0,20	0,000 0	0,000 0	0,008 2	2,01
20,000 0	20,01	20,01	0,010 0	0,010 0	0,008 2	2,01
50,000 0	50,01	50,01	0,010 0	0,010 0	0,008 3	2,01
99,999 9	100,01	100,02	0,010 1	0,020 1	0,008 7	2,01
149,999 9	150,02	150,03	0,020 1	0,030 1	0,009 3	2,00
200,000	200,02	200,03	0,020	0,030	0,010	2,00
300,000	300,03	300,03	0,030	0,030	0,012	2,00
400,000	400,03	400,02	0,030	0,020	0,014	2,01
500,000	500,02	500,02	0,020	0,020	0,017	2,01
600,000	600,02	600,02	0,020	0,020	0,019	2,01

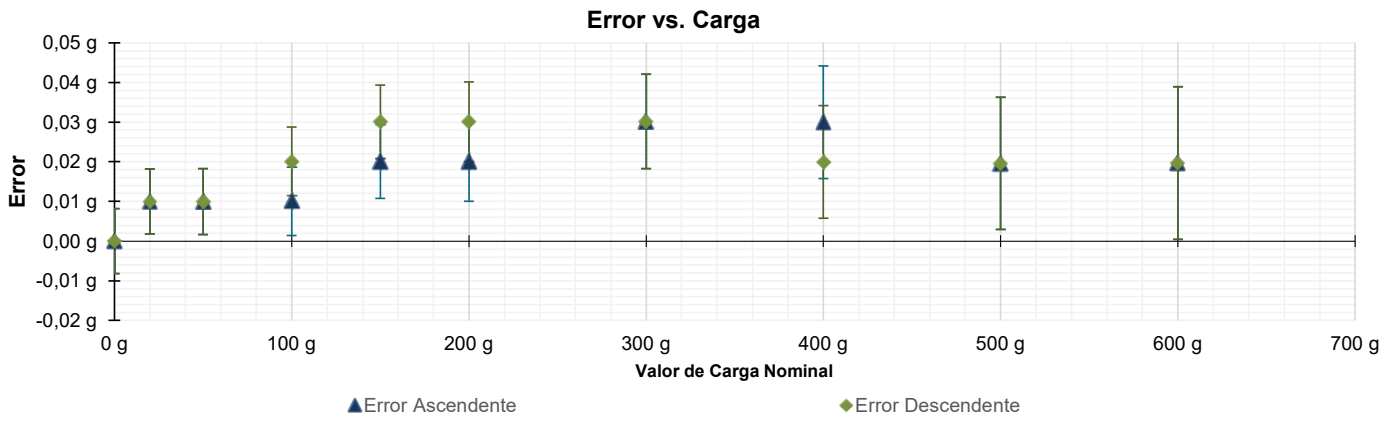


Figura 1. Gráfica para el ensayo de error de indicación.

[1] *Factor de cobertura*

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN *(Continuación)*

A continuación, en la Tabla 2 se encuentran los resultados para el ensayo de excentricidad de carga que permite evaluar el comportamiento del equipo al aplicar cargas en un ligar diferente al centro del receptor de carga como se muestra en la Figura 2.

Tabla 2.
Resultados prueba de excentricidad y la máxima diferencia.

Valor Nominal de la Carga	200 g

Posición	**Indicación del Instrumento**	**Diferencia Respecto al Centro**
-----	**g**	**g**
1	200,03	-------
2	200,03	0,00
3	200,03	0,00
4	200,02	-0,01
5	200,02	-0,01
Diferencia máxima respecto al centro		**0,01**

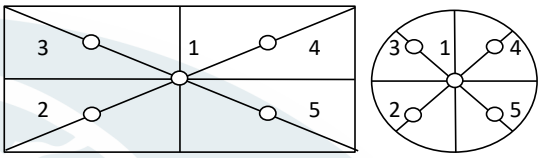


Figura 2. Posiciones de carga para la prueba de excentricidad.

Por último, en la Tabla 3 se muestran los resultados del ensayo de repetibilidad que permite identificar la variación de la indicación del instrumento de pesaje no automático al colocar una misma carga bajo condiciones idénticas de manejo y bajo condiciones de ensayo constantes.

Tabla 3.
Resultados prueba de repetibilidad y la desviación estándar calculada para cada carga.

	Valor Nominal de las Cargas	
	300 g	600 g
Cantidad de Repeticiones	**Indicación del Instrumento**	**Indicación del Instrumento**
1	300,03	600,02
2	300,03	600,02
3	300,03	600,02
4	300,03	600,02
5	300,03	600,02
6	300,03	600,02
7	300,03	600,02
8	300,03	600,02
9	300,03	600,02
10	300,03	600,02
Desviación Estándar	**0,000 0 g**	**0,000 0 g**

CONDICIONES AMBIENTALES

El lugar de la calibración fue Laboratorio de Ensayos., IMH INGENIERIA S.A.S..; Montería - Córdoba. Durante la calibración se registraron las siguientes condiciones ambientales:

Temperatura Máxima:	29,7 °C	**Temperatura Mínima:**	29,1 °C
Humedad Máxima:	57 % HR	**Humedad Mínima:**	54 % HR
Presión Barométrica Máxima:	1011,6 hPa	**Presión Barométrica Mínima:**	1011,1 hPa

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición está dada en la tabla de resultados de la página No. 2, para cada punto de calibración. La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura "k" y la probabilidad de cobertura,la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor. Fue estimada según el documento: JCGM 100:2008. GUM 1995 with minor corrections. Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement. First Edition. September 2008.

INFORMACIÓN ADICIONAL

Tomando como base los resultados obtenidos en la calibración del instrumento de pesaje no automático, se obtienen las ecuaciones con las que el usuario podrá corregir cada lectura *R,* y también obtener su incertidumbre expandida U_R.

La ecuación para la corrección de la lectura, donde *R* es tomada directamente del indicador del instrumento en las unidades que se reportan los resultados en la página número dos de este certificado. La ecuación aquí presentada aplica a ejercicios de pesada en los que se ajusta el cero del instrumento antes de ejecutar la pesada y asumiendo como condiciones normales de uso lo declarado por el usuario durante la calibración y de información recolectada durante la misma.

$R_{corregida} = R - E_{aprox}$ $\quad E_{aprox} =$ *6,99 E-05 · R*

La pesada ejecutada en el instrumento de pesaje tendrá la siguiente incertidumbre estándar,

$u^2(W) =$ *1,67 E-05* + *3,27 E-08* R^2

Incertidumbre expandida de un resultado de pesada

$U_R = k \cdot u(W)$

Se puede tomar el valor k = 2, que corresponde a una probabilidad aproximada del 95 % y aplica cuando se puede asumir una distribución normal (Gaussiana) para el error de la indicación. Se encuentra más información sobre el valor de k en el documento Guía SIM MWG7/gc-01/V.00:2009 Guía para la Calibración de los Instrumentos para Pesar de Funcionamiento No Automático.

TRAZABILIDAD

El/Los certificado(s) reportados(s) en este certificado de calibración se obtuvieron utilizando patrones trazables al SI a través de institutos nacionales de metrología y/o laboratorios acreditados y son parte de un programa de aseguramiento metrológico que garantiza la exactitud e incertidumbres requeridas.
El/Los certificado(s) de calibración de el/los patrón(es) usado(s) como referencia para la calibración en cuestión, que se mencionan posteriormente se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.

Equipo	Fabricante	Certificado(s) de calibración	Fecha(s) de calibración
Pesas clase F1	Pinzuar	M-27455-001 PINZUAR CAP-1070-22 WR Laboratorios	2022-10-11 2022-09-22
Láminas clase F1	Pinzuar	CAP-493-23 WR Laboratorios	2023-05-08

OBSERVACIONES

1. Se usa la coma como separador decimal
2. Las fórmulas calculadas para la obtención de la lectura corregida y su correspondiente incertidumbre estándar se obtuvieron a partir de la condiciones evidenciadas en la calibración (instalación, variación de condiciones ambientales, corriente eléctrica). Si las condiciones de uso del instrumento difieren a las al que hace referencia este certificado es responsabilidad del usuario establecer si es o no adecuada su aplicación.
3. Se puede obtener más información sobre el método y cálculos realizados para la emisión de este certificado de calibración consultando el documento de referencia mencionado en la página dos.
4. Las cargas de prueba utilizadas en los ensayos de excentricidad, repetibilidad y errores de las indicaciones fueron acordados y aprobados por el cliente
5. Se adjunta la estampilla de calibración **No.** **M-30301-003**

Fin del Certificado

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.
Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia
(+57 60 1) 745 4555 · Cel.: 316 538 5810 - 317 423 3640
www.pinzuar.com.co

PINZUAR®
LABORATORIO DE METROLOGÍA

ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
11-LAC-004

Certificado de Calibración - Laboratorio de Masa y Balanzas

M-30301-004 R0

Calibration Certificate - Mass and Weighing Instruments Laboratory

Equipo *Instrument*	INSTRUMENTO DE PESAJE NO AUTOMÁTICO
Fabricante *Manufacturer*	LEXUS
Modelo *Model*	MAXTER-S
Número de Serie *Serial Number*	5124011056
Identificación Interna *Internal Identification*	No Presenta
Carga Máxima *Maximum load*	6000 g
Solicitante *Customer*	IMH INGENIERÍA S.A.S.
Dirección *Address*	Carrera 14 C No. 39 - 38
Ciudad *City*	Montería - Córdoba
Fecha de Calibración *Date of calibration*	2023 – 10 – 25
Fecha de Emisión *Date of issue*	2023 – 11 – 11

Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.

Este certificado de calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados reportados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.

The results issued in this certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.

This calibration certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and internationals standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).

The user is responsable for recalibrating the measuring instruments at appropriate time intervals.

Número de páginas del certificado, incluyendo anexos 04
Number of pages of the certificate and documents attached

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología PINZUAR S.A.S no se puede reproducir el informe, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que las partes del certificado no se sacan de contexto. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.

Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.

Firmas que Autorizan el Certificado
Signatures Authorizing the Certificate

Ing. Sergio Iván Martínez
Director Laboratorio de Metrología

Tecg. Jaiver Arnulfo López
Metrólogo Laboratorio de Metrología

DATOS TÉCNICOS

Método Empleado	Comparación Directa
Número de Serie	5124011056
Identificación Interna	No Presenta
Resolución	0,1 g
Intervalo Calibrado	2 g a 6000 g
Documento de Referencia	Guía para la calibración de los instrumentos para pesar de funcionamiento no automático SIM MWG7/cg-01/V.00 Año 2009

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

Antes de proceder con la toma de datos se realizó una inspección breve donde se determinó que la instalación (ubicación en el cuarto, nivelación, fuente de corriente y/o batería, entre otros) es adecuada para ejecutar la calibración, también se realizó una verificación de funcionamiento realizando una precarga con el fin de comprobar el buen funcionamiento del instrumento. Posterior a esto se llevaron a cabo las pruebas para los errores de las indicaciones, repetibilidad y excentricidad siguiendo los lineamientos de la Guía SIM - 2009, Numerales 4,5,6,7; Apéndices A,B,C,D,E y F.

En la tabla 1 se encuentran los resultados obtenidos en la prueba para los errores de las indicaciones que permite evaluar la exactitud del instrumento, se encuentran los errores calculados de la diferencia entre la indicación del instrumento y la carga aplicada.

Tabla 1.
Resultados de la prueba para los errores de las indicaciones

Carga g	Indicación Ascendente g	Indicación Descendente g	Error Ascendente g	Error Descendente g	Incertidumbre Expandida ± g	k^{1}, p=95,45% -----
2,000	2,0	2,0	0,000	0,000	0,082	2,01
200,000	200,0	200,0	0,000	0,000	0,082	2,01
500,000	500,0	500,0	0,000	0,000	0,083	2,01
1 000,000	999,8	999,8	- 0,200	- 0,200	0,087	2,01
1 500,001	1 499,8	1 499,8	- 0,201	- 0,201	0,093	2,00
2 000,01	1 999,8	1 999,8	- 0,21	- 0,21	0,10	2,00
3 000,01	2 999,9	2 999,9	- 0,11	- 0,11	0,12	2,00
4 000,01	4 000,0	4 000,0	- 0,01	- 0,01	0,14	2,01
5 000,00	5 000,0	5 000,0	0,00	0,00	0,17	2,01
6 000,00	6 000,0	6 000,0	0,00	0,00	0,19	2,01

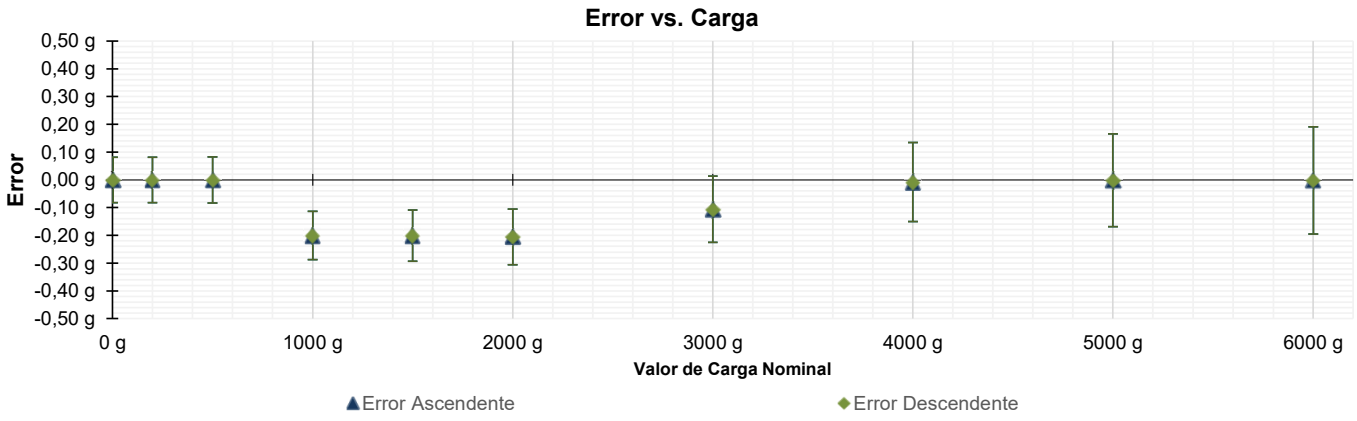


Figura 1. Gráfica para el ensayo de error de indicación.

[1] *Factor de cobertura*

LM-PC-24-F-01 R7.12

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN *(Continuación)*

A continuación, en la Tabla 2 se encuentran los resultados para el ensayo de excentricidad de carga que permite evaluar el comportamiento del equipo al aplicar cargas en un ligar diferente al centro del receptor de carga como se muestra en la Figura 2.

Tabla 2.
Resultados prueba de excentricidad y la máxima diferencia.

Valor Nominal de la Carga	2000 g

Posición	**Indicación del Instrumento**	**Diferencia Respecto al Centro**
-----	**g**	**g**
1	1 999,9	-------
2	1 999,9	0,0
3	1 999,8	- 0,1
4	1 999,8	- 0,1
5	1 999,9	0,0
Diferencia máxima respecto al centro		**0,1**

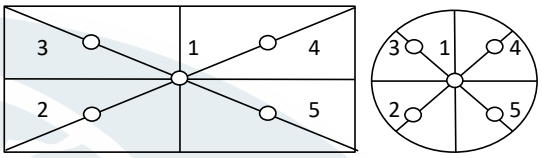


Figura 2. Posiciones de carga para la prueba de excentricidad.

Por último, en la Tabla 3 se muestran los resultados del ensayo de repetibilidad que permite identificar la variación de la indicación del instrumento de pesaje no automático al colocar una misma carga bajo condiciones idénticas de manejo y bajo condiciones de ensayo constantes.

Tabla 3.
Resultados prueba de repetibilidad y la desviación estándar calculada para cada carga.

	Valor Nominal de las Cargas	
	3000 g	6000 g
Cantidad de Repeticiones	**Indicación del Instrumento**	**Indicación del Instrumento**
1	2 999,9	5 999,9
2	2 999,9	5 999,9
3	2 999,9	5 999,9
4	2 999,9	5 999,9
5	2 999,9	5 999,9
6	2 999,9	5 999,9
7	2 999,9	5 999,9
8	2 999,9	5 999,9
9	2 999,9	5 999,9
10	2 999,9	5 999,9
Desviación Estándar	**0,000 g**	**0,000 g**

CONDICIONES AMBIENTALES

El lugar de la calibración fue Laboratorio de Ensayos., IMH INGENIERIA S.A.S..; Montería - Córdoba. Durante la calibración se registraron las siguientes condiciones ambientales:

Temperatura Máxima:	27,6 °C	**Temperatura Mínima:**	27,4 °C
Humedad Máxima:	57 % HR	**Humedad Mínima:**	55 % HR
Presión Barométrica Máxima:	1010,8 hPa	**Presión Barométrica Mínima:**	1010,3 hPa

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.
Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia
(+57 60 1) 745 4555 · Cel.: 316 538 5810 - 317 423 3640
www.pinzuar.com.co

PINZUAR®
LABORATORIO DE METROLOGÍA

ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
11-LAC-004

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición está dada en la tabla de resultados de la página No. 2, para cada punto de calibración. La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura "k" y la probabilidad de cobertura,la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor. Fue estimada según el documento: JCGM 100:2008. GUM 1995 with minor corrections. Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement. First Edition. September 2008.

INFORMACIÓN ADICIONAL

Tomando como base los resultados obtenidos en la calibración del instrumento de pesaje no automático, se obtienen las ecuaciones con las que el usuario podrá corregir cada lectura *R,* y también obtener su incertidumbre expandida U_R.

La ecuación para la corrección de la lectura, donde *R* es tomada directamente del indicador del instrumento en las unidades que se reportan los resultados en la página número dos de este certificado. La ecuación aquí presentada aplica a ejercicios de pesada en los que se ajusta el cero del instrumento antes de ejecutar la pesada y asumiendo como condiciones normales de uso lo declarado por el usuario durante la calibración y de información recolectada durante la misma.

$R_{corregida} = R - E_{aprox}$ $\qquad E_{aprox} =$ -3,07 E-05 · R

La pesada ejecutada en el instrumento de pesaje tendrá la siguiente incertidumbre estándar,

$u^2(W) =$ 1,67 E-03 + 2,25 E-08 R^2

Incertidumbre expandida de un resultado de pesada

$U_R = k \cdot u(W)$

Se puede tomar el valor k = 2, que corresponde a una probabilidad aproximada del 95 % y aplica cuando se puede asumir una distribución normal (Gaussiana) para el error de la indicación. Se encuentra más información sobre el valor de k en el documento Guía SIM MWG7/gc-01/V.00:2009 Guía para la Calibración de los Instrumentos para Pesar de Funcionamiento No Automático.

TRAZABILIDAD

El/Los certificado(s) reportados(s) en este certificado de calibración se obtuvieron utilizando patrones trazables al SI a través de institutos nacionales de metrología y/o laboratorios acreditados y son parte de un programa de aseguramiento metrológico que garantiza la exactitud e incertidumbres requeridas.
El/Los certificado(s) de calibración de el/los patrón(es) usado(s) como referencia para la calibración en cuestión, que se mencionan posteriormente se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.

Equipo	Fabricante	Certificado(s) de calibración	Fecha(s)
Pesas clase F1	Pinzuar	M-27455-001 PINZUAR CAP-1070-22 WR Laboratorios	2022-10-11 2022-09-22

1. Se usa la coma como separador decimal
2. Las fórmulas calculadas para la obtención de la lectura corregida y su correspondiente incertidumbre estándar se obtuvieron a partir de la condiciones evidenciadas en la calibración (instalación, variación de condiciones ambientales, corriente eléctrica). Si las condiciones de uso del instrumento difieren a las al que hace referencia este certificado es responsabilidad del usuario establecer si es o no adecuada su aplicación.
3. Se puede obtener más información sobre el método y cálculos realizados para la emisión de este certificado de calibración consultando el documento de referencia mencionado en la página dos.
4. Las cargas de prueba utilizadas en los ensayos de excentricidad, repetibilidad y errores de las indicaciones fueron acordados y aprobados por el cliente
5. Se adjunta la estampilla de calibración **No.** **M-30301-004**

Fin del Certificado

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO
Fuerza I Longitud I Masa I Par Torsional I Presión I Temperatura