CONSULTOR

ANDRÉS FABIAN
VILLABA
BARRIOS

ESTUDIO GEOLÓGICO, GEOTÉCNICO Y DE SUELOS

MEJORAMIENTO URBANÍSTICO PARA EL DESARROLLO DEL TURISMO EN EL MUNICIPIO DE CIENAGA DE ORO CÓRDOBA.



FEBRERO- 2025

Cod.: 003CDORO0225

TABLA DE CONTENIDO

1. Introducción.....7
2. Reglamento de diseño y software empleado. 7
2.1. Reglamento de diseño empleado.....7
2.2. Software de diseño utilizado.....7
3. Alcance del estudio.....8
3.1. Objetivo general. 8
3.2. Objetivos específicos. 8
4. generalidades 8
4.1. Nombre del proyecto. 8
4.2. Localización general del proyecto. 8
4.2.1. Ubicación. 9
4.2.2. Limites. 9
4.2.3. Altitud.....10
4.3. Localización especifica del proyecto.....10
5. Estudio geológico. 11
6. Estudio geológico. 12
6.1. Información del subsuelo. 12
6.1.1. Características climatológicas. 12
6.1.2. Vegetación.....15
6.2. Características geomorfológicas. 17
6.2.1. Geoestructurás y ambiente morfométrico.....18
6.3. Geología.....19
7. Estudio geotécnico y de suelos. 21
7.1. Exploración en campo.....22
7.1.1. reconocimiento en campo.....23
7.2. Ensayos de laboratorio.....23
7.2.1. Normatividad de ensayos de laboratorio.....24
7.3. Caracterización del subsuelo.....24
7.3.1. Descripción de los sondeos y apiques. 24
7.4. Condiciones especiales del suelo. 26

7.4.1. Suelos con potencialmente expansivo. 26
7.4.2. Suelos colapsables. 28
7.4.3. Suelos licuables. 30
7.5. Perfil de suelo. 32
7.6. Sismicidad. 35
7.6.1. Zona de amenaza sísmica. 35
7.6.2. Coeficientes sísmicos. 35
7.6.3. Coeficiente Fa Y Fv. 36
8. Determinación de parámetros de diseño. 37
Corrección por energía y confinamiento del número de golpes del ensayo spt 37
9. Parámetros de resistencia al corte. 38
10. cimentacion del muro 40
10.1. Capacidad de carga. 41
10.2. Asentamientos inmediatos. 43
10.3. Asentamiento por consolidación. 44
10.4. Asentamiento total. 45
10.5. Modulo de balasto. 46
11. Conclusiones y/o recomendaciones. 48
11.1. Diseño de soporte y medidas preventivas. 50
11.2. Recomendaciones para la construcción. 51
11.3. Recomendaciones generales para la construcción de la cimentación. 51
11.4. Manejo de niveles freáticos. 52
12. Bibliografia. 53
13. Limitaciones del estudio. 54
14. Anexos. 55

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Geoposicionamiento. 11
Tabla 2. Ubicación e información general de los Sondeos. 22
Tabla 3. Resumen de sondeo 1. 24
Tabla 4. Resumen de sondeo 2. 25
Tabla 5. Clasificación de los suelos expansivos. 27
Tabla 6.Potencial expansivo de los suelos Sondeos 27
Tabla 7. Potencial de colapso de los suelos. 29
Tabla 8 . Factores de escala por magnitud del sismo. 31
Tabla 9. Potencial de licuefacción del suelo del proyecto. 32
Tabla 10.Clasificación de perfil de suelo. 33
Tabla 11. Numero de golpes promedio, sondeo 1. 34
Tabla 12. Numero de golpes promedio, sondeo 2. 34
Tabla 13. Coeficiente Fa. 36
Tabla 14. Coeficiente Fv. 36
Tabla 15. Módulos de Poisson, para diferentes materiales. 40
Tabla 16. Perfil de diseño y resultados de parámetros de resistencia al corte. 40
Tabla 17. Resultados de capacidad de carga admisible 42
Tabla 18. Asentamiento total 45
Tabla 19. coeficiente de balasto K30 (MN/m3) en función del tipo de suelo 47
Tabla 20. Resultado de módulo de balasto. 48

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Ubicación del proyecto en Colombia. 9
Ilustración 2. Modelo digital de Elevaciones. 10
Ilustración 3. Ubicación del proyecto desde Foto Satelital. 11
Ilustración 4. Mapa precipitación del departamento de Córdoba. 13
Ilustración 5. Mapa de temperatura del departamento de Córdoba. 14
Ilustración 6. Mapa de Temperatura del departamento de Córdoba. 14
Ilustración 7. Mapa de zonificación climática del departamento de Córdoba. 15
Ilustración 8. Mapa de cobertura vegetal del departamento de Córdoba. 16
Ilustración 9. Subdivisión del departamento de Córdoba por regiones geotécnicas. 17
Ilustración 10. Mapa geoestructurás de Córdoba. 18
Ilustración 11. Mapa de geomorfología del departamento de Córdoba. 19
Ilustración 12. Mapa geológico de Colombia 2023. 20
Ilustración 13. Localización de la zona de estudio. 20
Ilustración 14. Descripción de la geología de la zona de estudio. 21
Ilustración 15. Vista en imagen satelital de la ubicación de los apiques y sondeos. 23
Ilustración 16. Humedad, LL, LP, esfuerzo efectivo, poros y resistencia a la compresión Vs Profundidad del Sondeos 1 25
Ilustración 17. Humedad, LL, LP, esfuerzo efectivo, poros y resistencia a la compresión Vs Profundidad del Sondeos 2 26
Ilustración 18. Potencial de colapso de los suelos 29
Ilustración 19. Zonas de amanezcas sísmicas de Colombia. 35
Ilustración 20. Valores de Aa, Av, Ae y Ad. 36
Ilustración 21. Resultados de N corregidos. 38
Ilustración 22. Esquema de cimentación de muro. 41
Ilustración 23. Carga admisible del suelo en función de B 43
Ilustración 24. Asentamiento total. 46
Ilustración 25. Módulo de balasto en función del ancho de la cimentación 48

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Peso específico seco natural del suelo requerido para su colapso. 28
Ecuación 2. Tensión tangencial cíclica.....30
Ecuación 3. Relación de esfuerzos cíclicos 31
Ecuación 4. Factor de seguridad de potencial de licuación. 31
Ecuación 5. Número medio de golpes. 33
Ecuación 6. Corrección por energía N60. 37
Ecuación 7. Corrección por confinamiento.....37
Ecuación 8. Factor de corrección por confinamiento.....37
Ecuación 9. Correlación de cohesión no drenada y N_{60} 39
Ecuación 10. Correlación entre Angulo de fricción y $(N_1)_{60}$.....39
Ecuación 11. Módulo de elasticidad para arcillas 39
Ecuación 12. Módulo de elasticidad para las arenas.....39
Ecuación 13. Ecuación general de capacidad de carga.....42
Ecuación 14. Asentamiento inmediato.....43
Ecuación 15. Cambio de índice de vacío para arcillas normalmente consolidadas ..44
Ecuación 16. Cambio de índice de vacío para arcillas sobreconsolidadas con $\sigma o' + \Delta\sigma' < \sigma c$ 44
Ecuación 17. Cambio de índice de vacío para arcillas sobreconsolidadas con $\sigma o' + \Delta\sigma' > \sigma c$ 44
Ecuación 18. Asentamiento por consolidación en términos de deformación vertical45
Ecuación 19. Coeficiente de balasto para zapatas cuadradas y suelos cohesivos. ...47
Ecuación 20. Coeficiente de balasto para zapatas cuadradas y suelos arenosos. 47
Ecuación 21.Coeficiente de balasto para zapatas rectangulares.....47

1. INTRODUCCIÓN.

El presente informe geológico y geotécnico tiene como propósito proporcionar una base técnica fundamentada para el diseño de las cimentaciones requeridas en el proyecto "**MEJORAMIENTO Y ADECUACIÓN DEL PARQUE SANTA TERESA Y OBRAS DE URBANISMO EN CAÑO AGUAS PRIETAS, CIÉNAGA DE ORO CÓRDOBA"**

Este documento incluye una descripción general del proyecto, abarcando su localización, objetivos y características principales. Asimismo, se detallan las actividades realizadas en campo y laboratorio, las cuales permiten analizar las condiciones geotécnicas del terreno. Dichas actividades incluyen la identificación de los estratos del suelo y la evaluación de sus propiedades físicas y mecánicas.

A partir de los ensayos realizados, se recopilaron los datos necesarios para plantear alternativas de diseño de cimentaciones que garanticen la estabilidad estructural. Adicionalmente, se incluyen anexos con los resultados de los ensayos de laboratorio y demás datos técnicos que respaldan las conclusiones y recomendaciones de este informe.

2. REGLAMENTO DE DISEÑO Y SOFTWARE EMPLEADO.

2.1. REGLAMENTO DE DISEÑO EMPLEADO.

1 Este informe se elaboró siguiendo los lineamientos establecidos en la Norma Colombiana de Construcción Sismo Resistente (NSR-10), garantizando que las recomendaciones cumplen con los estándares vigentes en el país.

2.2. SOFTWARE DE DISEÑO UTILIZADO.

Para la realización de este informe se emplearon las siguientes herramientas:

1. **Microsoft Excel**: Para la automatización de cálculos y análisis de datos.
2. **Google Earth Pro**: Para la obtención de imágenes satelitales y referencias geográficas.
3. **SketchUp**: Para la creación de esquemas gráficos y visualizaciones.
4. **ArcGIS**: Para la elaboración de mapas temáticos y el análisis geoespacial detallado.

3. ALCANCE DEL ESTUDIO

3.1. OBJETIVO GENERAL.

Evaluar las características geológicas y geotécnicas del subsuelo en el área de intervención, con el fin de establecer recomendaciones técnicas y constructivas para el diseño y construcción de las cimentaciones del proyecto.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

1. Recopilar información relevante del proyecto, desde la ubicación hasta los requisitos técnicos.
2. Realizar trabajos de campo y ensayos de laboratorio sobre muestras extraídas para determinar las propiedades del suelo.
3. Llevar a cabo un análisis geológico del área de intervención, evaluando la composición y características del terreno.
4. Identificar posibles restricciones o problemas asociados con el tipo de suelo o la topografía del área.
5. Proponer el sistema de cimentaciones más adecuado para la estructura proyectada.
6. Establecer los valores de cargas máximas admisibles y deformaciones esperadas para las cimentaciones.
7. Presentar conclusiones fundamentadas con base en los estudios realizados.
8. Ofrecer recomendaciones técnicas específicas para la etapa de construcción.

4. GENERALIDADES

4.1. NOMBRE DEL PROYECTO.

"MEJORAMIENTO URBANÍSTICO PARA EL DESARROLLO DEL TURISMO EN EL MUNICIPIO DE CIENAGA DE ORO CÓRDOBA"

4.2. LOCALIZACIÓN GENERAL DEL PROYECTO.

El proyecto que es objeto del presente estudio se localiza en el municipio de Ciénaga De Oro perteneciente al departamento de Córdoba, específicamente en la zona urbana adyacente al Caño Aguas Prieta.

4.2.1. UBICACIÓN.

Ciénaga de Oro es un municipio del departamento de Córdoba, Colombia, ubicado en la subregión del Medio Sinú, a unos 35 km al noreste de Montería. Se encuentra a una latitud de 8°52'30" N y longitud de 75°37'16" O, con una altitud promedio de 13 m s. n. m. Su territorio, de 751 km², es mayormente plano, con algunas colinas de la Serranía de San Jerónimo. El municipio está atravesado por el Caño de Aguas Prietas, que desemboca en la Ciénaga Grande y luego en el río Sinú.

La ubicación del municipio se puede observar en la Ilustración 1.

Ilustración 1. Ubicación del proyecto en Colombia.



Fuente: Elaborado por la presente consultoría, ArcGIS.

4.2.2. LIMITES.

La ubicación geográfica del municipio se encuentra delimitada por distintos municipios y regiones:

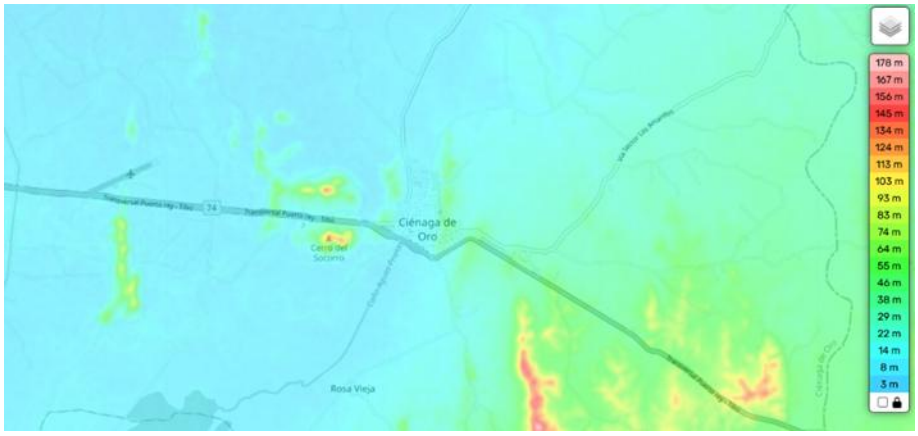
- Norte: Municipios de San Andrés de Sotavento y Chimá.
- Este: Municipios de Chinú y Sahagún.
- Oeste: Municipios de Cereté, San Carlos y San Pelayo.
- Sur: Municipio de Pueblo Nuevo.

Estos límites definen claramente la extensión territorial de municipio, estableciendo sus fronteras con localidades vecinas y destacando su posición estratégica en el departamento (Ver Ilustración 1).

4.2.3. ALTITUD.

La altitud media del municipio se estima en 25 metros sobre el nivel del mar (Ver Ilustración 2).

Ilustración 2. Modelo digital de Elevaciones.



Fuente: Sacado de Topographic-map.com.

4.3. LOCALIZACIÓN ESPECIFICA DEL PROYECTO

El proyecto está situado en la zona urbana, específicamente en la zona urbana adyacente al Caño Aguas Prieta dentro de la Jurisdicción del municipio de Ciénaga De Oro, en el departamento de Córdoba. Esta localización se ilustra detalladamente en la Ilustración 3. La ubicación del proyecto está geográficamente definida por las coordenadas presentadas en la Tabla 1.

Ilustración 3. Ubicación del proyecto desde Foto Satelital.



Fuente: Elaborado por la presente consultoría, Google Earth Pro.

Tabla 1. Geoposicionamiento.

GEOPOSICIONAMIENTO					
MUNICIPIO	**ESTRUCTURA**	**COORDENADAS ELOPSOIDALES**		**COORDENADAS PLANAS**	
		Latitud	**Longitud**	**N**	**E**
CIENAGA DE ORO	MURO	8°52'26.05"N	75°37'30.78"O	1473386.354	1159765.449

Fuente: Elaborado por la presente consultoría, Excel.

Este enfoque proporciona una referencia precisa para la planificación y ejecución del proyecto, asegurando una delimitación clara de la zona de intervención.

5. ESTUDIO GEOLÓGICO.

En esta sección, se abordará la geología actual de la zona de estudio. En términos generales, el estudio geológico implica una investigación sistemática para comprender las características geológicas específicas de la región. Este proceso incluye la recolección y análisis de datos relacionados con la composición del suelo, la identificación de formaciones rocosas, estructuras geológicas como fallas, y otros elementos que afectan la topografía y estabilidad del terreno. Este enfoque geológico es crucial para evaluar la idoneidad del suelo, comprender su comportamiento ante diversas condiciones y proporcionar información esencial para la planificación y desarrollo del proyecto.

6. ESTUDIO GEOLÓGICO.

En esta sección, se abordará la geología actual de la zona de estudio. En términos generales, el estudio geológico implica una investigación sistemática para comprender las características geológicas específicas de la región. Este proceso incluye la recolección y análisis de datos relacionados con la composición del suelo, la identificación de formaciones rocosas, estructuras geológicas como fallas, y otros elementos que afectan la topografia y estabilidad del terreno. Este enfoque geológico es crucial para evaluar la idoneidad del suelo, comprender su comportamiento ante diversas condiciones y proporcionar información esencial para la planificación y desarrollo del proyecto.

6.1. INFORMACIÓN DEL SUBSUELO.

El término "subsuelo" o "sustrato" hace referencia a la capa de suelo ubicada debajo de la superficie terrestre. Este estrato abarca una variedad de materiales, como arcilla y arena, que han experimentado procesos parciales de descomposición debido a factores como la exposición al aire, la luz solar, el agua y el viento. Estos procesos conducen a la formación del suelo propiamente dicho.

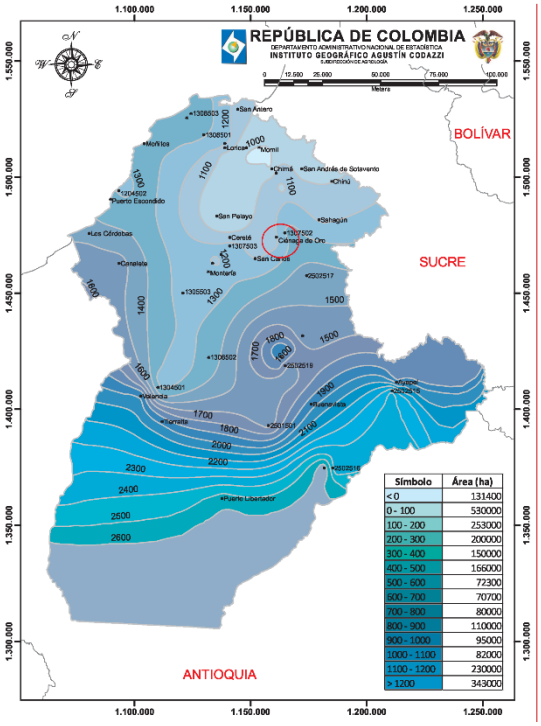
Directamente bajo el subsuelo se encuentra el sustrato, caracterizado por una composición que puede ser rocosa, sedimentaria o influenciada por depósitos formados por agentes geológicos activos en esta capa más profunda.

El subsuelo alberga partículas parcialmente descompuestas, generalmente con tonalidades más claras como el marrón o el amarillo. Este estrato desempeña un papel crucial como hábitat para las raíces profundas de plantas de gran envergadura, como los árboles, contribuyendo así a la salud y estabilidad del ecosistema subterráneo.

6.1.1. CARACTERÍSTICAS CLIMATOLÓGICAS.

El clima emerge como un determinante fundamental en la formación del suelo, ya que influye significativamente en las cantidades y distribuciones de diversos organismos, animales y vegetales, así como en sus interacciones mutuas.

Ilustración 4. Mapa precipitación del departamento de Córdoba.

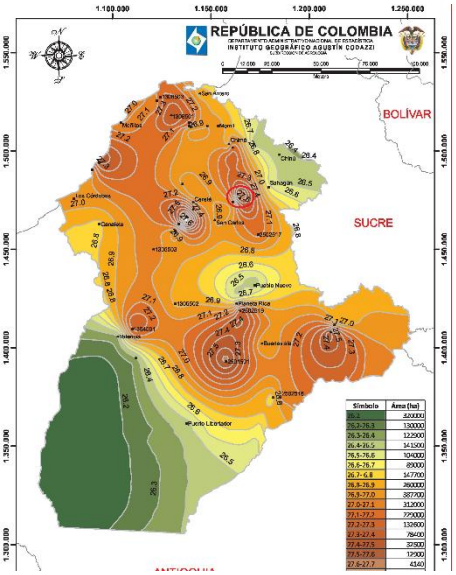


Fuente: Estudio general de suelos y zonificación de tierras del Departamento de Córdoba, IGAC.

La distribución de las lluvias en el departamento de Córdoba está determinada por el paso anual de la Centro de Convergencia Intertropical (CIT). Durante el tiempo anticiclónico, que suele ocurrir en los primeros meses del año, la CIT se ubica al sur del Ecuador térmico, lo que genera un clima soleado y seco. A medida que avanza hacia el norte en marzo, provoca un clima ciclónico en el sur del país, mientras que la región del Caribe, incluyendo Córdoba, experimenta buen tiempo. La temporada ciclónica en la costa Atlántica generalmente comienza en mayo. Durante la segunda mitad del año, la CIT avanza hacia el norte, alcanzando su máxima actividad en septiembre y octubre, a veces hasta noviembre.

En consecuencia, Córdoba experimenta dos temporadas de lluvias: una más pronunciada en abril y mayo, y otra entre septiembre y noviembre. Además, hay una temporada con lluvias de menor intensidad entre junio y agosto, seguida por una temporada seca de diciembre a marzo. El municipio presenta una altura promedio de 25 msnm, con precipitación media anual de 1156 mm.

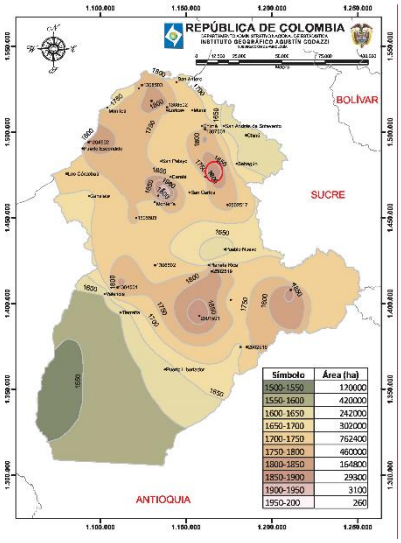
Ilustración 5. Mapa de temperatura del departamento de Córdoba.



Fuente: Estudio general de suelos y zonificación de tierras del Departamento de Córdoba, IGAC.

El municipio presenta una temperatura promedio de 26.9°C, con variaciones en temperatura menores a 1°C.

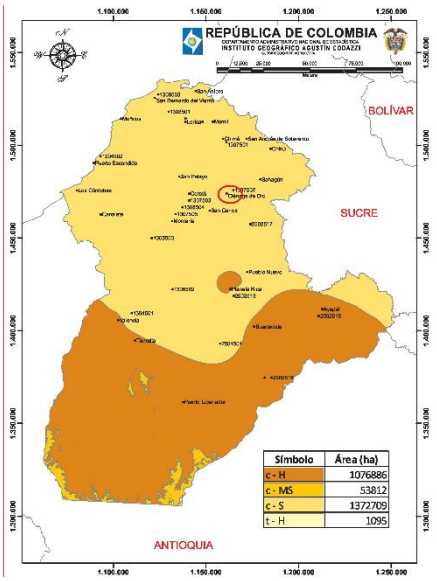
Ilustración 6. Mapa de Temperatura del departamento de Córdoba.



Fuente: Estudio general de suelos y zonificación de tierras del Departamento de Córdoba, IGAC.

La evapotranspiración potencial (ETP) es un componente vital del balance hídrico climático, utilizado para estimar las pérdidas de agua en la superficie del suelo. Esta medida es fundamental para calcular la disponibilidad de agua en el suelo, crucial para el desarrollo y la producción de las plantas.

Ilustración 7. Mapa de zonificación climática del departamento de Córdoba.



Fuente: Estudio general de suelos y zonificación de tierras del Departamento de Córdoba, IGAC.

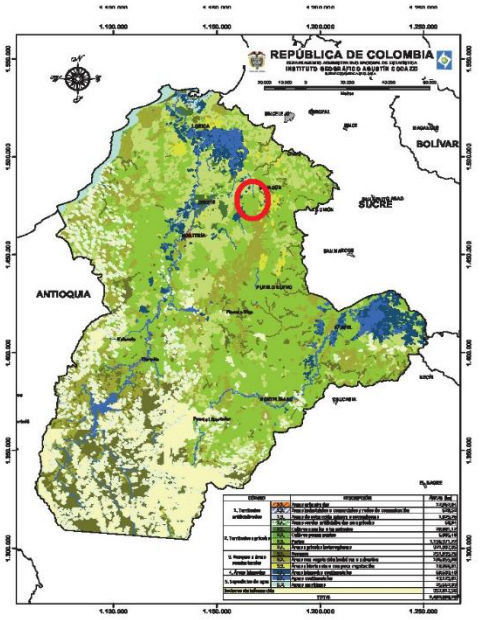
El municipio y hacia el norte del departamento se presenta un aumento de los valores de ETP. El Valor de evapotranspiración potencial del municipio es de 1711.4 mm.

En base a los parámetros obtenidos y la clasificación propuesta por el IGAC, el municipio se ubica en un clima Cálido-seco. Esta unidad climática es representativa del sector norte del departamento.

6.1.2. VEGETACIÓN

Por medio del sistema de clasificación y metodología de Corine Land Cover, el cual se utiliza para realizar el inventario de coberturas de la tierra, se tiene que el municipio presenta cobertura vegetal predominante de cultivos anuales o transitorios, áreas agrícolas heterogéneas, Cultivos Permanentes y áreas húmedas continentales

Ilustración 8. Mapa de cobertura vegetal del departamento de Córdoba.



Fuente: Estudio general de suelos y zonificación de tierras del Departamento de Córdoba, IGAC.

Cultivos anuales o transitorios: Estas áreas son ocupadas por cultivos de ciclo vegetativo corto, que generalmente dura un año o menos, a veces solo unos pocos meses. Después de la cosecha, es necesario volver a sembrar o plantar para mantener la producción. Esto incluye tierras dedicadas a cultivos anuales o transitorios.

Áreas agrícolas heterogéneas: Estas áreas se caracterizan por su diversidad en la cobertura, que puede deberse al tamaño reducido de los terrenos, a condiciones climáticas locales o a características del suelo que dificultan la delimitación de unidades cartográficas homogéneas.

Cultivos Permanentes: Los cultivos permanentes son aquellos cuyo ciclo vegetativo excede un año y permiten cosechas sucesivas sin necesidad de replantación. En esta categoría se incluyen especies herbáceas como la caña de azúcar, el plátano y el banano; así como arbustivas y arbóreas, entre ellas la palma de aceite y los árboles frutales. Su estabilidad en el uso del suelo y su producción continua los convierten en sistemas agrícolas de alto valor económico y comercial.

Aguas Húmedas continentales: Tierras bajas son áreas que comúnmente se inundan durante el año y pueden formarse a partir de zonas de inundación de ríos, depresiones

donde el agua subterránea aflora de manera estacional o permanente. Estas áreas incluyen hondonadas donde el agua se acumula naturalmente, a menudo con suelos fangosos o arcillosos en el fondo.

6.2. CARACTERÍSTICAS GEOMORFOLÓGICAS.

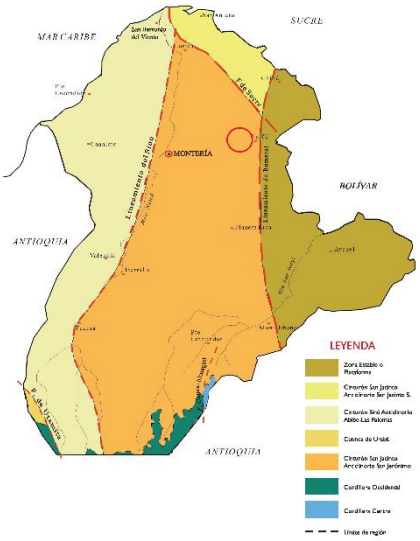
Para el presente estudio se tomó como base de investigación del subsuelo los estudios realizados por el instituto geográfico Agustín Codazzi, Estudio general de suelos y zonificación de tierras del Departamento de Córdoba.

La geomorfología, como disciplina integrante de la geografía y la geología, se dedica al estudio de las formas de la superficie terrestre, investigando su origen y su comportamiento en la actualidad.

El departamento de Córdoba se divide en 5 regiones geotécnicas, propuestas por INGEOMINAS, que presentan una evolución geológica diferente, entre estas encontramos la cuenca de Urabá, cordilleras Occidental y central, Cinturón Sinú, Cinturón de San Jacinto y los diversos depósitos del Cuaternario.

El municipio se ubica en el Cinturón de San Jacinto y las unidades litoestratigráficas del anticlinorio de San Jerónimo conformado por rocas ígneas y rocas sedimentarias. (Ver Ilustración 9).

Ilustración 9. Subdivisión del departamento de Córdoba por regiones geotécnicas.

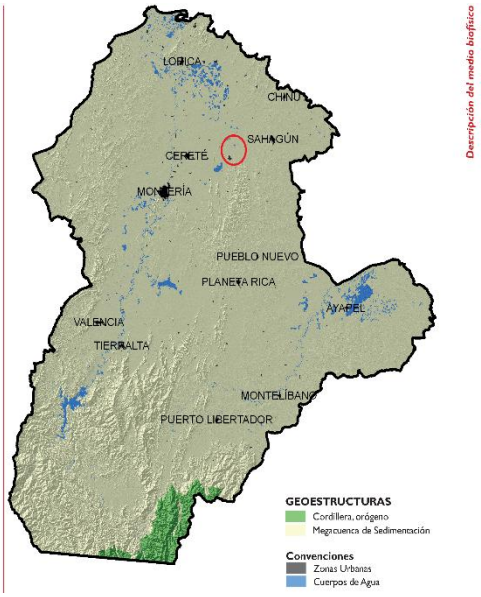


Fuente: Estudio general de suelos y zonificación de tierras del Departamento de Córdoba, IGAC.

6.2.1. GEOESTRUCTURÁS Y AMBIENTE MORFOMÉTRICO

A Nivel regional, en Córdoba, se aprecian dos grandes geoestructurás La cordillera y la Megacuenca de Sedimentación. El municipio se encuentra en la Megacuenca de Sedimentación, esta se encuentra al norte y occidente de la Cordillera y se extiende hasta el mar caribe, cubriendo 23.788.87 Km^{2,} lo que equivale al 95.4% del territorio departamental (Ver Ilustración 10)

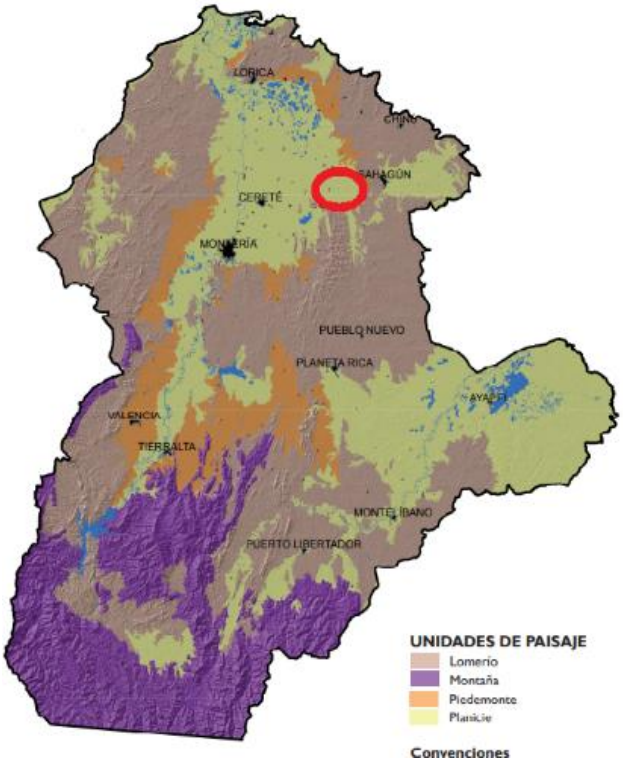
Ilustración 10. Mapa geoestructurás de Córdoba.



Fuente: Estudio general de suelos y zonificación de tierras del Departamento de Córdoba, IGAC.

En esta estructura geográfica se distinguen dos principales unidades: la primera comprende un sistema de colinas, piedemontes y parte de las montañas, abarcando un área de 16.412 km^2. Estas características se encuentran en los flancos y la parte centro-sur del departamento, correspondiendo geográficamente a las terminaciones de las cordilleras mencionadas anteriormente. La segunda unidad corresponde a la región centro-norte del departamento, caracterizada por extensas llanuras que cubren un área de 7.376 km^2; el resto del territorio está ocupado por cuerpos de agua y áreas urbanizadas.

Ilustración 11. Mapa de geomorfología del departamento de Córdoba.



Fuente: Estudio general de suelos y zonificación de tierras del Departamento de Córdoba, IGAC.r c

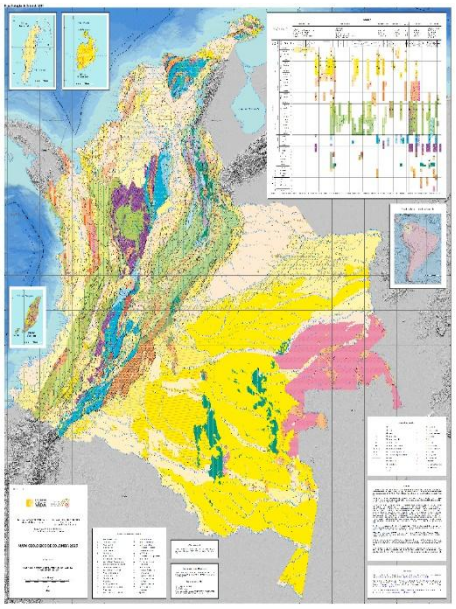
El municipio presenta una unidad de paisaje de planicie, la cual es una geoforma agradacional caracterizada por ser una zona amplia y plana a ligeramente plana, cuyas pendientes son menores de 3%. Corresponde a los diferentes aportes de origen aluvial, marino o eólico.

La Megacuenca está compuesta por rocas sedimentarias continentales y marinas que datan del Cretáceo-Neógeno, junto con amplios depósitos del Cuaternario, de naturaleza aluvial, fluvio-lacustre, fluvio-marina y marina. Esta combinación da lugar a un entorno morfogenético deposicional.

6.3. GEOLOGÍA.

Para la identificación de las formaciones geológicas dentro de la ubicación del proyecto, se emplearon mapas geológicos elaborados por el Servicio Geológico Colombiano.

Ilustración 12. Mapa geológico de Colombia 2023.



Fuente: Portal servicio geológico colombiano.

Estas representaciones cartográficas brindan una visión detallada de las características geológicas presentes en la zona, suministrando información esencial para comprender el entorno (Ver Ilustración 12).

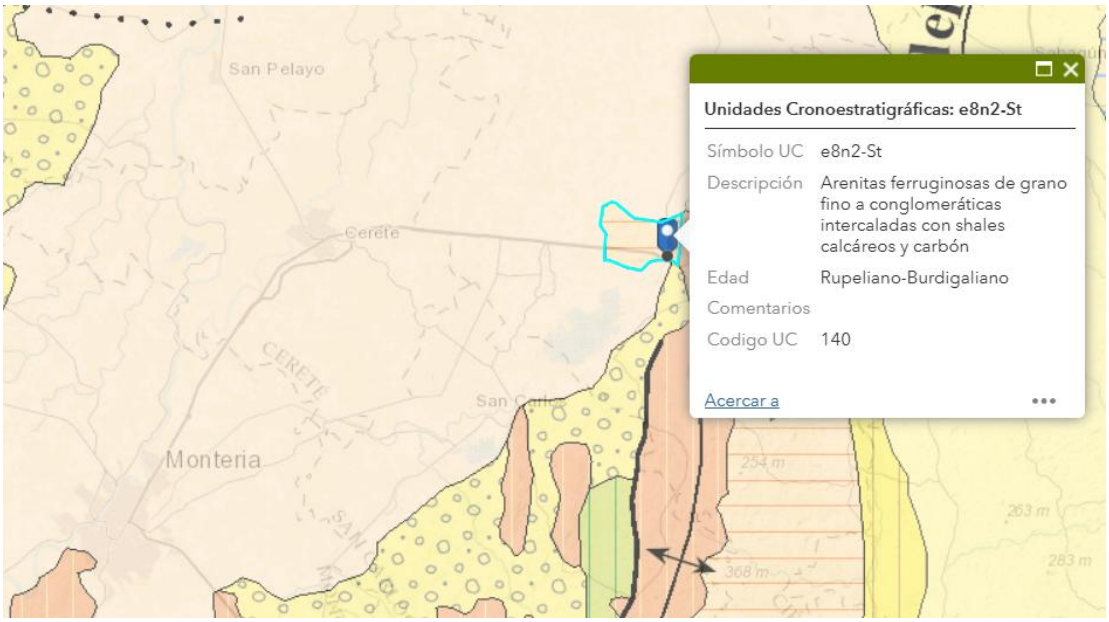
Ilustración 13. Localización de la zona de estudio.



Fuente: Portal servicio geológico colombiano.

Los suelos que componen la zona de estudio se encuentran dentro de la región geológica representada en la Ilustración 13 la cual se describe detalladamente a continuación:

Ilustración 14. Descripción de la geología de la zona de estudio



Fuente: Portal servicio geológico colombiano.

La zona geológica descrita corresponde a una formación de arenitas ferruginosas de grano fino a conglomeráticas intercaladas con sales calcáreos y carbón.

La descripción geológica indica que la zona está compuesta por una formación sedimentaria caracterizada por la presencia de arenitas ferruginosas, es decir, rocas sedimentarias formadas predominantemente por granos de arena cementados con óxidos e hidróxidos de hierro, lo que les confiere una coloración rojiza o parda y una notable resistencia mecánica. Estas arenitas pueden variar en granulometría desde finas hasta conglomeráticas, lo que sugiere un ambiente de deposición con fluctuaciones en la energía del medio de transporte.

La presencia de intercalaciones de sales calcáreas y carbón indica episodios de sedimentación en diferentes condiciones ambientales. Las sales calcáreas pueden estar relacionadas con la precipitación de carbonatos en ambientes marinos someros, lagunares o evaporíticos, mientras que la presencia de carbón sugiere periodos en los que existió acumulación de materia orgánica bajo condiciones anóxicas, típicas de ambientes pantanosos o de marismas con alta productividad vegetal.

7. ESTUDIO GEOTÉCNICO Y DE SUELOS.

En este apartado, se abordará el estudio geotécnico de la zona de estudio, conceptualizado, en términos generales, como una evaluación sistemática destinada a comprender las propiedades y comportamientos geotécnicos del suelo y subsuelo en

una región específica. Dicho análisis implica la recopilación y el análisis minucioso de datos vinculados a la resistencia del suelo, su capacidad de carga, características hidrogeológicas y otros aspectos geotécnicos cruciales. El enfoque principal se centrará en proporcionar una comprensión adecuada del suelo para respaldar estructuras, evaluar riesgos geotécnicos y suministrar información clave para la toma de decisiones en la planificación y desarrollo del proyecto.

7.1. EXPLORACIÓN EN CAMPO.

El estudio geotécnico es el conjunto de actividades que comprenden el reconocimiento de campo, la investigación del subsuelo, los análisis y recomendaciones de ingeniería necesarios para el diseño y construcción de las obras en contacto con el suelo, de tal forma que se garantice un comportamiento adecuado de la edificación, protegiendo ante todo la integridad de las personas ante cualquier fenómeno externo, además de proteger vías, instalaciones de servicios públicos, predio y construcciones vecinas. La investigación del subsuelo comprende el estudio y el conocimiento del origen geológico, la exploración del subsuelo (apiques, tricheras, sondeos) y los ensayos y pruebas de campo y laboratorio necesarios para identificar y clasificar los diferentes suelos y rocas y cuantificar las características físico-mecánicas e hidráulicas del subsuelo. Los análisis y recomendaciones consisten en la interpretación técnica conducente a la caracterización del subsuelo y la evaluación de posibles mecanismos de falla y de deformación para suministrar los parámetros y las recomendaciones y de otras obras en el terreno influenciadas por factores geotécnicos.

Tabla 2. Ubicación e información general de los Sondeos.

SONDEO	PROF	N. FREÁTICO	LATITUD	LONGITUD
-	(m)	(m)	-	-
1 Muro	10.00	3.60	8°52'25.655"N	75°37'30.81"W
2 Muro	10.00	4.10	8°52'26.707"N	75°37'31.57"W

Fuente: Elaborado por la presente consultoría, Excel.

Con el propósito de determinar las características geomecánicas del subsuelo, se llevaron a cabo 2 sondeos mediante el ensayo de penetración estándar (SPT) con una profundidad promedio de 10.00 m, orientados al diseño del muro. La ubicación exacta de estos ensayos se puede observar en Tabla 2 e Ilustración 15.

Ilustración 15. Vista en imagen satelital de la ubicación de los apiques y sondeos.



Fuente: Elaborado por la presente consultoría, Google Earth Pro.

7.1.1. RECONOCIMIENTO EN CAMPO.

Previo al inicio de los trabajos de exploración, se realizó un reconocimiento de área del proyecto para identificar posibles fenómenos que puedan afectar las estructuras proyectadas durante su operación o construcción. Se observa que la capa superficial consiste en material vegetal, el cual deberá ser removido en su totalidad.

7.2. ENSAYOS DE LABORATORIO.

Se procedió a clasificar los suelos identificados utilizando tanto el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (USCS) como el sistema de la AASHTO. La evaluación de las características de resistencia mecánica del suelo se llevó a cabo mediante la realización de los siguientes ensayos de laboratorio:

- Determinación de humedad.
- Medición de los límites líquido y plástico.
- Análisis granulométrico.
- Clasificación.

Estos ensayos, que abarcan diversas propiedades del suelo, proporcionan información crucial para comprender sus características geotécnicas

7.2.1. NORMATIVIDAD DE ENSAYOS DE LABORATORIO.

Los ensayos realizados en laboratorio de las muestras obtenidas en los apiques hechos en campo se rigen bajo las siguientes normas:

1 Determinación de humedad: NTC 1495 ASTM D2216
2 Limite plástico: NTC 1493 ASTM D4318
3 Limite liquido: NTC 1493 ASTM D4318
4 Granulometría: NTC 77 ASTM D421-58
5 Clasificación: NTC 1504 ASTM D4318

7.3. CARACTERIZACIÓN DEL SUBSUELO.

7.3.1. DESCRIPCIÓN DE LOS SONDEOS Y APIQUES.

En este numeral se presenta descripción de los sondeos obtenidos y resultados de los ensayos de laboratorio:

SONDEO 1

Tabla 3. Resumen de sondeo 1.

SONDEO	PROF	Y	w	LL	LP	P. N°200	PLASTICIDAD	CONSISTENCIA	COMPACIDAD	SUELO
-	m	KN/m3	%	%	%	%	-	Arcillas	GRAVAS Y ARENAS	Sucs
1 Muro	1.00	19.95	17.10	36.70	11.80	86.10	MEDIA	MUY BLANDA	-	ML
1 Muro	2.00	19.47	12.30	38.80	13.30	79.60	MEDIA	BLANDA	-	ML
1 Muro	3.00	18.69	21.60	43.00	16.50	81.40	MEDIA	BLANDA	-	ML
1 Muro	4.00	19.40	18.90	35.90	11.80	85.60	MEDIA	RIGIDEZ MEDIA	-	ML
1 Muro	5.00	19.62	16.30	36.60	9.60	72.50	MEDIA	RIGIDEZ MEDIA	-	ML
1 Muro	6.00	19.23	20.20	34.80	7.40	56.70	MEDIA	RÍGIDA	-	ML
1 Muro	7.00	18.91	18.20	0.00	0.00	21.30	BAJA	-	FIRME	SM
1 Muro	8.00	18.96	18.50	0.00	0.00	13.70	BAJA	-	FIRME	SM
1 Muro	9.00	18.82	17.60	0.00	0.00	7.60	BAJA	-	FIRME	SP
1 Muro	10.00	19.52	22.00	0.00	0.00	10.10	BAJA	-	FIRME	SP

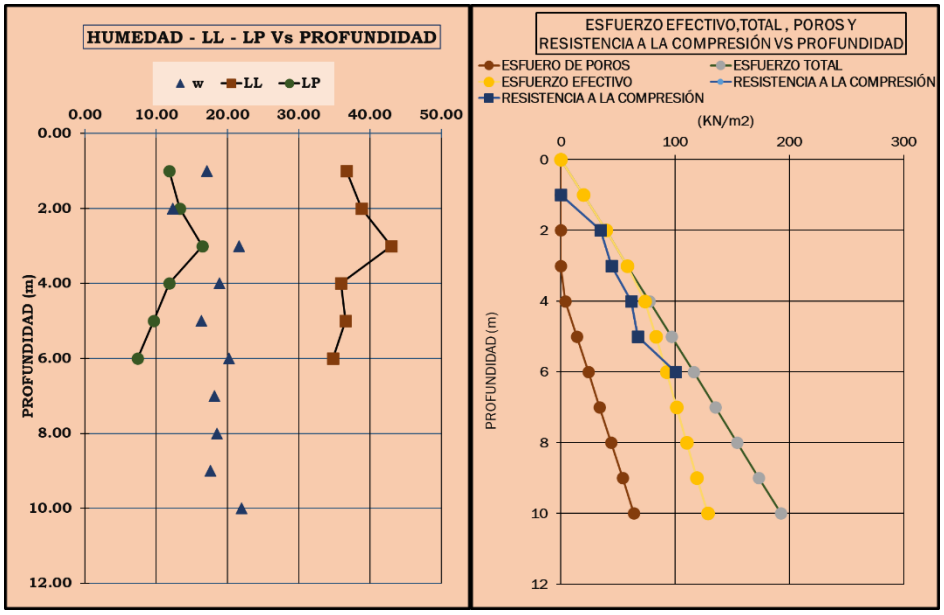
Fuente: Elaborado por la presente consultoría, Excel.

Las humedades de los materiales van de 12.30% al 22.00%

Se presencio nivel freático a los 3.60 m de profundidad.

En la Ilustración 16 se presentan la humedad, limite líquido, limite plástico, esfuerzo efecto, poros y resistencia a la compresión a distintivas profundidades.

Ilustración 16. Humedad, LL, LP, esfuerzo efectivo, poros y resistencia a la compresión Vs Profundidad del Sondeos 1



Fuente: Elaborado por la presente consultoría, Excel.

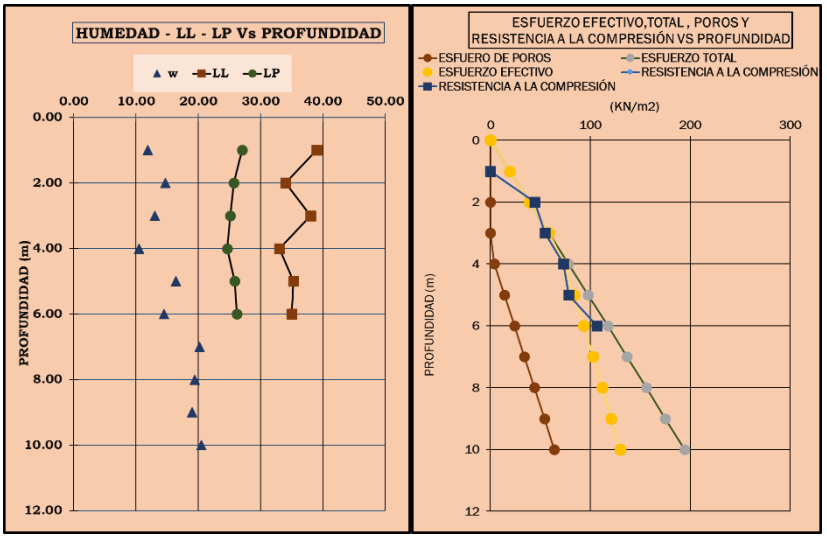
SONDEO 2

Tabla 4. Resumen de sondeo 2.

SONDEO	PROF	Y	w	LL	LP	P. N°200	PLASTICIDAD	CONSISTENCIA	COMPACIDAD	SUELO
-	m	KN/m3	%	%	%	%	-	Arcillas	GRAVAS Y ARENAS	Sucs
2 Muro	1.00	19.47	11.90	39.00	27.00	78.70	MEDIA	MUY BLANDA	-	**ML**
2 Muro	2.00	19.51	14.70	34.00	25.70	58.70	MEDIA	BLANDA	-	**ML**
2 Muro	3.00	19.68	13.00	38.00	25.10	65.90	MEDIA	RIGIDEZ MEDIA	-	**ML**
2 Muro	4.00	19.43	10.50	33.00	24.60	71.80	MEDIA	RIGIDEZ MEDIA	-	**ML**
2 Muro	5.00	19.72	16.40	35.30	25.80	77.80	MEDIA	RIGIDEZ MEDIA	-	**ML**
2 Muro	6.00	19.72	14.50	35.00	26.20	56.50	MEDIA	RÍGIDA	-	**ML**
2 Muro	7.00	19.23	20.20	0.00	0.00	25.10	BAJA	-	FIRME	**SM**
2 Muro	8.00	19.10	19.40	0.00	0.00	21.50	BAJA	-	FIRME	**SM**
2 Muro	9.00	19.04	19.00	0.00	0.00	9.80	BAJA	-	FIRME	**SP**
2 Muro	10.00	19.28	20.50	0.00	0.00	10.80	BAJA	-	FIRME	**SP**

Fuente: Elaborado por la presente consultoría, Excel.

Ilustración 17. Humedad, LL, LP, esfuerzo efectivo, poros y resistencia a la compresión Vs Profundidad del Sondeos 2



Fuente: Elaborado por la presente consultoría, Excel.

Las humedades de los materiales van de 10.50% al 20.50%

Se presencio nivel freático a los 4.10 m de profundidad.

En la Ilustración 17 se presentan la humedad, limite líquido, limite plástico, esfuerzo efecto, poros y resistencia a la compresión a distintivas profundidades.

7.4. CONDICIONES ESPECIALES DEL SUELO.

Teniendo las propiedades mecánicas de los tipos de suelo en el presente numeral se destaca la identificación y análisis de las condiciones especiales del suelo presente en el proyecto.

7.4.1. SUELOS CON POTENCIALMENTE EXPANSIVO.

Según la norma NSR-10 Las arcillas, en general, poseen la característica distintiva de contraerse al perder humedad y expandirse al recuperarla, dependiendo de las condiciones ambientales. Entre los minerales activos destacan la montmorillonita, la vermiculita y algunas variedades de haloisita, los cuales tienen la propiedad de "absorber" moléculas de agua en su propia estructura molecular.

Las consecuencias en edificaciones asentadas superficialmente sobre estos suelos se manifiestan gradualmente mediante fisuras, agrietamientos y desplazamientos coordinados de muros y elementos estructurales. Estos daños surgen debido a movimientos desiguales en sus cimientos, especialmente en años con periodos prolongados de verano e invierno, como los asociados con los fenómenos climáticos de El Niño y La Niña.

Tabla 5. Clasificación de los suelos expansivos.

Tabla H.9.1-1
Clasificación de suelos expansivos

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

Fuente: NSR-10

Para la determinación de suelos expansivo se hizo uso el criterio de la norma NSR-10(Ver Tabla 5), la cual reproducen los criterios de laboratorio más aceptados para el reconocimiento de los suelos expansivos basados en altos valores del límite líquido, del índice de plasticidad, contenido de partículas coloidales y bajos valores del límite de contracción.

La determinación del potencial a la expansión de los suelos se realizó por medio del análisis de los resultados de los límites de Atterberg y la ubicación de los mismo en la carta de plasticidad. De igual manera se utilizó el criterio del título H de la NSR-10.

Tabla 6.Potencial expansivo de los suelos Sondeos

SONDEO	PROF.	LL	SUELO	POTENCIAL
-	(m)	(%)	-	DE EXPANSIÓN
1 Muro	1.00	36.70	**ML**	**Bajo**
1 Muro	2.00	38.80	**ML**	**Bajo**
1 Muro	3.00	43.00	**ML**	**Medio**
1 Muro	4.00	35.90	**ML**	**Bajo**
1 Muro	5.00	36.60	**ML**	**Bajo**
1 Muro	6.00	34.80	**ML**	**Bajo**
2 Muro	1.00	39.00	**ML**	**Medio**
2 Muro	2.00	34.00	**ML**	**Bajo**
2 Muro	3.00	38.00	**ML**	**Bajo**
2 Muro	4.00	33.00	**ML**	**Bajo**
2 Muro	5.00	35.30	**ML**	**Bajo**

2 Muro	6.00	35.00	**ML**	**Bajo**

Fuente: Elaborado por la presente consultoría, Excel.

En base con los sondeos y apiques realizados se hace una evaluación cualitativa del potencial de expansión de los materiales que conforma el área en estudio. La determinación del potencial a la expansión de los suelos se realizó por medio del análisis de los resultados de los límites de Atterberg y la ubicación de los mismo en la carta de plasticidad. De igual manera se utilizó el criterio del título H de la NSR-10. Teniendo en cuenta las características físicas de los suelos del sitio se puede concluir que el material que conforma el área de estudio presenta suelos con susceptibilidad de expansión de bajo a medio, por lo tanto, su potencial de expansivo no refleja un peligro para las estructuras.

7.4.2. SUELOS COLAPSABLES.

Los suelos colapsables se caracterizan por poseer una estructura muy abierta y suelta, y su estabilidad está vinculada al estado de sequedad en la atmósfera. Inicialmente, al ser depositados por vías acuosas o eólicas (lo que contribuye a su formación), carecen de cohesión, pero eventualmente se cementan ligeramente gracias a cristales de sulfatos o al rellenarse sus intersticios con partículas más finas. Este proceso confiere a estos suelos, en condiciones secas, una resistencia apreciable.

Estos suelos, catalogados como geotécnicamente metaestables, exhiben un comportamiento que varía en función del contenido de humedad. A medida que este incrementa, la estructura inicial puede desintegrarse, dando lugar a una significativa disminución del volumen aparente (colapso) y, como consecuencia, un asentamiento (Ingeniería Geológica, Luis L. Gonzales de vallejo).

Una forma sencilla e indicativa de evaluar el potencial de colapso de un suelo es mediante la Ecuación 1, la cual especifica el peso específico seco natural del suelo necesario para su colapso.

$$\gamma_d \leq \frac{Gs\,\gamma_w}{1 + (LL)(\,Gs\,)}$$

Ecuación 1. Peso específico seco natural del suelo requerido para su colapso.

Se construyó la gráfica (Ver Ilustración 18. Potencial de colapso de los suelos) utilizando esta fórmula Ecuación 1, la cual facilita la evaluación del potencial de colapso de las muestras de suelo del proyecto. Esta gráfica define qué suelos poseen

una relación de vacíos que permitiría que su contenido de agua excediera el valor del límite líquido al saturarse.

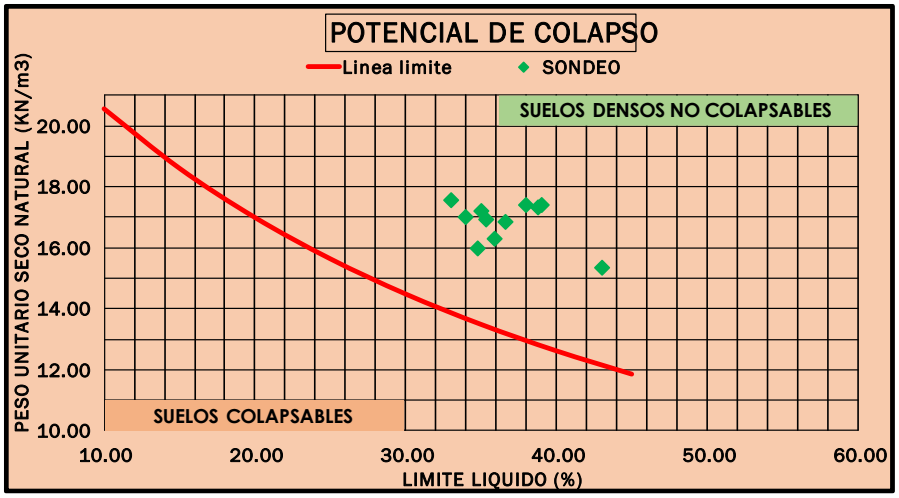
Tabla 7. Potencial de colapso de los suelos.

SONDEO	PROF.	SUELO	LL	POTENCIAL
(-)	(m)	(SUCS)	(%)	(DE COLAPSO)
1 Muro	1.00	ML	36.70	BAJO
1 Muro	2.00	ML	38.80	BAJO
1 Muro	3.00	ML	43.00	BAJO
1 Muro	4.00	ML	35.90	BAJO
1 Muro	5.00	ML	36.60	BAJO
1 Muro	6.00	ML	34.80	BAJO
2 Muro	1.00	ML	39.00	BAJO
2 Muro	2.00	ML	34.00	BAJO
2 Muro	3.00	ML	38.00	BAJO
2 Muro	4.00	ML	33.00	BAJO
2 Muro	5.00	ML	35.30	BAJO
2 Muro	6.00	ML	35.00	BAJO

Fuente: Elaborado por la presente consultoría, Excel.

De acuerdo con lo anterior, no se presentan materiales con potencial colapsable. Esto significa que, al saturarse, estos suelos no experimentan cambios volumétricos en su estructura, y, por lo tanto, no se esperan asentamientos asociados a este fenómeno.

Ilustración 18. Potencial de colapso de los suelos



Fuente: Elaborado por la presente consultoría, Excel.

7.4.3. SUELOS LICUABLES.

Estos suelos, caracterizados por tener un contenido principalmente areno-limoso, muestran un comportamiento peculiar cuando están saturados y se someten a esfuerzos cortantes anómalos o rápidos, como ocurre en sismos o movimientos cíclicos intensos. En estas circunstancias, donde la capacidad de drenaje es limitada, las presiones de poros pueden aumentar significativamente, llegando a valores cercanos a la presión total existente. En este escenario, la presión efectiva se anula prácticamente, lo que resulta en una pérdida de contacto entre los granos del suelo. Como consecuencia, la resistencia al corte desaparece y el material adquiere propiedades similares a las de un líquido. Esto se manifiesta en movimientos verticales y horizontales de la masa del suelo, dando lugar a deslizamientos o grandes asentamientos. (Ingeniería Geológica, Luis L. Gonzales de vallejo).

Para que exista licuefacción de suelos se necesita que existan los siguientes criterios:

Suelo arenoso o limoso

- Suelos de edad del holoceno
- Presencia del nivel freático
- Compacidad suelta o muy suelta
- Ubicación < 10. Por debajo de los 10 m de profundidad no se han dado licuefacciones.
- Terremoto o sismo igual o superior a 5.5.

La susceptibilidad a licuación del suelo se puede estimar a partir de diversos métodos, uno de los más utilizados es el método de Seed e Idriss (1971), en donde el suelo licua si la razón de tensión tangencial cíclica CSR (cyclic shear stress ratio) producida por un sismo es mayor que la resistencia a cortante del suelo.

$$CSR = \frac{\tau cm}{\sigma v'} = 0.65 \cdot \frac{\sigma v}{\sigma v'} \cdot \frac{amax}{g} \cdot rd$$

Ecuación 2. Tensión tangencial cíclica

Donde:

τcm: esfuerzo cortante ciclico medio.

σv': tensión efectiva.

σv: tensión total.

amax: aceleración máxima horizontal.

g= Aceleración de la gravedad

rd= Factor de reducción con la profundidad.

El método de Seed e Idriss , ha sido revisado por Youd e Idriss (2001). Para estimar la susceptibilidad a la licuación se requiere calcular el esfuerzo cortante cíclico (CSR) ejercido por el sismo sobre el terreno y la capacidad del suelo para resistir dicho esfuerzo (CRR). CSR se define igual que en el método inicial de Seed e Idriss, con la particularidad de que el valor de rd se modifica:

$$rd = 1 - 0.00765z \ \ para \ \ z < 9.2m$$

$$rd = 1.174 - 0.0267z \ \ para \ \ 9.2m < z < 23m$$

$$rd = 0.744 - 0.08 \ \ para \ \ 23m < z < 30m$$

$$rd = 0.5 \ \ para \ \ z > 30m$$

Para determinar CRR (Relación de esfuerzos cíclicos) a partir del N (número de penetración estándar) corregido (N1)60. Para el caso de arenas limpias, los autores recomiendan utilizar la ecuación propuesta por Rauch de la universidad de Texas:

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

Ecuación 3. Relación de esfuerzos cíclicos

Además, para aplicar el procedimiento es necesario factores de escala por magnitud del sismo (MSF), presentados a continuación:

Tabla 8 . Factores de escala por magnitud del sismo.

FACTORES DE ESCALA POR MAGNITUD DEL SISMO SEGÚN: ANDRUS Y STOKOE (1997)							
MAGNITUD	**5.50**	**6.00**	**6.50**	**7.00**	**7.50**	**8.00**	**8.50**
MSF	2.80	2.10	1.60	1.25	1.00	0.80	0.65

Fuente: Andrus y Stokoe(1997).

Donde el factor de seguridad es:

$$Fs = \frac{MSF}{\left({}^{CRR_{7.5}}/_{CSR}\right)}$$

Ecuación 4. Factor de seguridad de potencial de licuación.

De acuerdo con el factor de seguridad básico mínimo directo recomendado en el titulo H de la NSR-10, igual a 1.05, el suelo se encuentra seguro ante sismos hasta de magnitud 8.00 en la escala de Richter.

Los resultados obtenidos para el proyecto se presentan a continuación:

Tabla 9. Potencial de licuefacción del suelo del proyecto.

Sondeo	SUELO	Prof [m]	CRR7.5/CSR	FS8.0
1 Muro	**ML**	4.00	1.59	1.27
1 Muro	**ML**	5.00	1.53	1.23
1 Muro	**ML**	6.00	1.92	1.54
1 Muro	**SM**	7.00	2.19	1.76
1 Muro	**SM**	8.00	2.22	1.77
1 Muro	**SP**	9.00	2.34	1.87
1 Muro	**SP**	10.00	2.55	2.04
2 Muro	**ML**	4.00	1.78	1.42
2 Muro	**ML**	5.00	1.71	1.37
2 Muro	**ML**	6.00	2.02	1.62
2 Muro	**SM**	7.00	2.00	1.60
2 Muro	**SM**	8.00	2.12	1.69
2 Muro	**SP**	9.00	2.16	1.73
2 Muro	**SP**	10.00	2.36	1.89

Fuente: Elaborado por la presente consultoría, Excel.

7.5. PERFIL DE SUELO.

Según la NSR-10 en el titulo A, el procedimiento para definir el perfil es el siguiente (Ver Tabla 10):

- Paso 1: Verificación de Categorías F

Primero, se verifica si el suelo cae dentro de la clasificación de alguna categoría de perfil de suelo tipo F. En caso afirmativo, se realiza un estudio sísmico específico en el sitio

- Paso 2: Identificación de Arcilla Blanda

Seguidamente, se determina la presencia de estratos de arcilla blanda. Se define como arcilla blanda aquella con resistencia al corte no drenado inferior a 50 kPa, contenido de agua superior al 40%, y un índice de plasticidad mayor a 20. Si hay un espesor total de 3 m o más de estratos de arcilla que cumplen con estas condiciones, el perfil se clasifica como tipo E.

- Paso 3: Clasificación del Perfil

En este paso, se utiliza uno de tres criterios para clasificar el perfil: velocidad de onda (vs), número de golpes (N), o la consideración conjunta de Nch y Su. La elección del criterio aplicable sigue estas pautas:

-Si se dispone de vs, prevalecerá la clasificación basada en este criterio.

-En caso de no contar con vs, se puede utilizar el criterio basado en Nch, que involucra todos los estratos del perfil.

-Alternativamente, se puede emplear el criterio basado en la consideración conjunta de su (para la fracción de suelos cohesivos) y N (para la fracción de suelos no cohesivos). En este último caso, si las dos evaluaciones respectivas indican perfiles diferentes, se selecciona el perfil de suelos más blandos.

Tabla 10.Clasificación de perfil de suelo.

Tabla A.2.4-1
Clasificación de los perfiles de suelo

Tipo de perfil	Descripción	Definición
A	Perfil de roca competente	$\overline{v}_s \geq 1500$ m/s
B	Perfil de roca de rigidez media	1500 m/s > $\overline{v}_s \geq 760$ 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> $\overline{v}_s \geq 360$ m/s
	perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con cualquiera de los dos criterios	$\overline{N} \geq 50$, o $\overline{s}_u \geq 100$ 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 > $\overline{v}_s \geq 180$ m/s
	perfiles de suelos rígidos que cumplan cualquiera de las dos condiciones	50 > $\overline{N} \geq 15$, o 100 kPa (≈1 kgf/cm²) > $\overline{s}_u \geq 50$ kPa (≈0.5 kgf/cm²)
E	Perfil que cumpla el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	180 m/s > $\overline{v}_s$
	perfil que contiene un espesor total **H** mayor de 3 m de arcillas blandas	**IP** > 20 **w** ≥ 40% 50 kPa (≈0.50 kgf/cm²) > $\overline{s}_u$
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: Titulo A de la NSR-10

Considerando la geología de la zona del proyecto, el tipo de suelo por debajo de la fundación y el número de golpes presentados por cada estrato, el perfil de suelo esta categorizado como tipo E, el perfil es obtenido mediante la siguiente ecuación:

$$\overline{N} = \frac{\sum_{i=1}^{n} di}{\sum_{i=1}^{n} \frac{di}{Ni}}$$

Ecuación 5. Número medio de golpes.

N_i: número de golpes por píe obtenidos en el ensayo de penetración estándar, realizado in situ de acuerdo con la norma ASTM D1586, haciendo corrección por energía N60, correspondiente al estrato i . El valor de i N a emplear para obtener el valor medio, no debe exceder 100.

$\bar{N}$: número de golpes promedio del Ensayo de Penetración Estándar (SPT) en golpes/píe, (Norma ASTM D 1586) para los 30 m superiores del perfil de suelo

di: Espesor del estrato.

De lo anterior se tiene los siguientes cálculos.

Tabla 11. Numero de golpes promedio, sondeo 1.

SONDEO 1 Muro			
Ncorr (Ni)	**Prof**	**Espesor (di)**	**di/Ni**
#	**m**	**m**	**-**
0.00	1.00	1.00	0.00
3.94	2.00	1.00	3.94
5.06	3.00	1.00	5.06
7.01	4.00	1.00	7.01
7.65	5.00	1.00	7.65
11.40	6.00	1.00	11.40
14.16	7.00	1.00	14.16
14.93	8.00	1.00	14.93
16.32	9.00	1.00	16.32
17.86	10.00	1.00	17.86
∑SUMATORIA		**10.00**	**98.34**
N=∑di/∑di/Ni			**9.83**

Fuente: Elaborado por la presente consultoría, Excel.

Tabla 12. Numero de golpes promedio, sondeo 2.

SONDEO 2 Muro			
Ncorr (Ni)	**Prof**	**Espesor (di)**	**di/Ni**
#	**m**	**m**	**-**
0.00	1.00	1.00	0.00
5.06	2.00	1.00	5.06
6.19	3.00	1.00	6.19
8.29	4.00	1.00	8.29
8.93	5.00	1.00	8.93
12.11	6.00	1.00	12.11
12.65	7.00	1.00	12.65
14.15	8.00	1.00	14.15
14.90	9.00	1.00	14.90

16.43	10.00	1.00	16.43
∑SUMATORIA		**10.00**	**98.71**
N=∑di/∑di/Ni			**9.87**

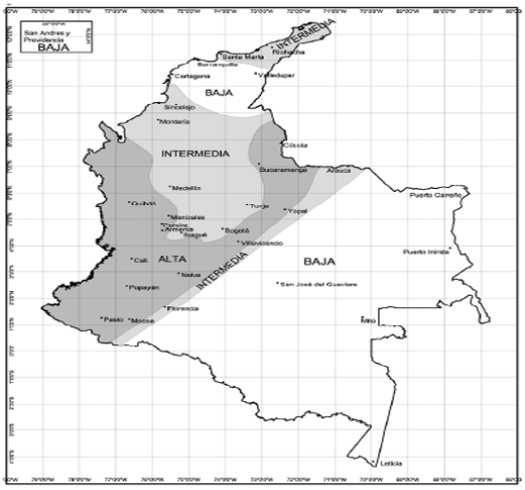
Fuente: Elaborado por la presente consultoría, Excel.

7.6. SISMICIDAD.

7.6.1. ZONA DE AMENAZA SÍSMICA.

La norma colombiana de construcción sismo resistente NSR-10 en el titulo A, clasifica al municipio, en una zona de amenaza intermedia (ver Ilustración 19)

Ilustración 19. Zonas de amanezcas sísmicas de Colombia.



Fuente: Titulo A de la NSR-10

7.6.2. COEFICIENTES SÍSMICOS.

Los coeficientes sísmicos se presentan a continuación (Ver Ilustración 20)

- Aa (Coeficiente de aceleración pico efectiva) = 0.10
- Av (Coeficiente que representa la velocidad horizontal pico de diseño) = 0.15
- Ad (Coeficiente que representa la aceleración pico efectiva para el umbral de daño) = 0.0z
- Ae (Coeficiente de aceleración pico efectiva para diseño con seguridad limitada) = 0.08

Ilustración 20. Valores de Aa, Av, Ae y Ad.

Municipio	Código Municipio	A_a	A_v	Zona de Amenaza Sísmica	A_e	A_d
Ciénaga de Oro	23189	0.10	0.15	Intermedia	0.08	0.04

Fuente: Titulo A de la NSR-10

7.6.3. COEFICIENTE FA Y FV.

- El coeficiente de amplificación que afecta la aceleración en la zona de períodos cortos, debida a los efectos de sitio, adimensional (Fa).
- El coeficiente de amplificación que afecta la aceleración en la zona de períodos intermedios, debida a los efectos de sitio, adimensional (Fv)

Tabla 13. Coeficiente Fa.

Tipo de perfil	Intensidad de los movimientos coeficiente Fa					Valor del proyecto	
	Aa<=	Aa=	Aa=	Aa=	Aa=	Aa=	
	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.1	
A	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	Fa=	0.80
B	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	Fa=	1.00
C	1.20	1.20	1.10	1.00	1.00	Fa=	1.20
D	1.60	1.40	1.20	1.10	1.00	Fa=	1.60
E	2.50	1.70	1.20	0.90	0.90	Fa=	2.50
F	Véase Nota	Véase Nota	Véase Nota	Véase Nota	Véase Nota		

Fuente: Titulo A de la NSR-10

Tabla 14. Coeficiente Fv.

Tipo de perfil	Intensidad de los movimientos coeficiente Fv					Valor del proyecto	
	Av<=	Av=	Av=	Av=	Av=	Av=	
	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.15	
A	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	Fa=	0.80
B	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	Fa=	1.00
C	1.70	1.60	1.50	1.40	1.30	Fa=	1.65
D	2.40	2.00	1.80	1.60	1.50	Fa=	2.20
E	3.50	3.20	2.80	2.40	2.40	Fa=	3.35
F	Véase Nota	Véase Nota	Véase Nota	Véase Nota	Véase Nota		

Fuente: Titulo A de la NSR-10

Se recomienda trabajar con los coeficientes Fa = 2.50 y Fv= 3.35

8. DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS DE DISEÑO.

Para efectos del presente estudio, la caracterización geomecánica y capacidad de carga se realizaron los siguientes cálculos y consideraciones:

CORRECCIÓN POR ENERGÍA Y CONFINAMIENTO DEL NÚMERO DE GOLPES DEL ENSAYO SPT

Se estandarizo el número de golpes de penetración estándar de campo asumiendo que la energía aplicada corresponde a la Ecuación 6.

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

Ecuación 6. Corrección por energía N60.

Donde:

N_{60}: número de penetración estándar, corregido por las condiciones en el campo.

N: número de penetración medido

η_H: eficiencia del martinete (%)

η_B: corrección por el diámetro de la perforación

η_S: corrección del muestreador

η_R: corrección por longitud de la barra

En suelos granulares, el valor de N se afecta por la presión de sobrecarga efectiva. Por esa razón, el valor de N60 obtenido en la exploración de campo ante presiones de sobrecarga efectiva diferentes se debe corregir el N60 para que quede en función del esfuerzo efectivo (Esta corrección se utiliza cuando se cuenta con materiales granulares o friccionantes (N1)60), Ver Ecuación 7 y Ecuación 8.

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

Ecuación 7. Corrección por confinamiento.

$$C_N = \sqrt{\frac{1}{\frac{\sigma'_0}{pa}}}$$

Ecuación 8. Factor de corrección por confinamiento.

Donde:

$(N_1)_{60}$: Corrección por confinamiento.

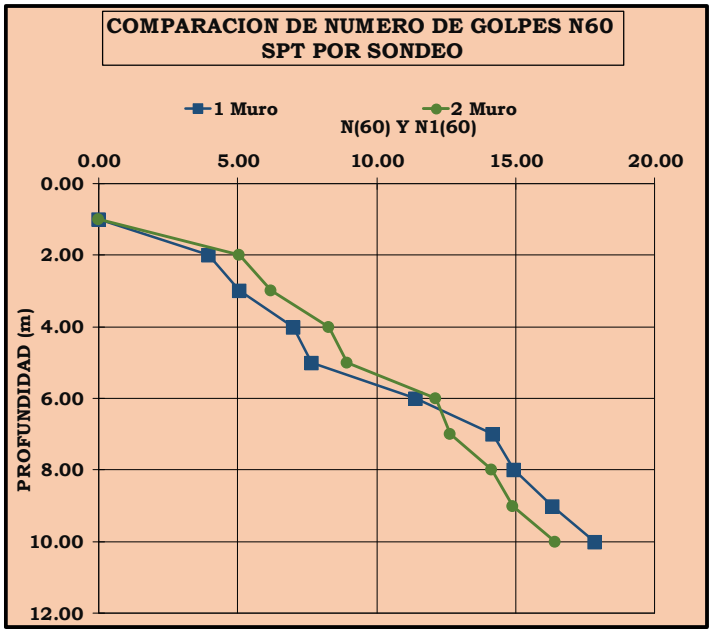
C_N: Factor de corrección.

σ'_o: Esfuerzo efectivo.

Pa: Presión atmosférica ≅ 100 KN/m2

Teniendo en cuenta las ecuaciones anteriormente mencionadas se obtuvieron los resultados de N corregidos, Ver Ilustración 21.

Ilustración 21. Resultados de N corregidos.



Fuente: Elaborado por la presente consultoría, Excel.

Los resultados arrojados presentan en número de golpes obtenidos a medida que se va profundizando.

9. PARÁMETROS DE RESISTENCIA AL CORTE.

Los resultados de laboratorio no son suficientes para establecer un perfil de diseño en la mayor parte de estudios, por lo que diversos autores en la literatura han planteado correlaciones para obtener los parámetros geotécnicos a partir del ensayo SPT.

- **Cohesión no drenada:** La cohesión no drenada se obtiene de los ensayos de compresión incofinada, debido a que la toma de muestras en todos los estratos aumentaría los costos y tiempo de la exploración se puede trabajar los resultados de laboratorio junto a las siguientes correlaciones y bajo el criterio

del diseñador. Stroud (1974) sugirió la siguiente correlación para muestras alteradas:

$$C_u = K * N_{60}$$

Ecuación 9. Correlación de cohesión no drenada y N_{60}

Donde:

K: constante 3.5-6.5 kN/m^2

N_{60}: número de penetración estándar obtenido en el campo, corregido por energía.

- **Angulo de fricción:** El ángulo de fricción de los suelos granulares, φ', se determinó mediante la correlación de Hatanaka y Uchida (1996), quienes proporcionaron una correlación simple entre φ' y $(N_1)_{60}$, que se puede expresar como:

$$\phi' = \sqrt{20(N_1)_{60} + 20}$$

Ecuación 10. Correlación entre Angulo de fricción y $(N_1)_{60}$.

Donde:

(N1)60: Corrección por confinamiento.

- **Módulos de elasticidad:** Los módulos de elasticidad del suelo se pueden obtener a partir de los valores de cohesión no drenada:

$$E_s = \beta * Cu$$

Ecuación 11. Módulo de elasticidad para arcillas

Donde:

β: 250-500 Para arcillas normalmente consolidadas y 750-1000 para arcillas preconsolidadas.

El módulo de elasticidad para las arenas es calculado con la siguiente correlación:

$$E_s = 0.5 * (N_{60} + 15)$$

Ecuación 12. Módulo de elasticidad para las arenas.

- **Relación de Poisson:** Los valores de relación de Poisson se obtiene de la Tabla 15**.**

A partir de las correlaciones anteriormente mencionadas y el análisis de los sondeos realizados se obtuvieron los perfiles de diseño y parámetros de diseño mostrados en la Tabla 16.

Tabla 15. Módulos de Poisson, para diferentes materiales.

Suelo	μ
Arcilla húmeda	0.10 - 0.30
Arcilla Arenosa	0.20 - 0.35
Arcilla Saturada	0.45 - 0.50
Limo	0.30 - 0.35
Limo saturado	0.45 - 0.50
Arena suelta	0.20 - 0.35
Arena Densa	0.30 - 0.40
Arena Fina	0.25
Arena Gruesa	0.15
Rocas	0.15 - 0.25
Loees	0.10 - 0.30
Concreto	0.15 - 0.25
Acero	0.28 - 0.31

Fuente: Crespo Villalaz, Mecánica de suelos y cimientos.

Tabla 16. Perfil de diseño y resultados de parámetros de resistencia al corte.

Perfil de suelo						
Clasificación	**Prof**	**Peso unitario**	**Angulo de fricción**	**Cohesión**	**Módulo de elasticidad**	**Módulo de Poisson**
Sucs	**m**	**KN/m3**	**°**	**KN/m2**	**KN/m2**	**-**
ML	2.00	19.47	-	17.33	10395.00	0.35
ML	3.00	18.69	-	22.28	13365.00	0.35
ML	4.00	19.40	-	30.86	18513.00	0.50
ML	5.00	19.62	-	33.66	20196.00	0.50
ML	6.00	19.23	-	50.16	25080.00	0.50
SM	7.00	18.91	29.57	-	17500.00	0.35
SM	8.00	18.96	29.96	-	18500.00	0.35
SP	9.00	18.82	30.65	-	20000.00	0.35
SP	10.00	19.52	31.37	-	21000.00	0.35

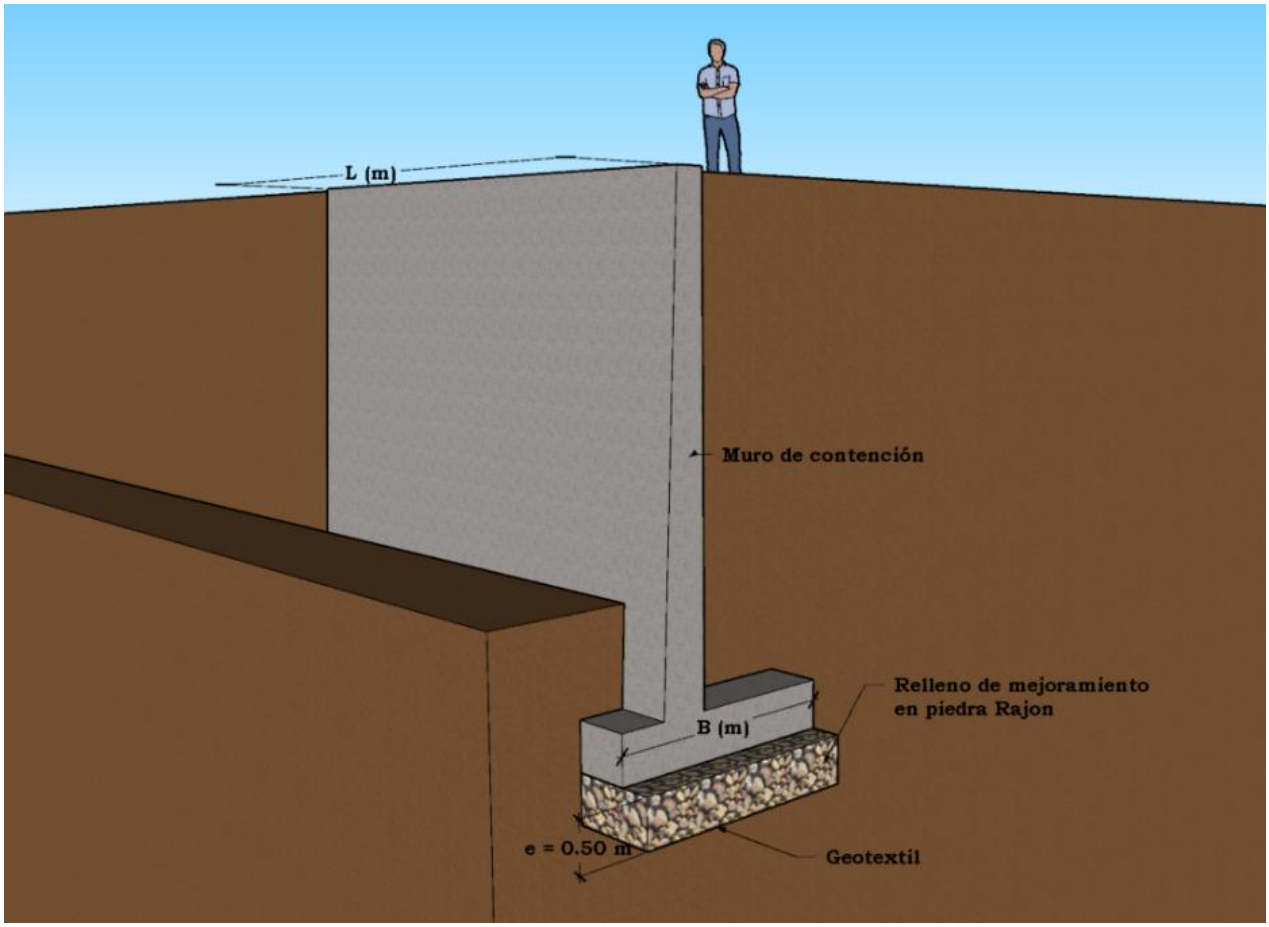
Fuente: Elaborado por la presente consultoría, Excel.

10. CIMENTACION DEL MURO

La evaluación de la capacidad de carga del muro se llevó a cabo variando el ancho de la cimentación en un rango de 1.00 a 3.50 metros, con un largo constante de 6.00

metro. La cimentación será ubicada a una profundidad de 1.00 metro respecto al nivel del terreno natural, asentándose sobre una capa de mejoramiento de 0.50 metros compuesta por piedra rajón, dispuesta sobre un geotextil (Ver Ilustración 22).

Ilustración 22. Esquema de cimentación de muro.



Fuente: Elaborado por la presente consultoría, Sketchup.

10.1. CAPACIDAD DE CARGA.

Teniendo en cuenta la homogeneidad del suelo al nivel de cimentación de las estructuras dentro de la zona de proyecto, a continuación, se calculará la presión admisible para las estructuras por medio de la ecuación planteada por Meyerhof (1963). La capacidad portante de una fundación puede calcularse utilizando la fórmula:

$$qu = C' * Nc * Fcs * Fcd * Fci + q * Nq * Fqs * Fqd * Fqi + \frac{1}{2} \gamma * B * N\gamma * F\gamma s * F\gamma d * F\gamma i$$

Ecuación 13. Ecuación general de capacidad de carga.

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).

Fcs, Fqs, Fγs: factores de forma.

Fcd, Fqd, Fγd: factores de profundidad.

Fci, Fqi, Fγi: factores de inclinación de la carga.

Nc, Nq, Nγ: factores de capacidad de carga.

Para los cálculos se tuvieron presentes los suelos presentes en cada sondeo, donde al final se toma el valor más crítico resultante al analizar y comparar los parámetros de resistencia al corte entre cada uno de los sondeos.

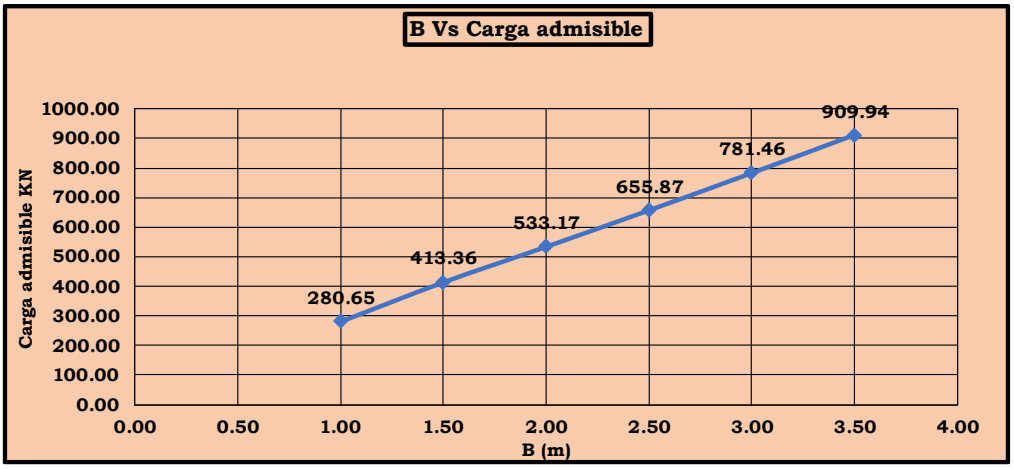
A partir de la ecuación anterior se obtuvieron los resultados de capacidad portante del suelo, mostrados en la Tabla 17 e Ilustración 23

Tabla 17. Resultados de capacidad de carga admisible

Df	B	L	σadm	Pa
m	m	m	KN/m²	KN
1.00	1.00	6.00	46.78	280.65
1.00	1.50	6.00	45.93	413.36
1.00	2.00	6.00	44.43	533.17
1.00	2.50	6.00	43.72	655.87
1.00	3.00	6.00	43.41	781.46
1.00	3.50	6.00	43.33	909.94

Fuente: Elaborado por la presente consultoría, Excel.

Ilustración 23. Carga admisible del suelo en función de B



Fuente: Elaborado por la presente consultoría, Excel.

10.2. ASENTAMIENTOS INMEDIATOS.

El asentamiento elástico del suelo se refiere a la deformación temporal que experimenta el suelo cuando se le aplica una carga. Este tipo de asentamiento ocurre inmediatamente después de aplicar la carga y está asociado con la capacidad del suelo para soportar la carga de manera elástica, es decir, temporalmente reversible.

Los asentamientos han sido calculados basándose en el principio de Skempton (1851 y Giroud (1968), el cual permite obtener los asentamientos elásticos de la masa de suelo mediante la siguiente ecuación:

$$\delta_i = \frac{q * B * (1 - \mu^2)}{E} * I_{12}$$

Ecuación 14. Asentamiento inmediato.

q: carga que baja por la columna hacia la cimentación.

B: ancho del cimiento.

E: módulo de elasticidad del suelo

μ: Modulo de Poisson

I_{12}: Coeficiente de forma y profundidad.

10.3. ASENTAMIENTO POR CONSOLIDACIÓN.

El asentamiento por consolidación es un proceso natural que ocurre en suelos de grano fino, como limos y arcillas. Cuando se aplica una carga sobre un suelo fino saturado, el agua entre las partículas se desplaza gradualmente debido al peso de las capas superiores. Esto provoca una disminución en el volumen del suelo y, por ende, un asentamiento vertical. A diferencia de los suelos granulares, los suelos finos tienen baja capacidad permeable, lo que dificulta la salida inmediata del agua de sus poros.

Para calcular el asentamiento del sistema, se considera que las cargas actúan sobre una zapata equivalente ubicada a dos tercios de la longitud de las pilas. Estas cargas se distribuyen con una pendiente de 2 verticales por 1 horizontal, empezando desde 2/3 de la profundidad de la zapata equivalente. Se realiza el cálculo del asentamiento para cada estrato individual, obteniendo ΔSi como el asentamiento del estrato i. Luego, se suma cada ΔSi para determinar el asentamiento total del grupo de pilas, representado por Sg.

El cálculo del asentamiento por consolidación se realiza mediante ecuaciones que consideran las condiciones específicas del suelo y su estado de consolidación. Las siguientes fórmulas son fundamentales para evaluar el asentamiento en suelos cohesivos:

- **Para arcillas normalmente consolidadas:**

$$\Delta e = C_c \cdot \log\left(\frac{\sigma'_o + \Delta\sigma'}{\sigma'_o}\right)$$

Ecuación 15. Cambio de índice de vacío para arcillas normalmente consolidadas

- **Para arcillas sobreconsolidadas con $\sigma_o' + \Delta_{\sigma'} < \sigma_{c'}$:**

$$\Delta e = C_r \cdot \log\left(\frac{\sigma'_o + \Delta\sigma'}{\sigma'_o}\right)$$

Ecuación 16. Cambio de índice de vacío para arcillas sobreconsolidadas con σo'+Δσ'<σc

- **Para arcillas sobreconsolidadas con $\sigma_{0'} + \Delta_{\sigma'} > \sigma_{c'}$:**

$$\Delta e = C_r \cdot \log\left(\frac{\sigma'_c}{\sigma'_o}\right) + C_c \cdot \log\left(\frac{\sigma'_o + \Delta\sigma'}{\sigma'_c}\right)$$

Ecuación 17. Cambio de índice de vacío para arcillas sobreconsolidadas con σo'+Δσ'>σc

Donde:

Δe: Cambio en el índice de vacíos.

Cc: Índice de compresibilidad

Cr: Índice de recompresion.

σ': esfuerzo efectivo

Δ σ': incremento de esfuerzo

σ'c esfuerzo de preconsolidacion.

Estas ecuaciones permiten calcular el asentamiento total del suelo al considerar cómo varía el índice de vacíos (e) bajo la influencia de cargas adicionales, tomando en cuenta si el suelo está normalmente consolidado o sobreconsolidado. Para obtener el asentamiento en términos de deformación vertical (S), se puede usar la relación:

$$S=\left(\frac{\Delta e}{1+e_0}\right)*H$$

Ecuación 18. Asentamiento por consolidación en términos de deformación vertical

Donde:

H: Espesor de la capa de suelo

e0: Índice de vacío inicial

Δe: Cambio en el índice de vacíos.

Los asentamientos por consolidación solo se pueden medir cuando los suelos son arcillosos y se encuentren totalmente saturados o debajo del nivel freático, por lo tanto, debido a que en los sondeos realizados no se halló presencia de nivel freático indica que no se presentara asentamientos por consolidación.

10.4. ASENTAMIENTO TOTAL.

Es la suma del asentamiento inmediato y el asentamiento por consolidación.

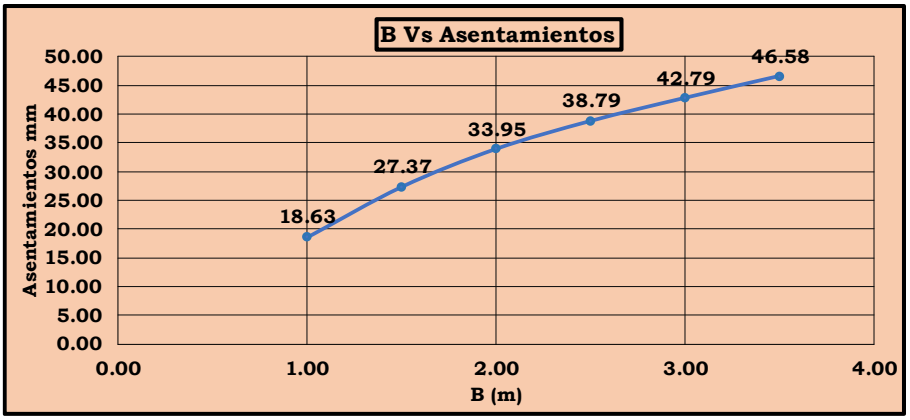
Tabla 18. Asentamiento total

Df	B	L	Se	Sc	S total	Chequeo
m	m	m	mm	mm	mm	
1.00	1.00	6.00	2.15	16.48	18.63	Cumple
1.00	1.50	6.00	2.67	24.71	27.37	Cumple
1.00	2.00	6.00	3.62	30.34	33.95	Cumple
1.00	2.50	6.00	4.00	34.79	38.79	Cumple

1.00	3.00	6.00	4.34	38.45	42.79	Cumple
1.00	3.50	6.00	5.06	41.53	46.58	Cumple

Fuente: Elaborado por la presente consultoría, Excel.

Ilustración 24. Asentamiento total.



Fuente: Elaborado por la presente consultoría, Excel.

10.5. MODULO DE BALASTO

El módulo de balasto vertical es un parámetro utilizado para estimar las deformaciones en los suelos producto de las cargas que transmite una zapata o losa a los niveles geotécnicos sobre los que se apoya. Estas deformaciones son de tipo instantáneo, por lo que no se computan los asientos por consolidación de los terrenos cohesivos blandos o compresibles. En definitiva, dicho coeficiente balasto representa la rigidez frente al asentamiento del terreno: un valor alto supone un suelo rígido sobre el que los asientos son menores, y un coeficiente bajo supone un suelo blando y grandes deformaciones. Es decir, el coeficiente de balasto relaciona la tensión transmitida al terreno por una placa rígida con la penetración de estaen el suelo

Por su definición, el coeficiente de balasto no es una constante del terreno. Depende de las dimensiones del are cargada. Esto es una desventaja frente al modelo del medio continuo para el cual los módulos de deformación si son independientes del área cargada. No obstante, tanto Bowles (1997) como Rodríguez Ortiz (1982) recomiendan su uso por la sencillez que supone en los cálculos estructurales.

Una vez definido el valor de K30, puede determinarse el módulo de balasto vertical según las siguientes expresiones (Rodríguez Ortiz, 1973):

Tabla 19. coeficiente de balasto K30 (MN/m3) en función del tipo de suelo

TIPO DE SULO	Coeficiente de balasto K30 (MN/m3)
Arcilla blanda	15 - 30
Arcilla media	30 - 60
Arcilla dura	60 – 200
Limo	15 – 45
Arena floja	10 – 30
Arena media	30 – 90
Arena compacta	90 – 200
Grava arenosa floja	70 – 120
Grava arenosa compactada	120 – 300
Margas arcillosas	200 – 400
Rocas algo alteradas	300 – 5000
Rocas sanas	> 5000

Fuente: Rodríguez Ortiz, 1973.

- **Para losas cuadradas:** Para una zapata cuadrada de lado B(m) el coeficiente de balasto valdrá:

  - **Para suelos cohesivos:**

$$k = \frac{k_{30} * 0.3}{B}$$

Ecuación 19. Coeficiente de balasto para zapatas cuadradas y suelos cohesivos.

  - **Para suelos arenosos:**

$$k = k_{30} * \left(\frac{B * 0.3}{2B}\right)^2$$

Ecuación 20. Coeficiente de balasto para zapatas cuadradas y suelos arenosos.

- **Para losas cuadradas:** Para una zapata losa rectangulares de lado B(m) y L(m)(L>B) el coeficiente de balasto valdrá:

$$k_{rectangular} = \frac{2}{3} k_{cuadrada} * \left(1 + \frac{B}{2L}\right)$$

Ecuación 21.Coeficiente de balasto para zapatas rectangulares

K30: Modulo de balasto para placas de 30 cm.

Ks: Modulo de balasto de referencia para las dimensiones de la losa.

L: Longitud de la losa

B: Ancho de la losa.

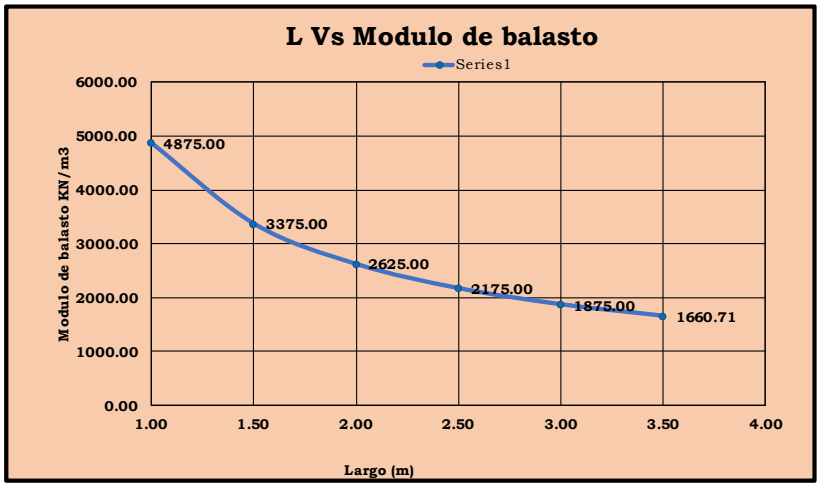
A partir de las correlaciones anteriormente mencionadas se obtuvieron módulos de balasto para cada zapata con base (B) presentadas en la Ilustración 25 e Tabla 20.

Tabla 20. Resultado de módulo de balasto.

Resultados		
B (m)	**L(m)**	**K(KN/m3)**
1.00	6.00	4875.00
1.50	6.00	3375.00
2.00	6.00	2625.00
2.50	6.00	2175.00
3.00	6.00	1875.00
3.50	6.00	1660.71

Fuente: Elaborado por la presente consultoría, Excel.

Ilustración 25. Módulo de balasto en función del ancho de la cimentación



Fuente: Elaborado por la presente consultoría, Excel.

11. CONCLUSIONES Y/O RECOMENDACIONES.

- El Suelo del área de estudio consiste en su mayoría de material fino, con limistes liquido entre 33.00% y 43.00%

- Cualquier material indeseable que se detecte en las excavaciones (Como rellenos contaminados o suelo muy suelto) deberá ser remplazado por material seleccionado o concreto ciclópeo.
- El material seleccionado debe ser compactado al 95% del ensayo Proctor modificado y/o estándar y debe cumplir con las siguientes características:
  - Limite liquido <25.00%
  - Índice de plasticidad <6.00%
  - Porcentaje que pasa tamiz de 3": 100.00%
  - Porcentaje que pasa el tamiz #4: Entre 30.00% y 70.00%
  - Porcentaje que pasa el tamiz #200: Entre 0.00% y 15.00%
- El material de piedra rajon debe cumplo con las siguientes características:
  - Este material se empleará como relleno en el fondo de las excavaciones cuando se encuentren suelos orgánicos o reblandecidos. Los elementos de relleno tendrán diámetros variables entre 0.15 y 0.30 m y deberán cumplir con los siguientes requisitos:
  - Peso unitario individual de 21.00 kN/m³.
  - El desgaste en la máquina de Los Ángeles debe ser inferior al 50%.
  - Las pérdidas en el ensayo de solidez en sulfatos no deben superar el 12% en sulfato de sodio y el 18% en sulfato de magnesio.

En el caso de las recomendaciones geotécnicas para la cimentación de la cubierta del polideportivo se tienen las siguientes observaciones.

- El ingeniero a cargo del diseño del muro de contención en función de las cargas provenientes de los distintos elementos verticales será el encargado de definir la geometría de la cimentación de las diversas estructuras. Esto se realizará tomando como base el conjunto de dimensiones y las capacidades portantes, cuyos datos se proporcionan en el presente documento en la Tabla 17.
- Los asentamientos que se generan a partir de las cimentaciones propuestas se presentan en la Tabla 18.

El presente informe tiene carácter preliminar, dado que no se cuenta con información sobre las cargas actuantes generadas por la estructura. Por lo tanto, una vez definida la geometría de la cimentación y las cargas que actúan sobre ella, dicha información deberá ser proporcionada a esta consultoría para realizar la revisión de los asentamientos que puedan generarse.

11.1. DISEÑO DE SOPORTE Y MEDIDAS PREVENTIVAS.

En los siguientes párrafos se consignan las especificaciones constructivas que deberán seguirse para la construcción de la estructura.

- Se debe tener en cuenta que en todos los casos la excavación presentará diferencias, de este modo el supervisor podrá tomar medidas y decisiones de acuerdo con la comodidad, a manera de aminorar posibles riesgos en edificaciones y personal A continuación, se detallan algunas recomendaciones a tener en cuenta según lo estipulado en la NSR10.
- Se debe disponer un sitio para desechar el material de las excavaciones y un camino para el acarreo de este. Estos materiales se deben depositar a no menos de 0.60 m del borde de la excavación.
- El apuntalamiento de las paredes de la excavación se realizará mínimo con tableros metálicos, debidamente arriostrados mediante el uso de parales colocados en forma perpendicular a los tablones. Los parales poseen un sistema de tornillo que permitirá realizar los ajustes requeridos en el apuntalamiento. A continuación, se detalla el tipo de entibado y las recomendaciones necesarias: UKES D.AD.
- Se recomienda utilizar un tipo de entibado ligero, este tipo de entibado se recomienda utilizar hasta los 3 metros de profundidad, para profundidades mayores se deben utilizar entibados con tableros metálicos y previo análisis de estabilidad de los taludes. Tampoco se recomienda utilizar este tipo de entibado si hay solicitaciones de tráfico o si hay estructuras pesadas adyacentes a la zanja.
- Una vez terminada la excavación se empieza a entibar paralelamente las caras laterales de la zanja, con tablones de madera o metálicos dispuestos en la pared vertical, trabadas en el sentido horizontal y transversal de la zanja por los puntales metálicos que garanticen mayor resistencia.

- Para la seguridad del entibado, se deben fijar los tablones en el sentido vertical y perpendicular a los puntales para evitar su desplazamiento y que el entibado pierda la solidez.
- La remoción de los sistemas de apuntalamiento deberá empezar y continuar desde el fondo de la excavación.
- Se recomienda sobrepasar la entibación en una altura de al menos 20 cm sobre el borde de la excavación para que sirva de rodapié y evite la caída de objetos y materiales a la zanja. (Rodapie: tope que se coloca al borde de la excavación para detener la caída del material próximo al borde).
- Si se encuentran capas de tierra poco consistentes o grandes bloques de roca, estos deben removerse comenzando desde la parte superior de la excavación.
- Al final de cada jornada de trabajo y cuando se presenten lluvias se cubrirá la excavación con un material impermeable y se deberá señalizar la localización de la excavación.
- Debe hacerse responsable a una persona competente de verificar y realizar inspecciones frecuentes del apuntalamiento y se deben dar instrucciones a todos los trabajadores para que se comuniquen inmediatamente cualquier indicio de debilidad.

11.2. RECOMENDACIONES PARA LA CONSTRUCCIÓN.

Se deben evitar infiltraciones exteriores por aguas lluvias que alteren las condiciones de humedad del suelo. Las zonas verdes que se proyecten deben poseer bermas y sistemas de evacuación rápida de aguas para evitar infiltración que altere la humedad del suelo

11.3. RECOMENDACIONES GENERALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA CIMENTACIÓN.

- Para todas las excavaciones se recomienda un talud 1: ¼ debido a su transitoriedad.
- Las excavaciones que den contra las edificaciones vecinas deben apuntalarse.
- Las excavaciones para el desplante de la cimentación se deberán mantenerse permanentemente secas durante la construcción.

- No se debe emplear el material producto de las excavaciones de los cimientos para rellenos menores debido a su alto contenido de finos, se recomienda utilizar material seleccionado.

11.4. MANEJO DE NIVELES FREÁTICOS.

- Para el manejo de los niveles freáticos que se puedan encontrar, se debe utilizar un sistema de bombeo para evacuar las aguas.

12. BIBLIOGRAFÍA.

1 González Vallejo. (s.f.). Ingeniería geológica. Prentice Hall.

2 Das, B. M. (s.f.). Fundamentos de ingeniería de cimentaciones.

3 Instituto Nacional de Vías (INVIAS). (2014). Norma Colombiana de Diseño de Puentes CCP-14.

4 Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10 (2010). Título A: Requisitos generales para edificaciones.

5 Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10 (2010). Título H: Requisitos para edificaciones de mampostería estructural.

6 Das, B. M. (s.f.). Fundamentos de ingeniería geotécnica.

7 Hernando, et al. (s.f.). Caracterización de un suelo arcilloso tratado con hidróxido de calcio.

8 Juárez Badillo, R., & Rico Rodríguez, L. (1996). Mecánica de suelos (Vol. 2). Limusa.

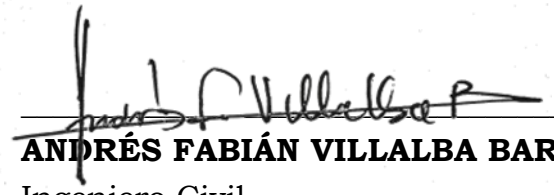
9 Instituto Geográfico Agustín Codazzi. (s.f.). Estudio general de suelos y zonificación de tierras del Departamento de Córdoba.

10 Crespo Villalaz, A. (s.f.). Mecánica de suelos y cimientos.

13. LIMITACIONES DEL ESTUDIO.

Las recomendaciones presentadas en este informe se fundamentan en la experiencia de profesionales calificados, la investigación detallada del subsuelo y los análisis desarrollados con base en las hipótesis planteadas. El estudio se realizó empleando el ensayo SPT (Standard Penetration Test) como método principal de exploración, y mediante correlaciones se determinaron los factores de resistencia al corte necesarios para estimar la capacidad portante del terreno. Es importante señalar que este enfoque, si bien ampliamente utilizado en ingeniería geotécnica, conlleva inherentemente ciertas imprecisiones debido a las limitaciones propias del ensayo SPT y la variabilidad natural de los depósitos de suelo. Estas imprecisiones pueden influir en los cálculos, particularmente en el análisis de los parámetros de resistencia y su incidencia en el diseño.

En caso de que durante la fase de construcción se presenten condiciones no anticipadas o discrepancias significativas con los supuestos de este informe, es fundamental notificar de manera inmediata al profesional a cargo de los análisis para evaluar y proponer las soluciones más adecuadas. Esto podría requerir ajustes en el diseño que afecten la ubicación, niveles o cargas estimadas en el presente documento. Asimismo, cualquier modificación o alteración de este informe deberá contar con la autorización expresa del profesional responsable, a fin de garantizar la integridad técnica del diseño y la coherencia de las recomendaciones realizadas. Esto subraya la importancia de considerar las incertidumbres asociadas con el comportamiento físico, químico y mecánico de los suelos, y la necesidad de un monitoreo constante durante las etapas posteriores del proyecto.



ANDRÉS FABIÁN VILLALBA BARRIOS
Ingeniero Civil
TP 22202109996COR
Especialista en gerencia de proyecto
Magister en ingeniería.

14. ANEXOS.

1. CAPACIDAD DE SOPORTE CIMENTACIONES PROFUNDAS:

La capacidad de carga última de un pilote individual en este caso se calcula usando su capacidad por punta y por fricción. Para la carga admisible se trabajará con un factor de seguridad indirecto cercano a 3.5 y uno directo (FSB) igual a 1,5.

Capacidad de carga por fricción (Fsu)

Para suelos granulares:

$$F_{su} = k * Gv * \tan(ø')$$

Donde:

$$k = 1 - sen(ø)\ (Pilotes\ preexcavados)$$

$$k = 1{,}4 * \left(1 - sen(ø)\right)\ (Pilotes\ hincados\ de\ bajo\ desplazamiento)$$

$$k = 1{,}8 * \left(1 - sen(ø)\right)\ (Pilotes\ hincados\ de\ alto\ desplazamiento)$$

$$ø' = 20\ grados\ (acero)$$

$$ø' = \left(\frac{3}{4}\right) * ø\ (concreto)$$

$$ø' = \left(\frac{2}{3}\right) * ø\ (madera)$$

Para suelos cohesivos:

$$F_{su} = \propto * C_u$$

Dónde:

Pilotes preexcavados

$$\propto = 0{,}4$$

Pilotes hincados de bajo desplazamiento

$$\propto = Cu \leq 50; 0{,}9$$

o

$$\propto = Cu > 50; (30/cu) + 0{,}294$$

Cu = Cohesión n drenada (kn/m2)

Por lo tanto:

$$P_f = \Sigma f_{su} * p * \Delta L$$

Capacidad de carga por punta (qbu)

Para suelos granulares:
La menor de:

$$q_{bu} = Gv * N_q$$

$$q_{bu} = 10000$$

$$q_{bu} = 50 * N_q * \tan(ø)$$

Para suelos cohesivos:

$$q_{bu} = C_u * N_C$$

Dónde:

$$N_c = 9$$

Por lo tanto:

$$P_p = q_{bu} * A_P$$

La capacidad de carga total se calcula como la suma de la capacidad de carga admisible por fricción y la capacidad de carga admisible por punta.

$$P_u = p_f + p_P$$

$$P_a = \frac{p_u}{FS}$$

Para este caso se usa un factor de seguridad indirecto de 3,5 y un factor de seguridad directo (FSB) de 1,5.

1.1- PARAMETROS INICIALES PARA CALCULO DE CAPACIDAD DE CARGA Y ASENTAMIENTOS.

Perfil de suelo						
Clasificación	Prof	Peso unitario	Angulo de fricción	Cohesión	Módulo de elasticidad	Módulo de Poisson
Sucs	m	KN/m3	°	KN/m2	KN/m2	-
ML	2.00	19.47	-	17.33	10395.00	0.35
ML	3.00	18.69	-	22.28	13365.00	0.35
ML	4.00	19.40	-	30.86	18513.00	0.50
ML	5.00	19.62	-	33.66	20196.00	0.50
ML	6.00	19.23	-	50.16	25080.00	0.50
SM	7.00	18.91	29.57	-	17500.00	0.35
SM	8.00	18.96	29.96	-	18500.00	0.35
SP	9.00	18.82	30.65	-	20000.00	0.35
SP	10.00	19.52	31.37	-	21000.00	0.35

Tabla 1. Datos para asentamientos y capacidad de carga.

1.2- CAPACIDAD DE CARGA Y ASENTAMIENTOS PARA PILOTES INDIVIDUALES.

CAPACIDAD DE CARGA Y ASENTAMIENTO DE PILOTE INDIVIDUAL SONDEO 1										
DF	LONGITUD (m)	DIAMETRO (m)	CARGA POR PUNTA (Ton)	CARGA POR FUSTE (Ton)	CARGA TOTAL ADMISIBLE (TON)	s1 (mm)	s2 (mm)	s3 (mm)	ST (mm)	KS VERTICAL (ton/m3)
1,0	6	0,3	1,38	2,15	3,53	0,16	2,32	0,19	2,67	18735,30
1,5			1,38	2,37	3,75	0,17	2,32	0,20	2,69	19727,08
2,0			1,73	2,53	4,26	0,20	2,69	0,20	3,09	19508,52
2,5			1,73	2,77	4,50	0,21	2,69	0,22	3,11	20459,72
3,0			2,14	2,93	5,07	0,24	3,16	0,22	3,62	19791,32
3,5			2,14	3,15	5,29	0,25	3,16	0,24	3,65	20506,20
1,0		0,4	2,45	2,98	5,43	0,14	3,09	0,24	3,47	12440,58
1,5			2,45	3,24	5,69	0,15	3,09	0,25	3,49	12966,93
2,0			3,07	3,51	6,59	0,17	3,58	0,27	4,02	13042,53
2,5			3,07	3,77	6,85	0,18	3,58	0,28	4,04	13494,69
3,0			3,80	4,05	7,85	0,21	4,22	0,29	4,72	13253,69
3,5			3,80	4,28	8,09	0,21	4,22	0,31	4,74	13579,60
1,0		0,5	3,83	3,72	7,55	0,13	3,86	0,29	4,28	8993,92
1,5			3,83	4,05	7,88	0,13	3,86	0,30	4,30	9338,32
2,0			4,80	4,39	9,20	0,15	4,48	0,32	4,95	9463,84

2,5			4,80	4,72	9,52	0,16	4,48	0,33	4,97	9759,70
3,0			5,94	5,06	11,01	0,18	5,27	0,35	5,81	9653,98
3,5			5,94	5,35	11,30	0,19	5,27	0,37	5,83	9866,03

Tabla 2. Capacidad de carga y asentamiento para perfil de modelo geotécnico propuesto.

1.3 - RESUMEN DE CAPACIDAD DE CARGA PILOTES INDIVIDUALES.

CAPACIDAD CRITICA POR PILOTE INDIVIDUAL				
DF (m)	LONGITUD	DIAMETRO	CARGA TOTAL ADMISIBLE (TON)	KS VERTICAL (ton/m3)
1,0	6	0,3	3,53	18735,30
1,5			3,75	19727,08
2,0			4,26	19508,52
2,5			4,50	20459,72
3,0			5,07	19791,32
3,5			5,29	20506,20
1,0		0,4	5,43	12440,58
1,5			5,69	12966,93
2,0			6,59	13042,53
2,5			6,85	13494,69
3,0			7,85	13253,69
3,5			8,09	13579,60
1,0		0,5	7,55	8993,92
1,5			7,88	9338,32
2,0			9,20	9463,84
2,5			9,52	9759,70
3,0			11,01	9653,98
3,5			11,30	9866,03

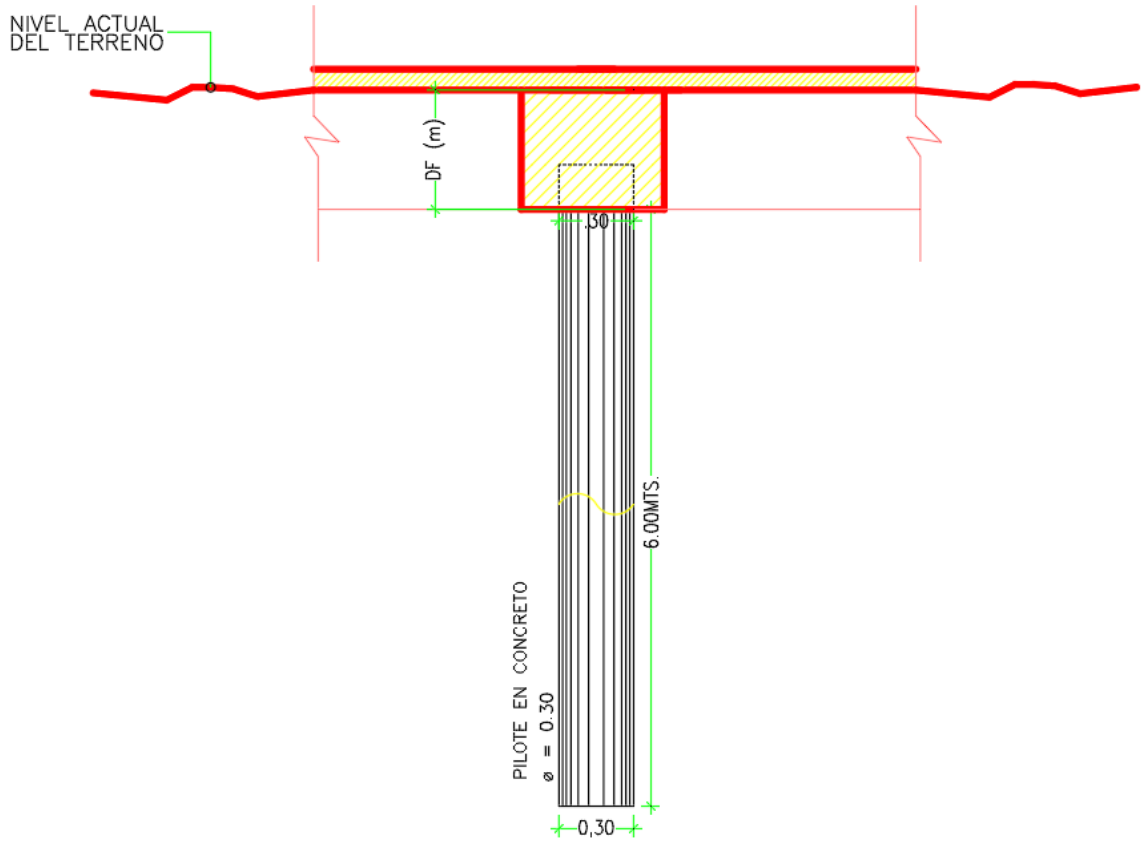
Tabla 3. Resumen de Capacidad de carga para perfil propuesto.

1.4- COEFICIENTE DE BALASTO LATERAL PARA PILOTES.

VESIC (1961) Kh (ton/m3)							
					PARA CALCULO		
PROF INICIAL (m)	PROF FINAL (m)	modulo de poisson	E SUELO (ton/m3)	E PILOTE (ton/m3)	DIAMETRO DE PILOTE		
					0,30	0,40	0,50
0,00	2,00	0,35	1059,63	2103655,48	1786,35613	1339,7671	1071,81368
2,00	3,00	0,35	1362,39		2345,35121	1759,01341	1407,21072
3,00	4,00	0,50	1887,16		3905,65525	2929,24144	2343,39315
4,00	5,00	0,50	2058,72		4291,72132	3218,79099	2575,03279
5,00	6,00	0,50	2556,57		5426,65482	4069,99111	3255,99289
6,00	7,00	0,35	1783,89		3140,74537	2355,55903	1884,44722
7,00	8,00	0,35	1885,83		3335,62752	2501,72064	2001,37651
8,00	9,00	0,35	2038,74		3629,58806	2722,19105	2177,75284
9,00	10,00	0,35	2140,67		3826,59423	2869,94567	2295,95654

Tabla 4 Módulo de balasto horizontal crítico.

1.5-ESQUEMA DE DISEÑO DE PILOTE



2. CAPACIDAD DE SOPORTE DE ZAPATAS AISLADAS

ASENTAMIENTO ZAPATA CUADRADA											
DF (m)	CARGA (ton)	Q ADM (ton/m2)	Q NETO ADM (ton/m2)	Q NETA ADMISIBLE		ASENTAMIENTO		SI (mm)	SC (mm)	S. TOTAL (mm)	K (ton/m3)
				LADO B MIN (m)	LADO L MIN (m)	LADO B MIN (m)	LADO L MIN (m)				
1,0	4,00	6,98	5,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	4006,52
	8,00	6,98	5,00	1,30	1,30	1,30	1,30	1,70	0,13	1,83	2593,72
	12,00	6,98	5,00	1,60	1,60	1,60	1,60	2,16	0,56	2,71	1727,45
	16,00	6,98	5,00	1,80	1,80	1,80	1,80	2,60	0,92	3,51	1406,04
	20,00	6,98	5,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,91	1,28	4,19	1192,04
1,5	4,00	7,98	5,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,14	0,03	1,17	3407,03
	8,00	7,98	5,00	1,30	1,30	1,30	1,30	1,90	0,47	2,37	1999,60
	12,00	7,98	5,00	1,60	1,60	1,60	1,60	2,40	0,96	3,36	1393,42
	16,00	7,98	5,00	1,80	1,80	1,80	1,80	2,84	1,39	4,23	1166,15
	20,00	7,98	5,00	2,00	2,00	2,00	2,00	3,18	1,81	4,99	1002,35
2,0	4,00	8,97	5,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,60	0,32	0,92	4365,57
	8,00	8,97	5,00	1,30	1,30	1,30	1,30	0,94	0,91	1,85	2560,86
	12,00	8,97	5,00	1,60	1,60	1,60	1,60	1,11	1,48	2,60	1806,26
	16,00	8,97	5,00	1,80	1,80	1,80	1,80	1,29	1,99	3,27	1508,30
	20,00	8,97	5,00	2,00	2,00	2,00	2,00	1,41	2,30	3,71	1346,03
2,5	4,00	9,83	5,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,58	0,72	1,30	3077,33
	8,00	9,83	5,00	1,30	1,30	1,30	1,30	0,83	1,50	2,33	2034,66
	12,00	9,83	5,00	1,60	1,60	1,60	1,60	0,95	2,16	3,11	1505,10
	16,00	9,83	5,00	1,80	1,80	1,80	1,80	1,09	2,57	3,67	1347,24
	20,00	9,83	5,00	2,00	2,00	2,00	2,00	1,20	2,87	4,08	1226,70
3,0	4,00	11,55	5,86	1,00	1,00	1,00	1,00	0,39	1,34	1,73	2311,92
	8,00	11,40	5,71	1,20	1,20	1,20	1,20	0,66	2,43	3,09	1798,13
	12,00	11,19	5,50	1,50	1,50	1,50	1,50	0,79	3,10	3,89	1372,44
	16,00	10,99	5,30	1,80	1,80	1,80	1,80	0,89	3,36	4,24	1163,36
	20,00	10,87	5,18	2,00	2,00	2,00	2,00	0,98	3,69	4,67	1070,99

Tabla 5. Calculo de capacidad de carga y asentamientos.

RESUMEN ZAPATA AISLADA				
SONDEO	DF	Q adm (ton/m2)	Q adm neta (ton/m2)	Ks (ton/m3)
-	1,0	6,98	5,00	1192,04
	1,5	7,98	5,00	1002,35
	2,0	8,97	5,00	1346,03
	2,5	9,83	5,00	1226,70
	3,0	10,87	5,18	1070,99

Tabla 6. Resumen de capacidad de carga.

RECOMENDACIONE PARA ZAPATAS AISLADAS

Zapata aislada.

- Tipo de cimentación: Zapata aislada, apoyada sobre capa de concreto ciclópeo, a partir del fondo de la cimentación.
- Desplante: 170 cm a partir del terreno natural.
- Capacidad admisible: 7,98 Ton/m2.
- Capacidad neta admisible: 5,00 Ton/m2.
- Superficie de apoyo: Capa de concreto ciclópeo. Espesor mínimo de 30 cm.
- Profundidad de excavación mínima: 200 cm de profundidad teniendo en cuenta el terreno natural.
- Para material de relleno encima de la zapata, se recomienda el uso de material granular compactado al 95% de su densidad máxima del ensayo proctor modificado (norma INV E 142-13) que cumpla la especificación del INVIAS 2013 A610.

En todos los casos la cimentación debe ser totalmente rígida para minimizar la ocurrencia de asentamientos diferenciales.

JS GEOSUELOS S.A.S
NIT: 901375481-7

PERFIL ESTRATIGRÁFICO

PROYECTO:	**MEJORAMIENTO URBANÍSTICO PARA EL DESARROLLO DEL TURISMO EN EL MUNICIPIO DE CIENAGA DE ORO CÓRDOBA.**	**FECHA:**	**ENERO DE 2025**
LOCALIZACIÓN:	**MUNICIPIO DE CIÉNAGA DE ORO**	**SOLICITANTE:**	**0**
SONDEO:	**1**	**COORDENADA:**	**8°52'25.655"N 75°37'30.81"W**

RESULTADOS

PROF. (m)	MUESTRA N°	CLASIFICACIÓN USCS	CLASIFICACIÓN AASHTO	PROF. MUESTRA (m)	INDICE DE GRUPO	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	Wn. (%)	LIMITES ATTERBERG L.L. (%)	LIMITES ATTERBERG L.P. (%)	LIMITES ATTERBERG I.P. (%)	GRADACIÓN GRAVAS (%)	GRADACIÓN ARENAS (%)	GRADACIÓN FINOS (%)	gt (g/cm³)	RESISTENCIA (kg/cm²) q_u	N
0,50																0
	1	ML	A - 6	0,50 - 1,00	11	Limo de mediana plasticidad pardo oscuro	17,1	36,7	24,9	11,8	0,0%	13,9%	86,1%	2,034	0.000	0
1,00																0
															N=	0
1,50																3
	2	ML	A - 6	1,50 - 2.00	11	Limo de mediana plasticidad pardo oscuro	12,3	38,8	25,5	13,3	0,0%	20,4%	79,6%	1,985	0.347	3
2,00																4
															N=	7
2,50																4
	3	ML	A - 7 - 6	2,50 - 3,00	14	Limo de mediana plasticidad pardo oscuro	21,6	43,0	26,6	16,5	0,0%	18,6%	81,4%	1,905	0.421	4
3,00																5
															N=	9
3,50																4
	4	ML	A - 4	3,50 -4,00	10	Limo de mediana plasticidad pardo oscuro	18,9	35,9	25,7	11,8	0,0%	14,4%	85,6%	1,978	0,530	5
4,00																6
															N=	11
4,50																5
	5	ML	A - 4	4,50 - 5,00	7	Limo de baja plasticidad pardo oscuro	16,3	36,6	26,9	9,6	0,0%	27,5%	72,5%	2,00	0,000	5
5,00																7
															N=	12
5,50																7
	6	ML	A - 4	5,50 - 6,00	3	Limo de baja plasticidad pardo oscuro y gris	20,2	34,8	27,4	7,4	0,0%	43,3%	56,7%		0,000	8
6,00																8
															N=	16
6,50																7
	7	SM	A - 2 - 4	6,50 - 7,00	0	Arena limosa gris oscuro	18,2	N.L.	N.P.	-	0,0%	78,7%	21,3%		0,000	9
7,00																11
															N=	20
7,50																8
	8	SM	A - 1 - b	7,50 - 8,00	0	Arena limosa mal gradada gris oscuro	18,5	N.L.	N.P.	-	0,0%	86,3%	13,7%		0,000	10
8,00																12
															N=	22
8,50						Arena limosa mal gradada										8

9,00	9	SP-SM	A - 1 - b	8,50 - 9,00	1	Arena limosa mal gradada gris oscuro	17,6	N.L.	N.P.	-	0,0%	92,4%	7,6%		0,000	12 13
															N=	25
9,50 10,00	10	SP-SM	A - 1 - b	9,50 - 10,00	0	arcilla de baja plasticidad gris oscuro	22,0	N.L.	N.P.	-	0,0%	89,9%	10,1%		0,000	9 13 14
															N=	27

NIVEL FREÁTICO ENCONTRADO:			
NO		PROFUNDIDAD:	3,80 Inicial
SI	X		3,60 Final

q_u : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN INCONFINADA.

gt : PESO UNITARIO TOTAL - **N :** NUMERO DE GOLPES/PIE CON EL ENSAYO DE **S.P.T.**

OBSERVACIONES :

* SONDEO CON SPT HASTA 10,00 m
* SITIO CON GEOLOGÍA HOMOGÉNEA.

JS GEOSUELOS S.A.S
NIT: 901375481-7

ENSAYO DE CLASIFICACIÓN

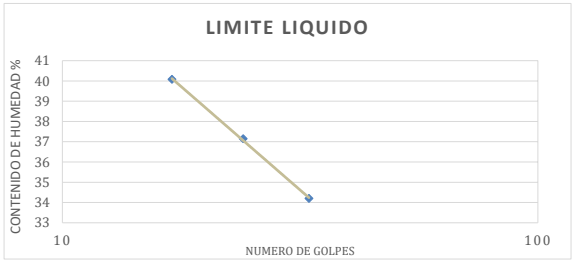
LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN

INV E-122 / INV E-123 / INV - E - 125, E - 126

PROYECTO:	**MEJORAMIENTO URBANÍSTICO PARA EL DESARROLLO DEL TURISMO EN EL MUNICIPIO DE CIENAGA DE ORO CÓRDOBA.**	**FECHA:**	**ENERO DE 2025**
LOCALIZACIÓN:	**CIENAGA DE ORO**	**COLOR:**	**pardo oscuro**
DESCRIPCIÓN:	**Limo de mediana plasticidad**	**SOLICITANTE:**	
PROFUNDIDAD:	**0,50 - 1,00**	**SONDEO:**	**1**
COORDENADA:	**8°52'25.655"N 75°37'30.81"W**	**MUESTRA:**	**1**

LÍMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO			
Determinación No	1	2	3
Número de Golpes	17	24	33
Recipiente No.	X14	S35	C65
P_1	31,20	33,50	29,44
P_2	26,05	28,30	25,48
P_3	13,20	14,30	13,90
1	5,15	5,20	3,96
P_S	12,85	14,00	11,58
W%	40,08	37,14	34,20



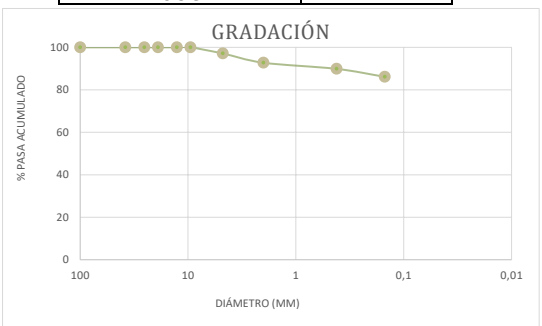
LÍMITE PLÁSTICO			Humedad Natural
Recipiente No.	D36	A14	D15
P_1	17,05	17,93	96,0
P_2	15,60	16,30	86,0
P_3	10,00	9,50	27,5
P_W	1,45	1,63	10,0
P_S	5,60	6,80	58,5
W%	25,9	24,0	17,1

RESULTADOS LIMITES DE CONSISTENCIA		
Límite Líquido	36,7	%
Límite Plástico	24,9	%
Índice Plastico	11,8	%

Peso inicial:	83,00	[gr]	Peso final:	11,50	[gr]
Tamiz, plg	**Tamiz, mm**	**Peso [gr]**	**% Reten.**	**% Ret.Acum**	**% Pasa**
3"	**76,10**				
2 ½"	**64,00**				100,0%
2"	**50,80**				100,0%
1 ½"	**38,10**				100,0%
1"	**25,40**				100,0%
3/4"	**19,00**				100,0%
1/2"	**12,70**				100,0%
3/8"	**9,51**				100,0%
4	**4,76**	0,0			100,0%
8	**2,38**				
10	**2,00**	2,4	2,9%	2,9%	97,1%
12	**1,68**				
16	**1,19**				
30	**0,59**				
40	**0,42**	3,6	4,3%	7,2%	92,8%
50	**0,30**				
80	**0,18**				
100	**0,15**	2,4	2,9%	10,1%	89,9%
200	**0,07**	3,1	3,7%	13,9%	86,1%
Pasa 200		71,5	86,1%	100,0%	0,0%
Total		83,0			

RESULTADOS GRANULOMETRIA	
Gravas	0,0%
Arenas	13,9%
Finos	86,1%

CLASIFICACIÓN	
Índice de Grupo	11
A.A.S.H.T.O.	A - 6
U.S.C	ML



Jesus A.- Sanchez

JESUS ALBERTO SANCHEZ
LABORATORISTA

LUIS DAVID RIVERO PEREZ
ING. CIIVIL DE CONTROL DE LABORATORIO

JS GEOSUELOS S.A.S
NIT: 901375481-7

ENSAYO DE CLASIFICACIÓN

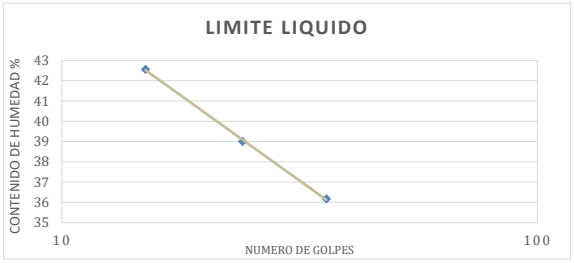
LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN

INV E-122 / INV E-123 / INV - E - 125, E - 126

PROYECTO:	**MEJORAMIENTO URBANÍSTICO PARA EL DESARROLLO DEL TURISMO EN EL MUNICIPIO DE CIENAGA DE ORO CÓRDOBA.**	**FECHA:**	**ENERO DE 2025**
LOCALIZACIÓN:	**CIENAGA DE ORO**	**COLOR:**	**pardo oscuro**
DESCRIPCIÓN:	**Limo de mediana plasticidad**	**SOLICITANTE:**	
PROFUNDIDAD:	**1,50 - 2.00**	**SONDEO:**	**1**
COORDENADA:	**8°52'25.655"N 75°37'30.81"W**	**MUESTRA:**	**2**

LÍMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO			
Determinación No	1	2	3
Número de Golpes	15	24	36
Recipiente No.	A26	D34	S18
P_1	31,03	34,20	32,10
P_2	26,60	29,50	28,10
P_3	16,19	17,45	17,04
1	4,43	4,70	4,00
P_S	10,41	12,05	11,06
W%	42,56	39,00	36,17



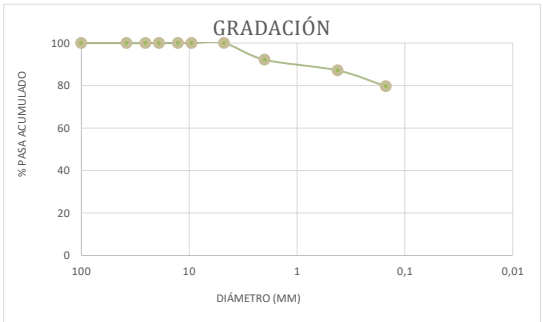
LÍMITE PLÁSTICO			Humedad Natural
Recipiente No.	S28	D05	S64
P_1	14,60	15,60	94,0
P_2	13,75	14,40	87,0
P_3	10,40	9,70	30,0
P_W	0,85	1,20	7,0
P_S	3,35	4,70	57,0
W%	25,4	25,5	12,3

RESULTADOS LIMITES DE CONSISTENCIA		
Límite Líquido	38,8	%
Límite Plástico	25,5	%
Índice Plastico	13,3	%

Peso inicial:	**83,00**	**[gr]**	**Peso final:**	**16,90**	**[gr]**
Tamiz, plg	**Tamiz, mm**	**Peso [gr]**	**% Reten.**	**% Ret.Acum**	**% Pasa**
3"	**76,10**				
2 ½"	**64,00**				100,0%
2"	**50,80**				100,0%
1 ½"	**38,10**				100,0%
1"	**25,40**				100,0%
3/4"	**19,00**				100,0%
1/2"	**12,70**				100,0%
3/8"	**9,51**				100,0%
4	**4,76**	0,0			100,0%
8	**2,38**				
10	**2,00**	0,0			100,0%
12	**1,68**				
16	**1,19**				
30	**0,59**				
40	**0,42**	6,5	7,8%	7,8%	92,2%
50	**0,30**				
80	**0,18**				
100	**0,15**	4,2	5,1%	12,9%	87,1%
200	**0,07**	6,2	7,5%	20,4%	79,6%
Pasa 200		66,1	79,6%	100,0%	0,0%
Total		83,0			

RESULTADOS GRANULOMETRIA	
Gravas	0,0%
Arenas	20,4%
Finos	79,6%

CLASIFICACIÓN	
Índice de Grupo	11
A.A.S.H.T.O.	A - 6
U.S.C	ML



Jesus A.- Sanchez

JESUS ALBERTO SANCHEZ
LABORATORISTA

LUIS DAVID RIVERO PEREZ
ING. CIVIL DE CONTROL DE LABORATORIO

JS GEOSUELOS S.A.S
NIT: 901375481-7

ENSAYO DE CLASIFICACIÓN

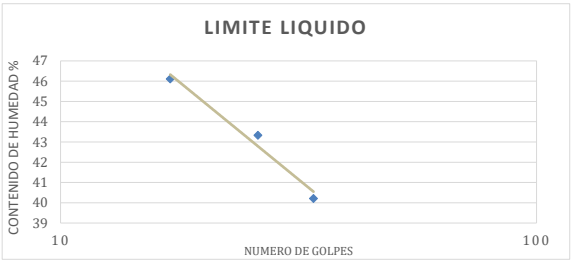
LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN

INV E-122 / INV E-123 / INV - E - 125, E - 126

PROYECTO:	**MEJORAMIENTO URBANÍSTICO PARA EL DESARROLLO DEL TURISMO EN EL MUNICIPIO DE CIENAGA DE ORO CÓRDOBA.**	**FECHA:**	**ENERO DE 2025**
LOCALIZACIÓN:	**CIENAGA DE ORO**	**COLOR:**	**pardo oscuro**
DESCRIPCIÓN:	**Limo de mediana plasticidad**	**SOLICITANTE:**	
PROFUNDIDAD:	**2,50 - 3,00**	**SONDEO:**	**1**
COORDENADA:	**8°52'25.655"N 75°37'30.81"W**	**MUESTRA:**	**3**

LÍMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO			
Determinación No	1	2	3
Número de Golpes	17	26	34
Recipiente No.	S989	A17	SX24
P_1	30,50	29,50	30,25
P_2	26,05	25,73	26,43
P_3	16,40	17,03	16,93
1	4,45	3,77	3,82
P_S	9,65	8,70	9,50
W%	46,11	43,33	40,21



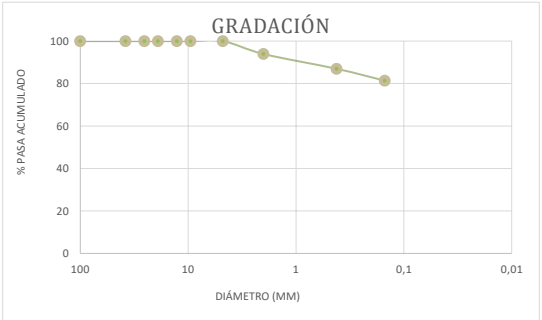
LÍMITE PLÁSTICO			Humedad Natural
Recipiente No.	Z04	X15	X34
P_1	19,60	17,50	86,0
P_2	17,40	15,95	75,0
P_3	9,00	10,20	24,0
P_W	2,20	1,55	11,0
P_S	8,40	5,75	51,0
W%	26,2	27,0	21,6

RESULTADOS		
LIMITES DE CONSISTENCIA		
Límite Líquido	43,0	%
Límite Plástico	26,6	%
Índice Plastico	16,5	%

Peso inicial:	**86,00**	**[gr]**	**Peso final:**	**16,03**	**[gr]**
Tamiz, plg	**Tamiz, mm**	**Peso [gr]**	**% Reten.**	**% Ret.Acum**	**% Pasa**
3"	**76,10**				
2 ½"	**64,00**				100,0%
2"	**50,80**				100,0%
1 ½"	**38,10**				100,0%
1"	**25,40**				100,0%
3/4"	**19,00**				100,0%
1/2"	**12,70**				100,0%
3/8"	**9,51**				100,0%
4	**4,76**	0,0			100,0%
8	**2,38**				
10	**2,00**	0,0			100,0%
12	**1,68**				
16	**1,19**				
30	**0,59**				
40	**0,42**	5,2	6,1%	6,1%	93,9%
50	**0,30**				
80	**0,18**				
100	**0,15**	6,0	7,0%	13,1%	86,9%
200	**0,07**	4,8	5,6%	18,6%	81,4%
Pasa 200		70,0	81,4%	100,0%	0,0%
Total		86,0			

RESULTADOS GRANULOMETRIA	
Gravas	0,0%
Arenas	18,6%
Finos	81,4%

CLASIFICACIÓN	
Índice de Grupo	14
A.A.S.H.T.O.	A - 7 - 6
U.S.C	ML



Jesus A. Sanchez

JESUS ALBERTO SANCHEZ
LABORATORISTA

LUIS DAVID RIVERO PEREZ
ING. CIIVIL DE CONTROL DE LABORATORIO

JS GEOSUELOS S.A.S
NIT: 901375481-7

ENSAYO DE CLASIFICACIÓN

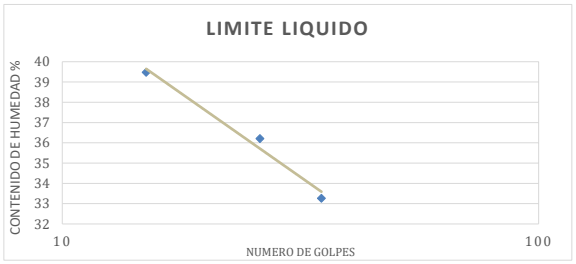
LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN

INV E-122 / INV E-123 / INV - E - 125, E - 126

PROYECTO:	**MEJORAMIENTO URBANÍSTICO PARA EL DESARROLLO DEL TURISMO EN EL MUNICIPIO DE CIENAGA DE ORO CÓRDOBA.**	**FECHA:**	**ENERO DE 2025**
LOCALIZACIÓN:	**CIENAGA DE ORO**	**COLOR:**	**pardo oscuro**
DESCRIPCIÓN:	**Limo de mediana plasticidad**	**SOLICITANTE:**	
PROFUNDIDAD:	**3,50 -4,00**	**SONDEO:**	**1**
COORDENADA:	**8°52'25.655"N 75°37'30.81"W**	**MUESTRA:**	**4**

LÍMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO			
Determinación No	1	2	3
Número de Golpes	15	26	35
Recipiente No.	D127	S65	DF18
P_1	32,30	30,60	29,50
P_2	27,80	26,70	26,23
P_3	16,40	15,93	16,40
1	4,50	3,90	3,27
P_S	11,40	10,77	9,83
W%	39,47	36,21	33,27



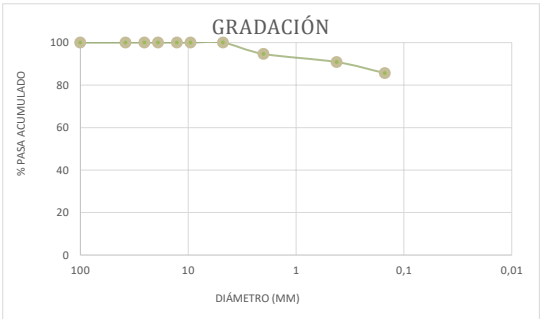
LÍMITE PLÁSTICO			Humedad Natural
Recipiente No.	A9	D17	D15
P_1	15,60	16,05	87,0
P_2	14,50	14,70	77,0
P_3	10,10	9,60	24,0
P_W	1,10	1,35	10,0
P_S	4,40	5,10	53,0
W%	25,0	26,5	18,9

RESULTADOS LIMITES DE CONSISTENCIA		
Límite Líquido	35,9	%
Límite Plástico	25,7	%
Índice Plastico	11,8	%

Peso inicial:	94,00	[gr]	Peso final:	13,50	[gr]
Tamiz, plg	**Tamiz, mm**	**Peso [gr]**	**% Reten.**	**% Ret.Acum**	**% Pasa**
3"	**76,10**				
2 ½"	**64,00**				100,0%
2"	**50,80**				100,0%
1 ½"	**38,10**				100,0%
1"	**25,40**				100,0%
3/4"	**19,00**				100,0%
1/2"	**12,70**				100,0%
3/8"	**9,51**				100,0%
4	**4,76**	0,0			100,0%
8	**2,38**				
10	**2,00**	0,0			100,0%
12	**1,68**				
16	**1,19**				
30	**0,59**	0,0			
40	**0,42**	5,0	5,3%	5,3%	94,7%
50	**0,30**				
80	**0,18**				
100	**0,15**	3,6	3,8%	9,1%	90,9%
200	**0,07**	4,9	5,2%	14,4%	85,6%
Pasa 200		80,5	85,6%	100,0%	0,0%
Total		94,0			

RESULTADOS GRANULOMETRIA	
Gravas	0,0%
Arenas	14,4%
Finos	85,6%

CLASIFICACIÓN	
Índice de Grupo	10
A.A.S.H.T.O.	A - 4
U.S.C	ML



Jesus A. Sanchez

JESUS ALBERTO SANCHEZ
LABORATORISTA

LUIS DAVID RIVERO PEREZ
ING. CIVIL DE CONTROL DE LABORATORIO

JS GEOSUELOS S.A.S
NIT: 901375481-7

ENSAYO DE CLASIFICACIÓN

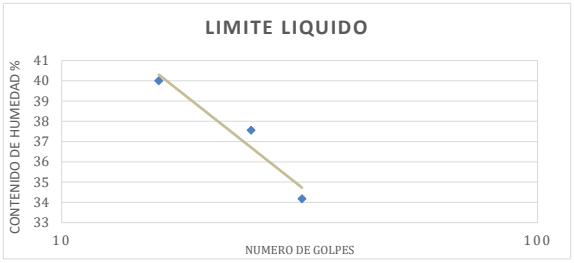
LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN

INV E-122 / INV E-123 / INV - E - 125, E - 126

PROYECTO:	**MEJORAMIENTO URBANÍSTICO PARA EL DESARROLLO DEL TURISMO EN EL MUNICIPIO DE CIENAGA DE ORO CÓRDOBA.**	**FECHA:**	**ENERO DE 2025**
LOCALIZACIÓN:	**CIENAGA DE ORO**	**COLOR:**	**pardo oscuro**
DESCRIPCIÓN:	**Limo de baja plasticidad**	**SOLICITANTE:**	
PROFUNDIDAD:	**4,50 - 5,00**	**SONDEO:**	**1**
COORDENADA:	**8°52'25.655"N 75°37'30.81"W**	**MUESTRA:**	**5**

LÍMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO			
Determinación No	1	2	3
Número de Golpes	16	25	32
Recipiente No.	D28	S64	A18
P_1	25,80	26,98	27,50
P_2	23,00	23,90	24,80
P_3	16,00	15,70	16,90
1	2,80	3,08	2,70
P_S	7,00	8,20	7,90
W%	40,00	37,56	34,18



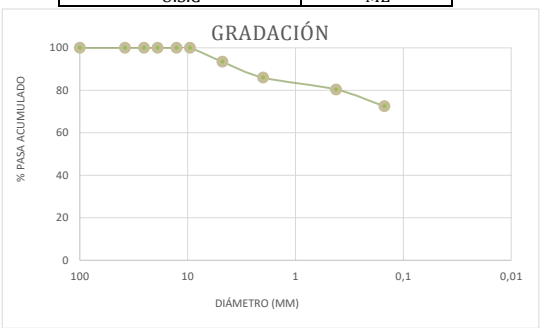
LÍMITE PLÁSTICO			Humedad Natural
Recipiente No.	D98	S17	D34
P_1	14,85	15,00	71,0
P_2	13,60	13,80	63,0
P_3	8,90	9,40	14,0
P_W	1,25	1,20	8,0
P_S	4,70	4,40	49,0
W%	26,6	27,3	16,3

RESULTADOS		
LIMITES DE CONSISTENCIA		
Límite Líquido	36,6	%
Límite Plástico	26,9	%
Índice Plastico	9,6	%

Peso inicial:	**108,00**	**[gr]**	**Peso final:**	**29,70**	**[gr]**
Tamiz, plg	**Tamiz, mm**	**Peso [gr]**	**% Reten.**	**% Ret.Acum**	**% Pasa**
3"	**76,10**				
2 ½"	**64,00**				100,0%
2"	**50,80**				100,0%
1 ½"	**38,10**				100,0%
1"	**25,40**				100,0%
3/4"	**19,00**				100,0%
1/2"	**12,70**				100,0%
3/8"	**9,51**				100,0%
4	**4,76**	0,0			100,0%
8	**2,38**				
10	**2,00**	7,1	6,6%	6,6%	93,4%
12	**1,68**				
16	**1,19**				
30	**0,59**				
40	**0,42**	8,0	7,4%	14,0%	86,0%
50	**0,30**				
80	**0,18**				
100	**0,15**	6,1	5,6%	19,6%	80,4%
200	**0,07**	8,5	7,9%	27,5%	72,5%
Pasa 200		78,3	72,5%	100,0%	0,0%
Total		108,0			

RESULTADOS GRANULOMETRIA	
Gravas	0,0%
Arenas	27,5%
Finos	72,5%

CLASIFICACIÓN	
Índice de Grupo	7
A.A.S.H.T.O.	A - 4
U.S.C	ML



Jesus A.- Sanchez

JESUS ALBERTO SANCHEZ
LABORATORISTA

LUIS DAVID RIVERO PEREZ
ING. CIIVIL DE CONTROL DE LABORATORIO

JS GEOSUELOS S.A.S
NIT: 901375481-7

ENSAYO DE CLASIFICACIÓN

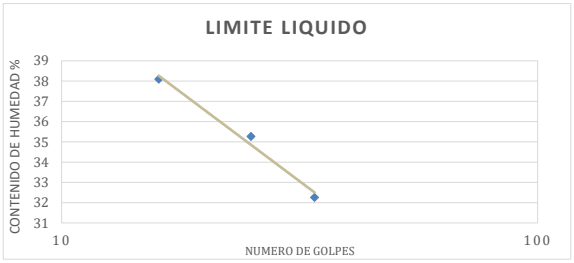
LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN

INV E-122 / INV E-123 / INV - E - 125, E - 126

PROYECTO:	**MEJORAMIENTO URBANÍSTICO PARA EL DESARROLLO DEL TURISMO EN EL MUNICIPIO DE CIENAGA DE ORO CÓRDOBA.**	**FECHA:**	**ENERO DE 2025**
LOCALIZACIÓN:	**CIENAGA DE ORO**	**COLOR:**	**pardo oscuro y gris**
DESCRIPCIÓN:	**Limo de baja plasticidad**	**SOLICITANTE:**	
PROFUNDIDAD:	**5,50 - 6,00**	**SONDEO:**	**1**
COORDENADA:	**8°52'25.655"N 75°37'30.81"W**	**MUESTRA:**	**6**

LÍMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO			
Determinación No	1	2	3
Número de Golpes	16	25	34
Recipiente No.	D17	S64	D18
P_1	32,30	30,40	31,10
P_2	27,50	26,75	27,40
P_3	14,90	16,40	15,93
1	4,80	3,65	3,70
P_S	12,60	10,35	11,47
W%	38,10	35,27	32,26



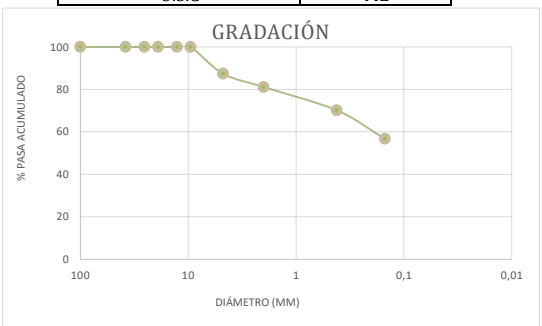
LÍMITE PLÁSTICO			Humedad Natural
Recipiente No.	A65	D17	DF15
P_1	19,60	14,50	78,0
P_2	18,10	13,66	68,0
P_3	12,60	10,60	18,5
P_W	1,50	0,84	10,0
P_S	5,50	3,06	49,5
W%	27,3	27,5	20,2

RESULTADOS LIMITES DE CONSISTENCIA		
Límite Líquido	34,8	%
Límite Plástico	27,4	%
Índice Plastico	7,4	%

Peso inicial:	119,00	[gr]	Peso final:	51,50	[gr]
Tamiz, plg	**Tamiz, mm**	**Peso [gr]**	**% Reten.**	**% Ret.Acum**	**% Pasa**
3"	**76,10**				
2 ½"	**64,00**				100,0%
2"	**50,80**				100,0%
1 ½"	**38,10**				100,0%
1"	**25,40**				100,0%
3/4"	**19,00**				100,0%
1/2"	**12,70**				100,0%
3/8"	**9,51**				100,0%
4	**4,76**	0,0			100,0%
8	**2,38**				
10	**2,00**	15,0	12,6%	12,6%	87,4%
12	**1,68**				
16	**1,19**				
30	**0,59**				
40	**0,42**	7,5	6,3%	18,9%	81,1%
50	**0,30**				
80	**0,18**				
100	**0,15**	13,0	10,9%	29,8%	70,2%
200	**0,07**	16,0	13,4%	43,3%	56,7%
Pasa 200		67,5	56,7%	100,0%	0,0%
Total		119,0			

RESULTADOS GRANULOMETRIA	
Gravas	0,0%
Arenas	43,3%
Finos	56,7%

CLASIFICACIÓN	
Índice de Grupo	3
A.A.S.H.T.O.	A - 4
U.S.C	ML



Jesus A. Sanchez

JESUS ALBERTO SANCHEZ
LABORATORISTA

LUIS DAVID RIVERO PEREZ
ING. CIVIL DE CONTROL DE LABORATORIO

JS GEOSUELOS S.A.S
NIT: 901375481-7

ENSAYO DE CLASIFICACIÓN

LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN

INV E-122 / INV E-123 / INV - E - 125, E - 126

PROYECTO:	**MEJORAMIENTO URBANÍSTICO PARA EL DESARROLLO DEL TURISMO EN EL MUNICIPIO DE CIENAGA DE ORO CÓRDOBA.**	**FECHA:**	**ENERO DE 2025**
LOCALIZACIÓN:	**CIENAGA DE ORO**	**COLOR:**	**gris oscuro**
DESCRIPCIÓN:	**Arena limosa**	**SOLICITANTE:**	
PROFUNDIDAD:	**6,50 - 7,00**	**SONDEO:**	**1**
COORDENADA:	**8°52'25.655"N 75°37'30.81"W**	**MUESTRA:**	**7**

LÍMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO			
Determinación No			
Número de Golpes			
Recipiente No.			
P_1			
P_2			
P_3			
1			
P_S			
W%			



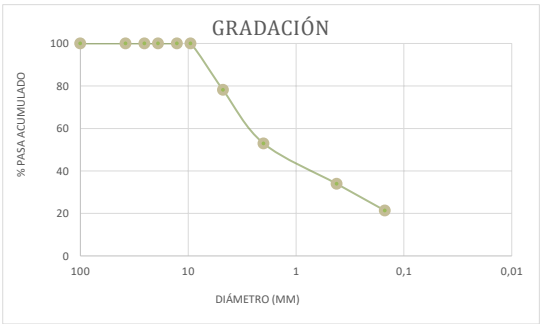
LÍMITE PLÁSTICO			Humedad Natural
Recipiente No.			V28
P_1			81,0
P_2			71,0
P_3			16,0
P_W			10,0
P_S			55,0
W%			18,2

RESULTADOS		
LIMITES DE CONSISTENCIA		
Límite Líquido	N.L.	%
Límite Plástico	N.P.	%
Índice Plastico	-	%

Peso inicial:	138,00	[gr]	Peso final:	93,60	[gr]
Tamiz, plg	**Tamiz, mm**	**Peso [gr]**	**% Reten.**	**% Ret.Acum**	**% Pasa**
3"	**76,10**				
2 ½"	**64,00**				100,0%
2"	**50,80**				100,0%
1 ½"	**38,10**				100,0%
1"	**25,40**				100,0%
3/4"	**19,00**				100,0%
1/2"	**12,70**				100,0%
3/8"	**9,51**				100,0%
4	**4,76**	0,0			100,0%
8	**2,38**				
10	**2,00**	26,0	21,8%	21,8%	78,2%
12	**1,68**				
16	**1,19**				
30	**0,59**				
40	**0,42**	30,0	25,2%	47,1%	52,9%
50	**0,30**				
80	**0,18**				
100	**0,15**	22,6	19,0%	66,1%	33,9%
200	**0,07**	15,0	12,6%	78,7%	21,3%
Pasa 200		44,4	37,3%	116,0%	-16,0%
Total		138,0			

RESULTADOS GRANULOMETRIA	
Gravas	0,0%
Arenas	78,7%
Finos	21,3%

CLASIFICACIÓN	
Índice de Grupo	0
A.A.S.H.T.O.	A - 2 - 4
U.S.C	SM



Jesus A.- Sanchez

JESUS ALBERTO SANCHEZ
LABORATORISTA

LUIS DAVID RIVERO PEREZ
ING. CIIVIL DE CONTROL DE LABORATORIO

JS GEOSUELOS S.A.S
NIT: 901375481-7

ENSAYO DE CLASIFICACIÓN

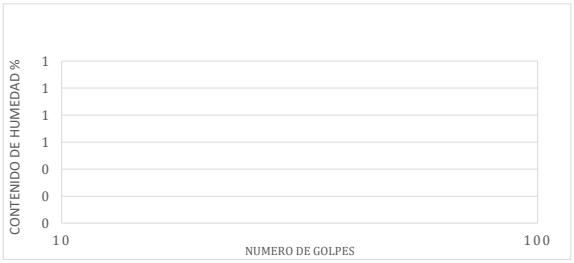
LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN

INV E-122 / INV E-123 / INV - E - 125, E - 126

PROYECTO:	**MEJORAMIENTO URBANÍSTICO PARA EL DESARROLLO DEL TURISMO EN EL MUNICIPIO DE CIENAGA DE ORO CÓRDOBA.**	**FECHA:**	**ENERO DE 2025**
LOCALIZACIÓN:	**CIENAGA DE ORO**	**COLOR:**	**gris oscuro**
DESCRIPCIÓN:	**Arena limosa mal gradada**	**SOLICITANTE:**	
PROFUNDIDAD:	**7,50 - 8,00**	**SONDEO:**	**1**
COORDENADA:	**8°52'25.655"N 75°37'30.81"W**	**MUESTRA:**	**8**

LÍMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO			
Determinación No			
Número de Golpes			
Recipiente No.			
P_1			
P_2			
P_3			
1			
P_S			
W%			



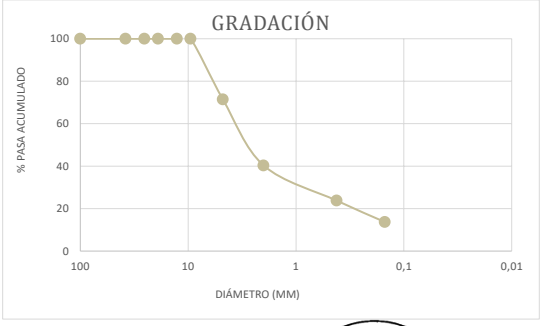
LÍMITE PLÁSTICO			Humedad Natural
Recipiente No.			G17
P_1			80,0
P_2			70,0
P_3			16,0
P_W			10,0
P_S			54,0
W%			18,5

RESULTADOS LIMITES DE CONSISTENCIA		
Límite Líquido	N.L.	%
Límite Plástico	N.P.	%
Índice Plastico	-	%

Peso inicial:	158,00	[gr]	Peso final:	102,70	[gr]
Tamiz, plg	**Tamiz, mm**	**Peso [gr]**	**% Reten.**	**% Ret.Acum**	**% Pasa**
3"	**76,10**				
2 ½"	**64,00**				100,0%
2"	**50,80**				100,0%
1 ½"	**38,10**				100,0%
1"	**25,40**				100,0%
3/4"	**19,00**				100,0%
1/2"	**12,70**				100,0%
3/8"	**9,51**				100,0%
4	**4,76**	0,0			100,0%
8	**2,38**				
10	**2,00**	34,0	28,6%	28,6%	71,4%
12	**1,68**				
16	**1,19**				
30	**0,59**				
40	**0,42**	37,0	31,1%	59,7%	40,3%
50	**0,30**				
80	**0,18**				
100	**0,15**	19,7	16,6%	76,2%	23,8%
200	**0,07**	12,0	10,1%	86,3%	13,7%
Pasa 200		55,3	46,5%	132,8%	-32,8%
Total		158,0			

RESULTADOS GRANULOMETRIA	
Gravas	0,0%
Arenas	86,3%
Finos	13,7%

CLASIFICACIÓN	
Índice de Grupo	0
A.A.S.H.T.O.	A - 1 - b
U.S.C	SM



Jesus A. Sanchez

JESUS ALBERTO SANCHEZ
LABORATORISTA

LUIS DAVID RIVERO PEREZ
ING. CIIVIL DE CONTROL DE LABORATORIO

JS GEOSUELOS S.A.S
NIT: 901375481-7

ENSAYO DE CLASIFICACIÓN

LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN

INV E-122 / INV E-123 / INV - E - 125, E - 126

PROYECTO:	**MEJORAMIENTO URBANÍSTICO PARA EL DESARROLLO DEL TURISMO EN EL MUNICIPIO DE CIENAGA DE ORO CÓRDOBA.**	**FECHA:**	**ENERO DE 2025**
LOCALIZACIÓN:	**CIENAGA DE ORO**	**COLOR:**	**gris oscuro**
DESCRIPCIÓN:	**Arena limosa mal gradada**	**SOLICITANTE:**	
PROFUNDIDAD:	**8,50 - 9,00**	**SONDEO:**	**1**
COORDENADA:	**8°52'25.655"N 75°37'30.81"W**	**MUESTRA:**	**9**

LÍMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO			
Determinación No			
Número de Golpes			
Recipiente No.			
P_1			
P_2			
P_3			
1			
P_S			
W%			



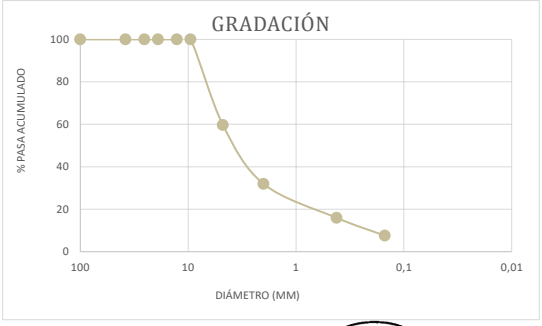
LÍMITE PLÁSTICO			Humedad Natural
Recipiente No.			L58
P_1			105,0
P_2			93,0
P_3			25,0
P_W			12,0
P_S			68,0
W%			17,6

RESULTADOS		
LIMITES DE CONSISTENCIA		
Límite Líquido	N.L.	%
Límite Plástico	N.P.	%
Índice Plastico	-	%

Peso inicial:	**142,00**	**[gr]**	**Peso final:**	**110,00**	**[gr]**
Tamiz, plg	**Tamiz, mm**	**Peso [gr]**	**% Reten.**	**% Ret.Acum**	**% Pasa**
3"	**76,10**				
2 ½"	**64,00**				100,0%
2"	**50,80**				100,0%
1 ½"	**38,10**				100,0%
1"	**25,40**				100,0%
3/4"	**19,00**				100,0%
1/2"	**12,70**				100,0%
3/8"	**9,51**				100,0%
4	**4,76**	0,0			100,0%
8	**2,38**				
10	**2,00**	48,0	40,3%	40,3%	59,7%
12	**1,68**				
16	**1,19**				
30	**0,59**				
40	**0,42**	33,0	27,7%	68,1%	31,9%
50	**0,30**				
80	**0,18**				
100	**0,15**	19,0	16,0%	84,0%	16,0%
200	**0,07**	10,0	8,4%	92,4%	7,6%
Pasa 200		32,0	26,9%	119,3%	-19,3%
Total		142,0			

RESULTADOS GRANULOMETRIA	
Gravas	0,0%
Arenas	92,4%
Finos	7,6%

CLASIFICACIÓN	
Índice de Grupo	1
A.A.S.H.T.O.	A - 1 - b
U.S.C	SP-SM



Jesus A.- Sanchez

JESUS ALBERTO SANCHEZ
LABORATORISTA

LUIS DAVID RIVERO PEREZ
ING. CIIVIL DE CONTROL DE LABORATORIO

JS GEOSUELOS S.A.S
NIT: 901375481-7

ENSAYO DE CLASIFICACIÓN

LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN

INV E-122 / INV E-123 / INV - E - 125, E - 126

PROYECTO:	**MEJORAMIENTO URBANÍSTICO PARA EL DESARROLLO DEL TURISMO EN EL MUNICIPIO DE CIENAGA DE ORO CÓRDOBA.**	**FECHA:**	**ENERO DE 2025**
LOCALIZACIÓN:	**CIENAGA DE ORO**	**COLOR:**	**gris oscuro**
DESCRIPCIÓN:	**arcilla de baja plasticidad**	**SOLICITANTE:**	
PROFUNDIDAD:	**9,50 - 10,00**	**SONDEO:**	**1**
COORDENADA:	**8°52'25.655"N 75°37'30.81"W**	**MUESTRA:**	**10**

LÍMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO			
Determinación No			
Número de Golpes			
Recipiente No.			
P_1			
P_2			
P_3			
1			
P_S			
W%			



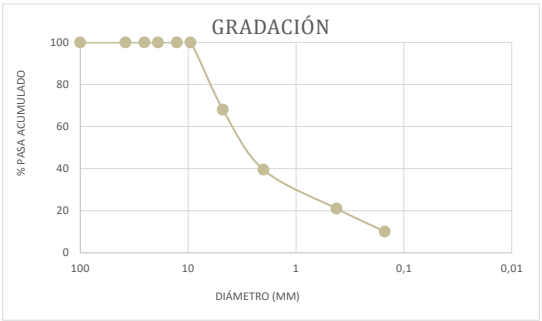
LÍMITE PLÁSTICO			Humedad Natural
Recipiente No.			A34
P_1			75,0
P_2			64,0
P_3			14,0
P_W			11,0
P_S			50,0
W%			22,0

RESULTADOS		
LIMITES DE CONSISTENCIA		
Límite Líquido	N.L.	%
Límite Plástico	N.P.	%
Índice Plastico	-	%

Peso inicial:	**162,00**	**[gr]**	**Peso final:**	**107,00**	**[gr]**
Tamiz, plg	**Tamiz, mm**	**Peso [gr]**	**% Reten.**	**% Ret.Acum**	**% Pasa**
3"	**76,10**				
2 ½"	**64,00**				100,0%
2"	**50,80**				100,0%
1 ½"	**38,10**				100,0%
1"	**25,40**				100,0%
3/4"	**19,00**				100,0%
1/2"	**12,70**				100,0%
3/8"	**9,51**				100,0%
4	**4,76**	0,0			100,0%
8	**2,38**				
10	**2,00**	38,0	31,9%	31,9%	68,1%
12	**1,68**				
16	**1,19**				
30	**0,59**				
40	**0,42**	34,0	28,6%	60,5%	39,5%
50	**0,30**				
80	**0,18**				
100	**0,15**	22,0	18,5%	79,0%	21,0%
200	**0,07**	13,0	10,9%	89,9%	10,1%
Pasa 200		55,0	46,2%	136,1%	-36,1%
Total		162,0			

RESULTADOS GRANULOMETRIA	
Gravas	0,0%
Arenas	89,9%
Finos	10,1%

CLASIFICACIÓN	
Índice de Grupo	0
A.A.S.H.T.O.	A - 1 - b
U.S.C	SP-SM



JESUS ALBERTO SANCHEZ
LABORATORISTA

LUIS DAVID RIVERO PEREZ
ING. CIIVIL DE CONTROL DE LABORATORIO

JS GEOSUELOS S.A.S
NIT: 901375481-7

COMPRESIÓN INCONFINADA EN MUESTRAS DE SUELOS

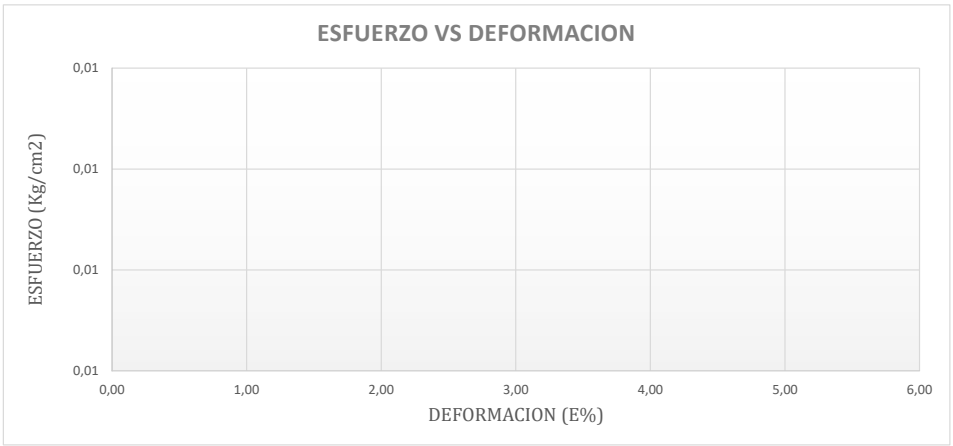
INV E-152-13

PROYECTO:	**MEJORAMIENTO URBANÍSTICO PARA EL DESARROLLO DEL TURISMO EN EL MUNICIPIO DE CIENAGA DE ORO CÓRDOBA.**	**FECHA:**	**ENERO DE 2025**
LOCALIZACIÓN:	**CIENAGA DE ORO**	**COLOR:**	**pardo oscuro**
DESCRIPCIÓN:	**Limo de mediana plasticidad**	**SOLICITANTE:**	
PROFUNDIDAD:	**0,50 - 1,00**	**SONDEO:**	**1**
COORDENADA:	**8°52'25.655"N 75°37'30.81"W**	**MUESTRA:**	**1**

Diámetro		cm.
Alt. Inicial		cm.
Area		cm2,
Volumen		cm3,
P. .Humedo		gr.
P. Unitario Humedo		gr/cm3
Alt. Final		cm,

P Un. seco γd max		gr/cm3
W%	17,09	%
Ang. Rotura	0	º
qumax	0,000	(Kg/cm2)
Cohesión	0,000	µ

Δh (m.m.)	ε	1-ε	Ac (cm2)	C (Nw)	C (kg)	σ (Kg/cm2)	ε %
0,10	0,00164	0,99836	6,17	0	0,000	0,00	0,16
0,20	0,00328	0,99672	6,18	0	0,000	0,00	0,33
0,40	0,00656	0,99344	6,20	0	0,000	0,00	0,66
0,60	0,00984	0,99016	6,22	0	0,000	0,00	0,98
0,90	0,01475	0,98525	6,25	0	0,000	0,00	1,48
1,20	0,01967	0,98033	6,28	0	0,000	0,00	1,97
1,50	0,02459	0,97541	6,31	0	0,000	0,00	2,46
1,80	0,02951	0,97049	6,34	0	0,000	0,00	2,95
2,10	0,03443	0,96557	6,38	0	0,000	0,00	3,44
2,50	0,04098	0,95902	6,42	0	0,000	0,00	4,10
3,00	0,04918	0,95082	6,48	0	0,000	0,00	4,92
3,50	0,05738	0,94262	6,53	0	0,000	0,00	5,74
3,80	0,06230	0,93770	6,57	0	0,000	0,00	6,23
0	0,00000	1,00000	6,16		0,000	0,00	0,00



OBSERVACIONES: MUESTRA QUEBRADA

JESUS ALBERTO SANCHEZ
LABORATORISTA

LUIS DAVID RIVERO PEREZ
ING. CIIVIL DE CONTROL DE LABORATORIO

JS GEOSUELOS S.A.S

NIT: 901375481-7

COMPRESIÓN INCONFINADA EN MUESTRAS DE SUELOS

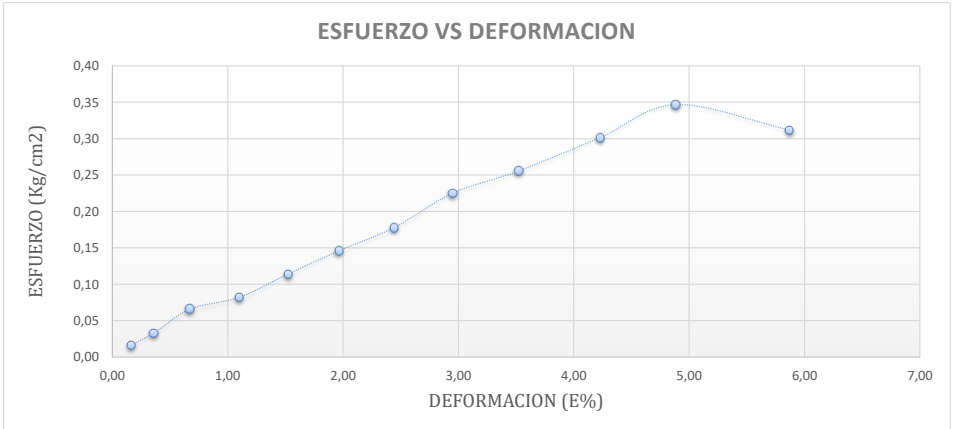
INV E-152-13

PROYECTO:	**MEJORAMIENTO URBANÍSTICO PARA EL DESARROLLO DEL TURISMO EN EL MUNICIPIO DE CIENAGA DE ORO CÓRDOBA.**	**FECHA:**	**ENERO DE 2025**
LOCALIZACIÓN:	**CIENAGA DE ORO**	**COLOR:**	**pardo oscuro**
DESCRIPCIÓN:	**Limo de mediana plasticidad**	**SOLICITANTE:**	
PROFUNDIDAD:	**1,50 - 2.00**	**SONDEO:**	**1**
COORDENADA:	**8°52'25.655"N 75°37'30.81"W**	**MUESTRA:**	**2**

Diámetro	2,8	cm.
Alt. Inicial	3,60	cm.
Area	6,16	cm2,
Volumen	22,17	cm3,
P. Humedo	44	gr.
P. Unitario	1,98	gr/cm3
Alt. Final	3,24	cm.

γd max	1,768	gr/cm3
W%	12,28	%
Ang. Rotura	0	º
qumax	0,347	(Kg/cm2)
Cohesión	0,173	µ

Δh (m.m.)	ε	1-ε	Ac (cm2)	C (Nw)	C (kg)	σ (Kg/cm2)	ε %
0,1	0,00164	0,99836	6,17	1	0,102	0,02	0,16
0,22	0,00361	0,99639	6,18	2	0,204	0,03	0,36
0,41	0,00672	0,99328	6,20	4	0,408	0,07	0,67
0,67	0,01098	0,98902	6,23	5	0,510	0,08	1,10
0,93	0,01525	0,98475	6,25	7	0,714	0,11	1,52
1,2	0,01967	0,98033	6,28	9	0,918	0,15	1,97
1,49	0,02443	0,97557	6,31	11	1,122	0,18	2,44
1,8	0,02951	0,97049	6,34	14	1,429	0,23	2,95
2,15	0,03525	0,96475	6,38	16	1,633	0,26	3,52
2,58	0,04230	0,95770	6,43	19	1,939	0,30	4,23
2,98	0,04885	0,95115	6,47	22	2,245	0,35	4,89
3,58	0,05869	0,94131	6,54	20	2,041	0,31	5,87
3,81	0,06246	0,93754	6,57	0,0	0,000	0,00	6,25
0	0,00000	1,00000	6,16	0	0,000	0,00	0,00



OBSERVACIONES:

JESUS ALBERTO SANCHEZ
LABORATORISTA

LUIS DAVID RIVERO PEREZ
ING. CIIVIL DE CONTROL DE LABORATORIO

JS GEOSUELOS S.A.S
NIT: 901375481-7

COMPRESIÓN INCONFINADA EN MUESTRAS DE SUELOS

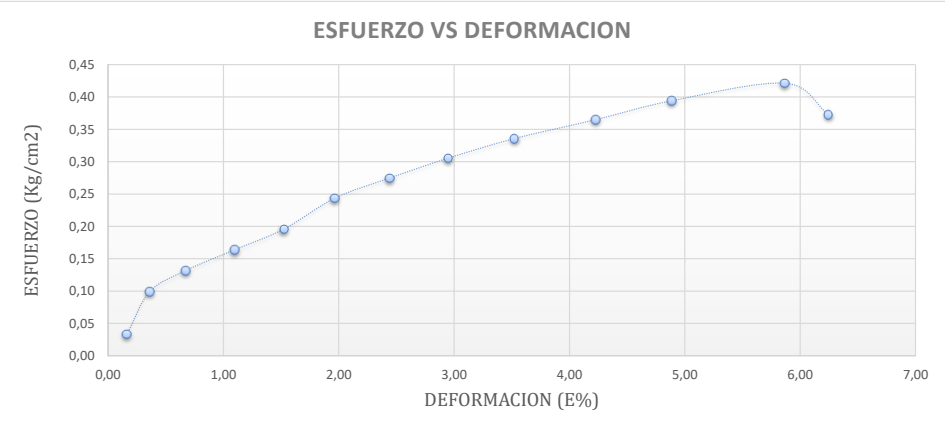
INV E-152-13

PROYECTO:	**MEJORAMIENTO URBANÍSTICO PARA EL DESARROLLO DEL TURISMO EN EL MUNICIPIO DE CIENAGA DE ORO CÓRDOBA.**	**FECHA:**	**ENERO DE 2025**
LOCALIZACIÓN:	**CIENAGA DE ORO**	**COLOR:**	**pardo oscuro**
DESCRIPCIÓN:	**Limo de mediana plasticidad**	**SOLICITANTE:**	
PROFUNDIDAD:	**2,50 - 3,00**	**SONDEO:**	**1**
COORDENADA:	**8°52'25.655"N 75°37'30.81"W**	**MUESTRA:**	**3**

Diámetro	2,80	cm.
Alt. Inicial	5,20	cm.
Area	6,16	cm2,
Volumen	32,02	cm3,
P. Humedo	61	gr.
P. Unitario	1,91	gr/cm3
Alt. Final	4,82	cm,

γd max	1,567	gr/cm3
W%	21,57	%
Ang. Rotura	0	º
qumax	0,421	(Kg/cm2)
Cohesión	0,211	µ

Δh (m.m.)	ε	1-ε	Ac (cm2)	C (Nw)	C (kg)	σ (Kg/cm2)	ε %
0,1	0,00164	0,99836	6,17	2	0,204	0,03	0,16
0,22	0,00361	0,99639	6,18	6	0,612	0,10	0,36
0,41	0,00672	0,99328	6,20	8	0,816	0,13	0,67
0,67	0,01098	0,98902	6,23	10	1,020	0,16	1,10
0,93	0,01525	0,98475	6,25	12	1,224	0,20	1,52
1,2	0,01967	0,98033	6,28	15	1,531	0,24	1,97
1,49	0,02443	0,97557	6,31	17	1,735	0,27	2,44
1,8	0,02951	0,97049	6,34	19	1,939	0,31	2,95
2,15	0,03525	0,96475	6,38	21	2,143	0,34	3,52
2,58	0,04230	0,95770	6,43	23	2,347	0,37	4,23
2,98	0,04885	0,95115	6,47	25	2,551	0,39	4,89
3,58	0,05869	0,94131	6,54	27	2,755	0,42	5,87
3,81	0,06246	0,93754	6,57	24	2,449	0,37	6,25
0	0,00000	1,00000	6,16	0	0,000	0,00	0,00



OBSERVACIONES:

JESUS ALBERTO SANCHEZ
LABORATORISTA

LUIS DAVID RIVERO PEREZ
ING. CIIVIL DE CONTROL DE LABORATORIO

JS GEOSUELOS S.A.S

NIT: 901375481-7

COMPRESIÓN INCONFINADA EN MUESTRAS DE SUELOS

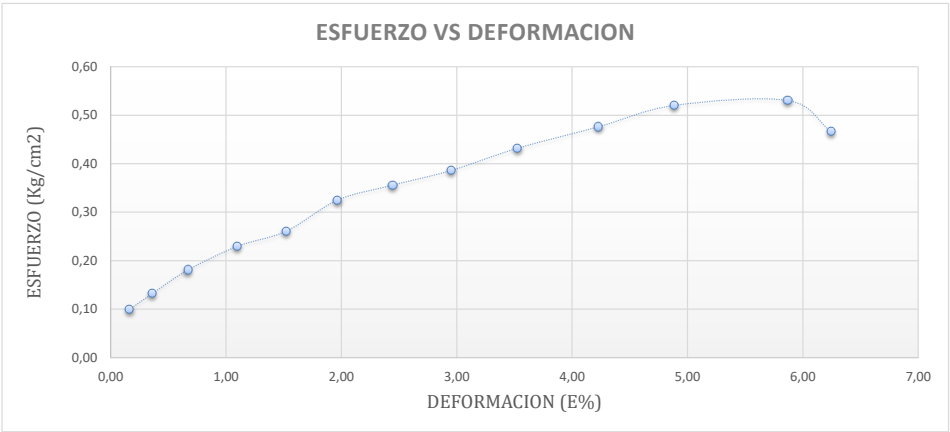
INV E-152-13

PROYECTO:	**MEJORAMIENTO URBANÍSTICO PARA EL DESARROLLO DEL TURISMO EN EL MUNICIPIO DE CIENAGA DE ORO CÓRDOBA.**	**FECHA:**	**ENERO DE 2025**
LOCALIZACIÓN:	**CIENAGA DE ORO**	**COLOR:**	**pardo oscuro**
DESCRIPCIÓN:	**Limo de mediana plasticidad**	**SOLICITANTE:**	
PROFUNDIDAD:	**3,50 -4,00**	**SONDEO:**	**1**
COORDENADA:	**8°52'25.655"N 75°37'30.81"W**	**MUESTRA:**	**4**

Diámetro	2,8	cm.
Alt. Inicial	5,5	cm.
Area	6,16	cm2,
Volumen	33,87	cm3,
P. Humedo	67	gr.
P. Unitario	1,98	gr/cm3
Alt. Final	5,12	cm,

γd max	1,664	gr/cm3
W%	18,87	%
Ang. Rotura	0	º
qumax	0,53	(Kg/cm2)
Cohesión	0,27	µ

Δh (m.m.)	ε	1-ε	Ac (cm2)	C (Nw)	C (kg)	σ (Kg/cm2)	ε %
0,1	0,00164	0,99836	6,17	6	0,612	0,10	0,16
0,22	0,00361	0,99639	6,18	8	0,816	0,13	0,36
0,41	0,00672	0,99328	6,20	11	1,122	0,18	0,67
0,67	0,01098	0,98902	6,23	14	1,429	0,23	1,10
0,93	0,01525	0,98475	6,25	16	1,633	0,26	1,52
1,2	0,01967	0,98033	6,28	20	2,041	0,32	1,97
1,49	0,02443	0,97557	6,31	22	2,245	0,36	2,44
1,8	0,02951	0,97049	6,34	24	2,449	0,39	2,95
2,15	0,03525	0,96475	6,38	27	2,755	0,43	3,52
2,58	0,04230	0,95770	6,43	30	3,061	0,48	4,23
2,98	0,04885	0,95115	6,47	33	3,367	0,52	4,89
3,58	0,05869	0,94131	6,54	34	3,469	0,53	5,87
3,81	0,06246	0,93754	6,57	30	3,061	0,47	6,25
0	0,00000	1,00000	6,16	0	0,000	0,00	0,00



OBSERVACIONES:

JESUS ALBERTO SANCHEZ
LABORATORISTA

LUIS DAVID RIVERO PEREZ
ING. CIIVIL DE CONTROL DE LABORATORIO

JS GEOSUELOS S.A.S

NIT: 901375481-7

COMPRESIÓN INCONFINADA EN MUESTRAS DE SUELOS

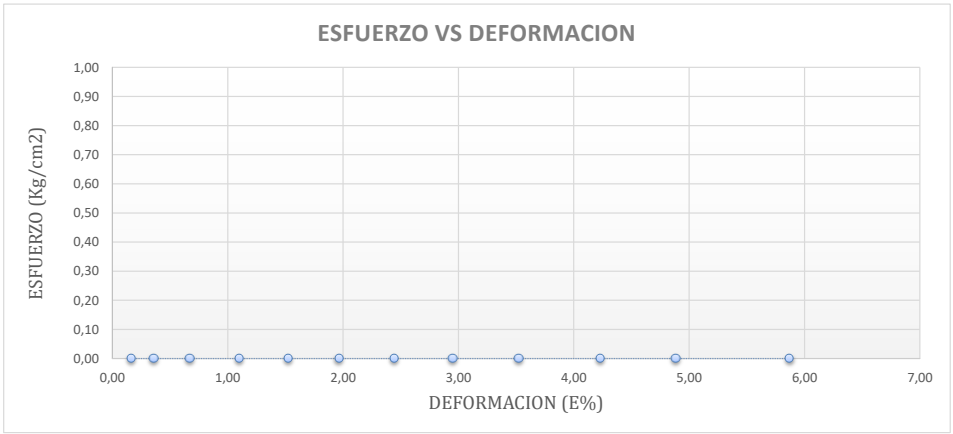
INV E-152-13

PROYECTO:	**MEJORAMIENTO URBANÍSTICO PARA EL DESARROLLO DEL TURISMO EN EL MUNICIPIO DE CIENAGA DE ORO CÓRDOBA.**	**FECHA:**	**ENERO DE 2025**
LOCALIZACIÓN:	**CIENAGA DE ORO**	**COLOR:**	**pardo oscuro**
DESCRIPCIÓN:	**Limo de baja plasticidad**	**SOLICITANTE:**	
PROFUNDIDAD:	**4,50 - 5,00**	**SONDEO:**	**1**
COORDENADA:	**8°52'25.655"N 75°37'30.81"W**	**MUESTRA:**	**5**

Diámetro	2,8	cm.
Alt. Inicial	3,50	cm.
Area	6,16	cm2,
Volumen	21,55	cm3,
P. Humedo	43	gr.
P. Unitario	2,00	gr/cm3
Alt. Final	3,50	cm,

γd max	1,715	gr/cm3
W%	16,33	%
Ang. Rotura	0	º
qumax	0,00	(Kg/cm2)
Cohesión	0,00	µ

Δh (m.m.)	ε	1-ε	Ac (cm2)	C (Nw)	C (kg)	σ (Kg/cm2)	ε %
0,1	0,00164	0,99836	6,17	0	0,000	0,00	0,16
0,22	0,00361	0,99639	6,18	0	0,000	0,00	0,36
0,41	0,00672	0,99328	6,20	0	0,000	0,00	0,67
0,67	0,01098	0,98902	6,23	0	0,000	0,00	1,10
0,93	0,01525	0,98475	6,25	0	0,000	0,00	1,52
1,2	0,01967	0,98033	6,28	0	0,000	0,00	1,97
1,49	0,02443	0,97557	6,31	0	0,000	0,00	2,44
1,8	0,02951	0,97049	6,34	0	0,000	0,00	2,95
2,15	0,03525	0,96475	6,38	0	0,000	0,00	3,52
2,58	0,04230	0,95770	6,43	0	0,000	0,00	4,23
2,98	0,04885	0,95115	6,47	0	0,000	0,00	4,89
3,58	0,05869	0,94131	6,54	0	0,000	0,00	5,87
3,81	0,06246	0,93754	6,57	0	0,000	0,00	6,25
0	0,00000	1,00000	6,16	0	0,000	0,00	0,00



OBSERVACIONES: MUESTRA QUEBRADIZA Y CON POCA COHESION

JESUS ALBERTO SANCHEZ
LABORATORISTA

LUIS DAVID RIVERO PEREZ
ING. CIIVIL DE CONTROL DE LABORATORIO

JS GEOSUELOS S.A.S

NIT: 901375481-7

COMPRESIÓN INCONFINADA EN MUESTRAS DE SUELOS

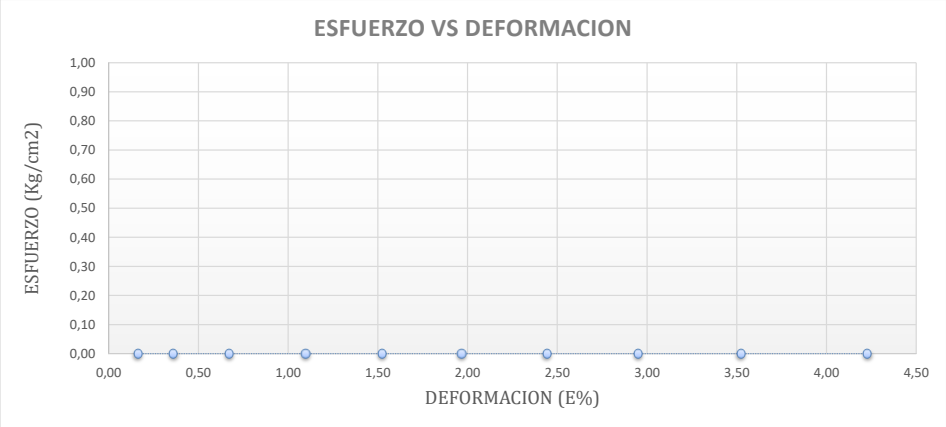
INV E-152-13

PROYECTO:	**MEJORAMIENTO URBANÍSTICO PARA EL DESARROLLO DEL TURISMO EN EL MUNICIPIO DE CIENAGA DE ORO CÓRDOBA.**	**FECHA:**	**ENERO DE 2025**
LOCALIZACIÓN:	**CIENAGA DE ORO**	**COLOR:**	**pardo oscuro y gris**
DESCRIPCIÓN:	**Limo de baja plasticidad**	**SOLICITANTE:**	
PROFUNDIDAD:	**5,50 - 6,00**	**SONDEO:**	**1**
COORDENADA:	**8°52'25.655"N 75°37'30.81"W**	**MUESTRA:**	**6**

Diámetro		cm.
Alt. Inicial		cm.
Area		cm2,
Volumen		cm3,
P. Humedo		gr.
P. Unitario		gr/cm3
Alt. Final		cm,

γd max		gr/cm3
W%	20,20	%
Ang. Rotura	0	º
qumax	0,00	(Kg/cm2)
Cohesión	0,00	µ

Δh (m.m.)	ε	1-ε	Ac (cm2)	C (Nw)	C (kg)	σ (Kg/cm2)	ε %
0,1	0,00164	0,99836	6,17	0	0,000	0,00	0,16
0,22	0,00361	0,99639	6,18	0	0,000	0,00	0,36
0,41	0,00672	0,99328	6,20	0	0,000	0,00	0,67
0,67	0,01098	0,98902	6,23	0	0,000	0,00	1,10
0,93	0,01525	0,98475	6,25	0	0,000	0,00	1,52
1,2	0,01967	0,98033	6,28	0	0,000	0,00	1,97
1,49	0,02443	0,97557	6,31	0	0,000	0,00	2,44
1,8	0,02951	0,97049	6,34	0	0,000	0,00	2,95
2,15	0,03525	0,96475	6,38	0	0,000	0,00	3,52
2,58	0,04230	0,95770	6,43	0	0,000	0,00	4,23
2,98	0,04885	0,95115	6,47	0	0,000	0,00	4,89
3,58	0,05869	0,94131	6,54	0	0,000	0,00	5,87
3,81	0,06246	0,93754	6,57	0	0,000	0,00	6,25
0	0,00000	1,00000	6,16	0	0,000	0,00	0,00



OBSERVACIONES:

Jesus A.- Sanchez

JESUS ALBERTO SANCHEZ
LABORATORISTA

LUIS DAVID RIVERO PEREZ
ING. CIIVIL DE CONTROL DE LABORATORIO

JS GEOSUELOS S.A.S

NIT: 901375481-7

COMPRESIÓN INCONFINADA EN MUESTRAS DE SUELOS

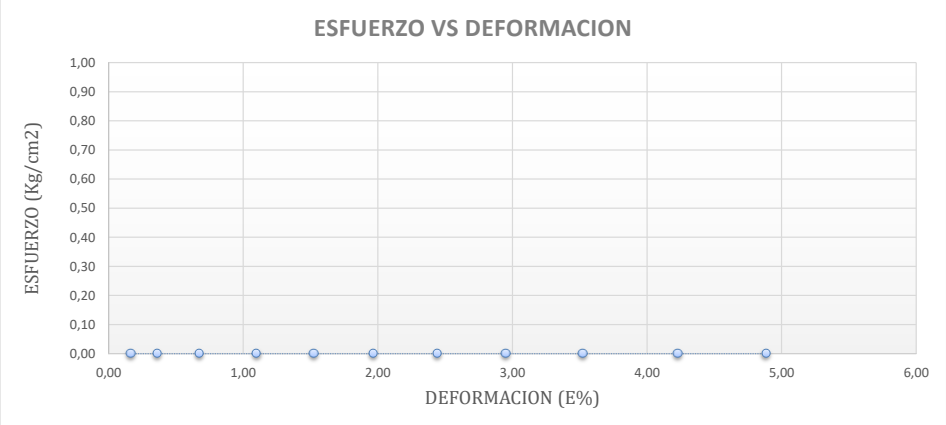
INV E-152-13

PROYECTO:	**MEJORAMIENTO URBANÍSTICO PARA EL DESARROLLO DEL TURISMO EN EL MUNICIPIO DE CIENAGA DE ORO CÓRDOBA.**	**FECHA:**	**ENERO DE 2025**
LOCALIZACIÓN:	**CIENAGA DE ORO**	**COLOR:**	**gris oscuro**
DESCRIPCIÓN:	**Arena limosa**	**SOLICITANTE:**	
PROFUNDIDAD:	**6,50 - 7,00**	**SONDEO:**	**1**
COORDENADA:	**8°52'25.655"N 75°37'30.81"W**	**MUESTRA:**	**7**

Diámetro		cm.
Alt. Inicial		cm.
Area		cm2,
Volumen		cm3,
P. Humedo		gr.
P. Unitario		gr/cm3
Alt. Final		cm,

γd max		gr/cm3
W%	18,18	%
Ang. Rotura	0	º
qumax	0,00	(Kg/cm2)
Cohesión	0,00	µ

Δh (m.m.)	ε	1-ε	Ac (cm2)	C (Nw)	C (kg)	σ (Kg/cm2)	ε %
0,1	0,00164	0,99836	6,17	0	0,000	0,00	0,16
0,22	0,00361	0,99639	6,18	0	0,000	0,00	0,36
0,41	0,00672	0,99328	6,20	0	0,000	0,00	0,67
0,67	0,01098	0,98902	6,23	0	0,000	0,00	1,10
0,93	0,01525	0,98475	6,25	0	0,000	0,00	1,52
1,2	0,01967	0,98033	6,28	0	0,000	0,00	1,97
1,49	0,02443	0,97557	6,31	0	0,000	0,00	2,44
1,8	0,02951	0,97049	6,34	0	0,000	0,00	2,95
2,15	0,03525	0,96475	6,38	0	0,000	0,00	3,52
2,58	0,04230	0,95770	6,43	0	0,000	0,00	4,23
2,98	0,04885	0,95115	6,47	0	0,000	0,00	4,89
3,58	0,05869	0,94131	6,54	0	0,000	0,00	5,87
3,81	0,06246	0,93754	6,57	0	0,000	0,00	6,25
0	0,00000	1,00000	6,16	0	0,000	0,00	0,00



OBSERVACIONES: MUESTRA QUEBRADA

JESUS ALBERTO SANCHEZ
LABORATORISTA

LUIS DAVID RIVERO PEREZ
ING. CIIVIL DE CONTROL DE LABORATORIO

JS GEOSUELOS S.A.S

NIT: 901375481-7

COMPRESIÓN INCONFINADA EN MUESTRAS DE SUELOS

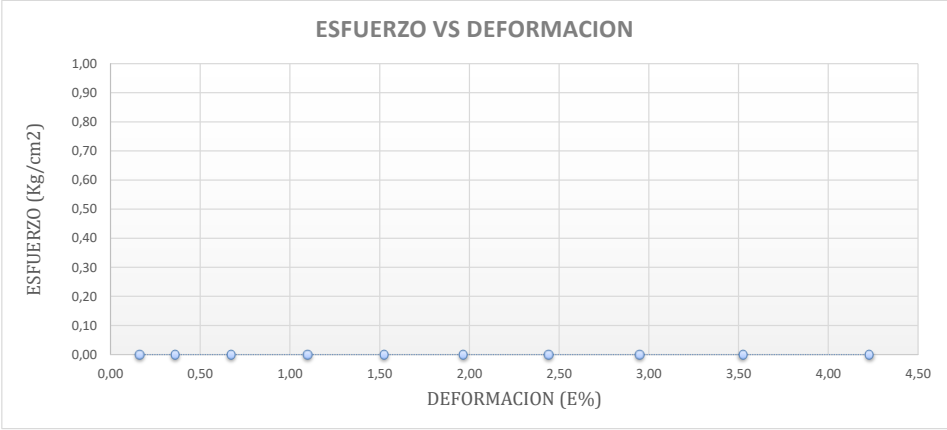
INV E-152-13

PROYECTO:	**MEJORAMIENTO URBANÍSTICO PARA EL DESARROLLO DEL TURISMO EN EL MUNICIPIO DE CIENAGA DE ORO CÓRDOBA.**	**FECHA:**	**ENERO DE 2025**
LOCALIZACIÓN:	**CIENAGA DE ORO**	**COLOR:**	**gris oscuro**
DESCRIPCIÓN:	**Arena limosa mal gradada**	**SOLICITANTE:**	
PROFUNDIDAD:	**7,50 - 8,00**	**SONDEO:**	**1**
COORDENADA:	**8°52'25.655"N 75°37'30.81"W**	**MUESTRA:**	**8**

Diámetro		cm.
Alt. Inicial		cm.
Area		cm2,
Volumen		cm3,
P. Humedo		gr.
P. Unitario		gr/cm3
Alt. Final		cm,

γd max		gr/cm3
W%	18,52	%
Ang. Rotura	0	º
qumax	0,00	(Kg/cm2)
Cohesión	0,00	µ

Δh (m.m.)	ε	1-ε	Ac (cm2)	C (Nw)	C (kg)	σ (Kg/cm2)	ε %
0,1	0,00164	0,99836	6,17	0	0,000	0,00	0,16
0,22	0,00361	0,99639	6,18	0	0,000	0,00	0,36
0,41	0,00672	0,99328	6,20	0	0,000	0,00	0,67
0,67	0,01098	0,98902	6,23	0	0,000	0,00	1,10
0,93	0,01525	0,98475	6,25	0	0,000	0,00	1,52
1,2	0,01967	0,98033	6,28	0	0,000	0,00	1,97
1,49	0,02443	0,97557	6,31	0	0,000	0,00	2,44
1,8	0,02951	0,97049	6,34	0	0,000	0,00	2,95
2,15	0,03525	0,96475	6,38	0	0,000	0,00	3,52
2,58	0,04230	0,95770	6,43	0	0,000	0,00	4,23
2,98	0,04885	0,95115	6,47	0	0,000	0,00	4,89
3,58	0,05869	0,94131	6,54	0	0,000	0,00	5,87
3,81	0,06246	0,93754	6,57	0	0,000	0,00	6,25
0	0,00000	1,00000	6,16	0	0,000	0,00	0,00



OBSERVACIONES: MUESTRA ARENOSA QUEBRADA

JESUS ALBERTO SANCHEZ
LABORATORISTA

LUIS DAVID RIVERO PEREZ
ING. CIIVIL DE CONTROL DE LABORATORIO

JS GEOSUELOS S.A.S

NIT: 901375481-7

COMPRESIÓN INCONFINADA EN MUESTRAS DE SUELOS

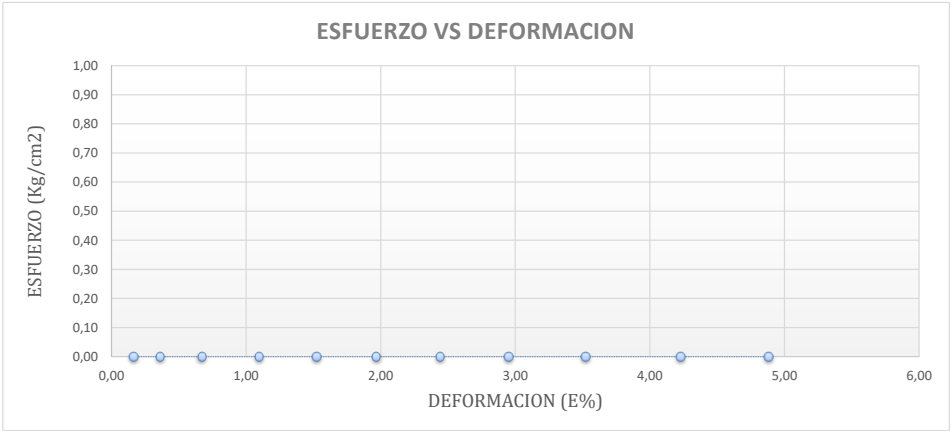
INV E-152-13

PROYECTO:	**MEJORAMIENTO URBANÍSTICO PARA EL DESARROLLO DEL TURISMO EN EL MUNICIPIO DE CIENAGA DE ORO CÓRDOBA.**	**FECHA:**	**ENERO DE 2025**
LOCALIZACIÓN:	**CIENAGA DE ORO**	**COLOR:**	**gris oscuro**
DESCRIPCIÓN:	**Arena limosa mal gradada**	**SOLICITANTE:**	
PROFUNDIDAD:	**8,50 - 9,00**	**SONDEO:**	**1**
COORDENADA:	**8°52'25.655"N 75°37'30.81"W**	**MUESTRA:**	**9**

Diámetro		cm.
Alt. Inicial		cm.
Area		cm2,
Volumen		cm3,
P. Humedo		gr.
P. Unitario		gr/cm3
Alt. Final		cm,

γd max		gr/cm3
W%	17,65	%
Ang. Rotura	0	º
qumax	0,00	(Kg/cm2)
Cohesión	0,00	µ

Δh (m.m.)	ε	1-ε	Ac (cm2)	C (Nw)	C (kg)	σ (Kg/cm2)	ε %
0,1	0,00164	0,99836	6,17	0	0,000	0,00	0,16
0,22	0,00361	0,99639	6,18	0	0,000	0,00	0,36
0,41	0,00672	0,99328	6,20	0	0,000	0,00	0,67
0,67	0,01098	0,98902	6,23	0	0,000	0,00	1,10
0,93	0,01525	0,98475	6,25	0	0,000	0,00	1,52
1,2	0,01967	0,98033	6,28	0	0,000	0,00	1,97
1,49	0,02443	0,97557	6,31	0	0,000	0,00	2,44
1,8	0,02951	0,97049	6,34	0	0,000	0,00	2,95
2,15	0,03525	0,96475	6,38	0	0,000	0,00	3,52
2,58	0,04230	0,95770	6,43	0	0,000	0,00	4,23
2,98	0,04885	0,95115	6,47	0	0,000	0,00	4,89
3,58	0,05869	0,94131	6,54	0	0,000	0,00	5,87
3,81	0,06246	0,93754	6,57	0	0,000	0,00	6,25
0	0,00000	1,00000	6,16	0	0,000	0,00	0,00



OBSERVACIONES: MUESTRA QUEBRADA ARENOSA

JESUS ALBERTO SANCHEZ
LABORATORISTA

LUIS DAVID RIVERO PEREZ
ING. CIIVIL DE CONTROL DE LABORATORIO

JS GEOSUELOS S.A.S

NIT: 901375481-7

COMPRESIÓN INCONFINADA EN MUESTRAS DE SUELOS

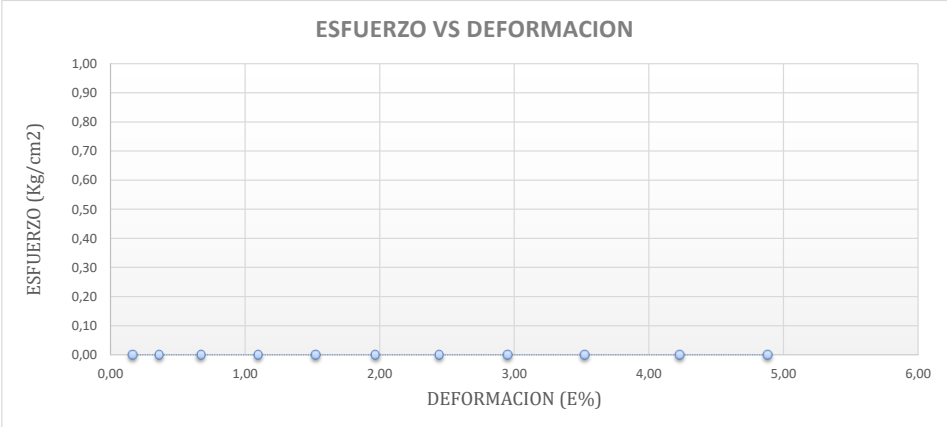
INV E-152-13

PROYECTO:	**MEJORAMIENTO URBANÍSTICO PARA EL DESARROLLO DEL TURISMO EN EL MUNICIPIO DE CIENAGA DE ORO CÓRDOBA.**	**FECHA:**	**ENERO DE 2025**
LOCALIZACIÓN:	**CIENAGA DE ORO**	**COLOR:**	**gris oscuro**
DESCRIPCIÓN:	**arcilla de baja plasticidad**	**SOLICITANTE:**	
PROFUNDIDAD:	**9,50 - 10,00**	**SONDEO:**	**1**
COORDENADA:	**8°52'25.655"N 75°37'30.81"W**	**MUESTRA:**	**10**

Diámetro		cm.
Alt. Inicial		cm.
Area		cm2,
Volumen		cm3,
P. Humedo		gr.
P. Unitario		gr/cm3
Alt. Final		cm,

γd max		gr/cm3
W%	22,00	%
Ang. Rotura	0	º
qumax	0,00	(Kg/cm2)
Cohesión	0,00	µ

Δh (m.m.)	ε	1-ε	Ac (cm2)	C (Nw)	C (kg)	σ (Kg/cm2)	ε %
0,1	0,00164	0,99836	6,17	0	0,000	0,00	0,16
0,22	0,00361	0,99639	6,18	0	0,000	0,00	0,36
0,41	0,00672	0,99328	6,20	0	0,000	0,00	0,67
0,67	0,01098	0,98902	6,23	0	0,000	0,00	1,10
0,93	0,01525	0,98475	6,25	0	0,000	0,00	1,52
1,2	0,01967	0,98033	6,28	0	0,000	0,00	1,97
1,49	0,02443	0,97557	6,31	0	0,000	0,00	2,44
1,8	0,02951	0,97049	6,34	0	0,000	0,00	2,95
2,15	0,03525	0,96475	6,38	0	0,000	0,00	3,52
2,58	0,04230	0,95770	6,43	0	0,000	0,00	4,23
2,98	0,04885	0,95115	6,47	0	0,000	0,00	4,89
3,58	0,05869	0,94131	6,54	0	0,000	0,00	5,87
3,81	0,06246	0,93754	6,57	0	0,000	0,00	6,25
0	0,00000	1,00000	6,16	0	0,000	0,00	0,00



OBSERVACIONES: MUESTRA QUEBRADA ARENOSA

JESUS ALBERTO SANCHEZ
LABORATORISTA

LUIS DAVID RIVERO PEREZ
ING. CIIVIL DE CONTROL DE LABORATORIO

JS GEOSUELOS S.A.S
NIT: 901375481-7

PERFIL ESTRATIGRÁFICO

PROYECTO:	**MEJORAMIENTO URBANÍSTICO PARA EL DESARROLLO DEL TURISMO EN EL MUNICIPIO DE CIENAGA DE ORO CÓRDOBA.**	**FECHA:**	**ENERO DE 2025**
LOCALIZACIÓN:	**CIENAGA DE ORO**	**SOLICITANTE:**	**0**
SONDEO:	**2**	**COORDENADA:**	**8°52'26.707"N 75°37'31.57"W**

RESULTADOS

PROF. (m)	MUESTRA N°	CLASIFICACIÓN USCS	CLASIFICACIÓN AASHTO	PROF. MUESTRA (m)	INDICE DE GRUPO	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	Wn. (%)	LIMITES ATTERBERG L.L. (%)	LIMITES ATTERBERG L.P. (%)	LIMITES ATTERBERG I.P. (%)	GRADACIÓN GRAVAS (%)	GRADACIÓN ARENAS (%)	GRADACIÓN FINOS (%)	gt (g/cm³)	RESISTENCIA (kg/cm²) q_u	N
0,50																0
	1	ML	A - 6	0,50 - 1,00	10	Limo de plasticidad baja	11,9	39,0	27,0	12,0	0,0%	21,3%	78,7%	1,985	0.000	0
1,00						pardo oscuro										0
															N=	0
1,50																3
	2	ML	A - 4	1,50 - 2.00	3	Limo de plasticidad media	14,7	34,0	25,7	8,3	0,0%	41,3%	58,7%	1,989	0.426	4
2,00						pardo oscuro										5
															N=	9
2,50																4
	3	ML	A - 6	2,50 - 3,00	7	Limo de plasticidad media	13,0	38,0	25,1	12,9	0,0%	34,1%	65,9%	2,006	0.552	5
3,00						pardo oscuro										6
															N=	11
3,50																4
	4	ML	A - 4	3,50 -4,00	7	Limo de plasticidad baja	10,5	33,0	24,6	12,0	0,0%	28,2%	71,8%	1,981	0,582	6
4,00						pardo claro										7
															N=	13
4,50																5
	5	ML	A - 4	4,50 - 5,00	7	Limo de plasticidad baja	16,4	35,3	25,8	9,5	0,0%	22,2%	77,8%	2,01	0,000	7
5,00						pardo claro										7
															N=	14
5,50																6
	6	ML	A - 4	5,50 - 6,00	3	Limo de plasticidad baja	14,5	35,0	26,2	8,8	0,0%	43,5%	56,5%		0,000	8
6,00						pardo oscuro										9
															N=	17
6,50																6
	7	SM	A - 2 - 4	6,50 - 7,00	0	Arena limosa	20,2	N.L.	N.P.	-	0,0%	74,9%	25,1%		0,000	9
7,00						gris oscuro										9
															N=	18
7,50																7
	8	SM	A - 1 - b	7,50 - 8,00	0	Arena limosa	19,4	N.L.	N.P.	-	0,0%	78,5%	21,5%		0,000	9
8,00						gris oscuro										12
															N=	21
8,50						Arena limosa mal gradada										9

	9	SP-SM	A - 1 - b	8,50 - 9,00	1	Arena limosa mal gradada	19,0	N.L.	N.P.	-	0,0%	90,2%	9,8%		0,000	11
9,00						gris oscuro										12
															N=	**23**
9,50																9
	10	SP-SM	A - 1 - b	9,50 - 10,00	0	Arena limosa mal gradada	20,5	N.L.	N.P.	-	0,0%	89,2%	10,8%		0,000	12
10,00						gris oscuro										13
															N=	**25**

NIVEL FREÁTICO ENCONTRADO:			
NO		PROFUNDIDAD:	4,30 Incial
SI	x		4,10 Final

q_u : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN INCONFINADA.

gt : PESO UNITARIO TOTAL - **N :** NUMERO DE GOLPES/PIE CON EL ENSAYO DE **S.P.T.**

OBSERVACIONES :

* SONDEO CON SPT HASTA 10,00 m
* SITIO CON GEOLOGÍA HOMOGÉNEA.

JS GEOSUELOS S.A.S
NIT: 901375481-7

ENSAYO DE CLASIFICACIÓN

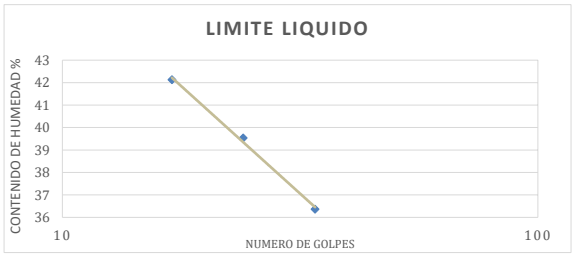
LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN

INV E-122 / INV E-123 / INV - E - 125, E - 126

PROYECTO:	**MEJORAMIENTO URBANÍSTICO PARA EL DESARROLLO DEL TURISMO EN EL MUNICIPIO DE CIENAGA DE ORO CÓRDOBA.**	**FECHA:**	**ENERO DE 2025**
LOCALIZACIÓN:	**CIENAGA DE ORO**	**COLOR:**	**pardo oscuro**
DESCRIPCIÓN:	**Limo de plasticidad media**	**SOLICITANTE:**	
PROFUNDIDAD:	**0,50 - 1,00**	**SONDEO:**	**2**
COORDENADA:	**8°52'26.707"N 75°37'31.57"W**	**MUESTRA:**	**1**

LÍMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO			
Determinación No	1	2	3
Número de Golpes	17	24	34
Recipiente No.	Z28	A17	Z64
P1	35,00	32,60	31,80
P2	29,25	27,50	27,60
P3	15,60	14,60	16,05
2	5,75	5,10	4,20
PS	13,65	12,90	11,55
W%	42,12	39,53	36,36



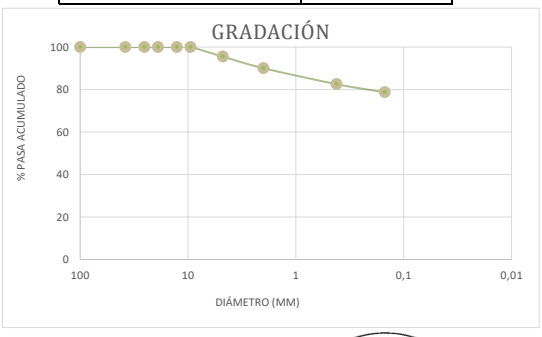
LÍMITE PLÁSTICO			Humedad Natural
Recipiente No.	E78	S24	S18
P1	16,90	17,05	75,0
P2	13,86	15,90	70,0
P3	10,20	11,60	28,0
PW	1,00	1,15	5,0
PS	3,66	4,30	42,0
W%	27,3	26,7	11,9

RESULTADOS LIMITES DE CONSISTENCIA		
Límite Líquido	39,0	%
Límite Plástico	27,0	%
Índice Plastico	12,0	%

Peso inicial:	**125,00**	**[gr]**	**Peso final:**	**26,60**	**[gr]**
Tamiz, plg	**Tamiz, mm**	**Peso [gr]**	**% Reten.**	**% Ret.Acum**	**% Pasa**
3"	**76,10**				
2 ½"	**64,00**				100,0%
2"	**50,80**				100,0%
1 ½"	**38,10**				100,0%
1"	**25,40**				100,0%
3/4"	**19,00**				100,0%
1/2"	**12,70**				100,0%
3/8"	**9,51**				100,0%
4	**4,76**	0,0			100,0%
8	**2,38**				
10	**2,00**	5,6	4,5%	4,5%	95,5%
12	**1,68**				
16	**1,19**				
30	**0,59**				
40	**0,42**	6,8	5,4%	9,9%	90,1%
50	**0,30**				
80	**0,18**				
100	**0,15**	9,4	7,5%	17,4%	82,6%
200	**0,07**	4,8	3,8%	21,3%	78,7%
Pasa 200		98,4	78,7%	100,0%	0,0%
Total		125,0			

RESULTADOS GRANULOMETRIA	
Gravas	0,0%
Arenas	21,3%
Finos	78,7%

CLASIFICACIÓN	
Índice de Grupo	10
A.A.S.H.T.O.	A - 6
U.S.C	ML



Jesus A. Sanchez

JESUS ALBERTO SANCHEZ
LABORATORISTA

LUIS DAVID RIVERO PEREZ
ING. CIIVIL DE CONTROL DE LABORATORIO

JS GEOSUELOS S.A.S
NIT: 901375481-7

ENSAYO DE CLASIFICACIÓN

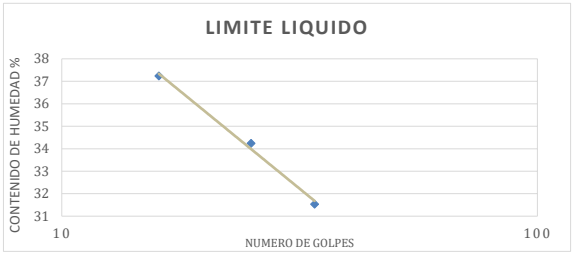
LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN

INV E-122 / INV E-123 / INV - E - 125, E - 126

PROYECTO:	**MEJORAMIENTO URBANÍSTICO PARA EL DESARROLLO DEL TURISMO EN EL MUNICIPIO DE CIENAGA DE ORO CÓRDOBA.**	**FECHA:**	**ENERO DE 2025**
LOCALIZACIÓN:	**CIENAGA DE ORO**	**COLOR:**	**pardo oscuro**
DESCRIPCIÓN:	**Limo de plasticidad media**	**SOLICITANTE:**	
PROFUNDIDAD:	**1,50 - 2.00**	**SONDEO:**	**2**
COORDENADA:	**8°52'26.707"N 75°37'31.57"W**	**MUESTRA:**	**2**

LÍMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO			
Determinación No	1	2	3
Número de Golpes	16	25	34
Recipiente No.	F28	S17	A34
P1	31,50	34,60	30,50
P2	28,00	29,55	27,00
P3	18,60	14,80	15,90
2	3,50	5,05	3,50
PS	9,40	14,75	11,10
W%	37,23	34,24	31,53



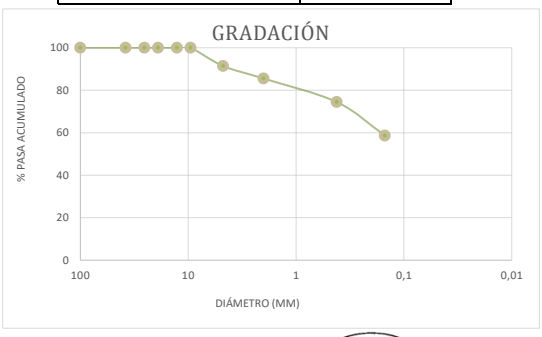
LÍMITE PLÁSTICO			Humedad Natural
Recipiente No.	X28	S5	Z39
P1	17,50	16,90	87,0
P2	13,40	15,20	79,0
P3	9,50	8,60	24,6
PW	1,00	1,70	8,0
PS	3,90	6,60	54,4
W%	25,6	25,8	14,7

RESULTADOS LIMITES DE CONSISTENCIA		
Límite Líquido	34,0	%
Límite Plástico	25,7	%
Índice Plastico	8,3	%

Peso inicial:	**76,00**	**[gr]**	**Peso final:**	**31,40**	**[gr]**
Tamiz, plg	**Tamiz, mm**	**Peso [gr]**	**% Reten.**	**% Ret.Acum**	**% Pasa**
3"	**76,10**				
2 ½"	**64,00**				100,0%
2"	**50,80**				100,0%
1 ½"	**38,10**				100,0%
1"	**25,40**				100,0%
3/4"	**19,00**				100,0%
1/2"	**12,70**				100,0%
3/8"	**9,51**				100,0%
4	**4,76**	0,0			100,0%
8	**2,38**				
10	**2,00**	6,5	8,6%	8,6%	91,4%
12	**1,68**				
16	**1,19**				
30	**0,59**				
40	**0,42**	4,5	5,9%	14,5%	85,5%
50	**0,30**				
80	**0,18**				
100	**0,15**	8,4	11,1%	25,5%	74,5%
200	**0,07**	12,0	15,8%	41,3%	58,7%
Pasa 200		44,6	58,7%	100,0%	0,0%
Total		76,0			

RESULTADOS GRANULOMETRIA	
Gravas	0,0%
Arenas	41,3%
Finos	58,7%

CLASIFICACIÓN	
Índice de Grupo	3
A.A.S.H.T.O.	A - 4
U.S.C	ML



JESUS ALBERTO SANCHEZ
LABORATORISTA

LUIS DAVID RIVERO PEREZ
ING. CIIVIL DE CONTROL DE LABORATORIO

JS GEOSUELOS S.A.S
NIT: 901375481-7

ENSAYO DE CLASIFICACIÓN

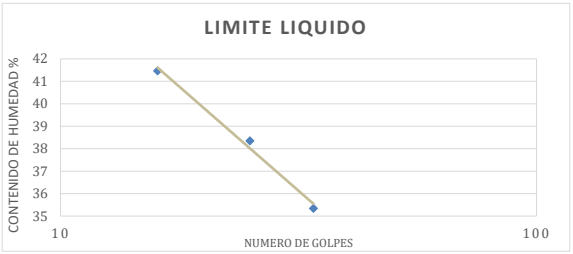
LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN

INV E-122 / INV E-123 / INV - E - 125, E - 126

PROYECTO:	**MEJORAMIENTO URBANÍSTICO PARA EL DESARROLLO DEL TURISMO EN EL MUNICIPIO DE CIENAGA DE ORO CÓRDOBA.**	**FECHA:**	**ENERO DE 2025**
LOCALIZACIÓN:	**CIENAGA DE ORO**	**COLOR:**	**pardo oscuro**
DESCRIPCIÓN:	**Limo de plasticidad media**	**SOLICITANTE:**	
PROFUNDIDAD:	**2,50 - 3,00**	**SONDEO:**	**2**
COORDENADA:	**8°52'26.707"N 75°37'31.57"W**	**MUESTRA:**	**3**

LÍMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO			
Determinación No	1	2	3
Número de Golpes	16	25	34
Recipiente No.	S38	S28	S69
P1	28,40	31,60	32,90
P2	25,00	27,22	28,50
P3	16,80	15,80	16,05
PW	3,40	4,38	4,40
PS	8,20	11,42	12,45
W%	41,46	38,35	35,34



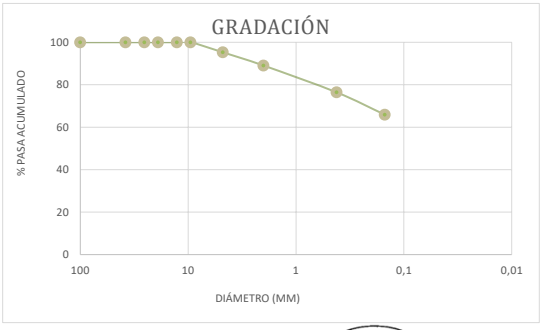
LÍMITE PLÁSTICO			Humedad Natural
Recipiente No.	A79	S24	D39
P1	19,60	18,54	87,0
P2	17,70	16,60	80,0
P3	10,10	8,90	26,0
PW	1,90	1,94	7,0
PS	7,60	7,70	54,0
W%	25,0	25,2	13,0

RESULTADOS LIMITES DE CONSISTENCIA		
Límite Líquido	38,0	%
Límite Plástico	25,1	%
Índice Plastico	12,9	%

Peso inicial:	**95,00**	**[gr]**	**Peso final:**	**32,40**	**[gr]**
Tamiz, plg	**Tamiz, mm**	**Peso [gr]**	**% Reten.**	**% Ret.Acum**	**% Pasa**
3"	**76,10**				
2 ½"	**64,00**				100,0%
2"	**50,80**				100,0%
1 ½"	**38,10**				100,0%
1"	**25,40**				100,0%
3/4"	**19,00**				100,0%
1/2"	**12,70**				100,0%
3/8"	**9,51**				100,0%
4	**4,76**	0,0			100,0%
8	**2,38**				
10	**2,00**	4,5	4,7%	4,7%	95,3%
12	**1,68**				
16	**1,19**				
30	**0,59**				
40	**0,42**	5,9	6,2%	10,9%	89,1%
50	**0,30**				
80	**0,18**				
100	**0,15**	12,0	12,6%	23,6%	76,4%
200	**0,07**	10,0	10,5%	34,1%	65,9%
Pasa 200		62,6	65,9%	100,0%	0,0%
Total		95,0			

RESULTADOS GRANULOMETRIA	
Gravas	0,0%
Arenas	34,1%
Finos	65,9%

CLASIFICACIÓN	
Índice de Grupo	7
A.A.S.H.T.O.	A - 6
U.S.C	ML



Jesus A. Sanchez

JESUS ALBERTO SANCHEZ
LABORATORISTA

LUIS DAVID RIVERO PEREZ
ING. CIIVIL DE CONTROL DE LABORATORIO

JS GEOSUELOS S.A.S
NIT: 901375481-7

ENSAYO DE CLASIFICACIÓN

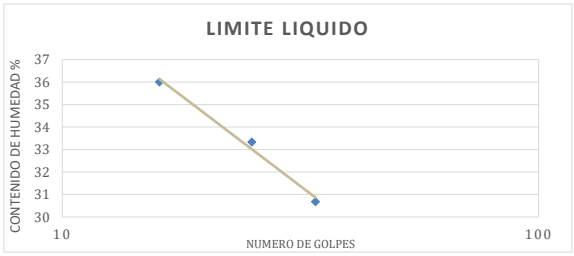
LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN

INV E-122 / INV E-123 / INV - E - 125, E - 126

PROYECTO:	**MEJORAMIENTO URBANÍSTICO PARA EL DESARROLLO DEL TURISMO EN EL MUNICIPIO DE CIENAGA DE ORO CÓRDOBA.**	**FECHA:**	**ENERO DE 2025**
LOCALIZACIÓN:	**CIENAGA DE ORO**	**COLOR:**	**pardo claro**
DESCRIPCIÓN:	**Limo de plasticidad baja**	**SOLICITANTE:**	
PROFUNDIDAD:	**3,50 -4,00**	**SONDEO:**	**2**
COORDENADA:	**8°52'26.707"N 75°37'31.57"W**	**MUESTRA:**	**4**

LÍMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO			
Determinación No	1	2	3
Número de Golpes	16	25	34
Recipiente No.	D2	A36	S174
P1	26,70	28,60	27,05
P2	24,00	25,40	24,55
P3	16,50	15,80	16,40
1	2,70	3,20	2,50
PS	7,50	9,60	8,15
W%	36,00	33,33	30,67



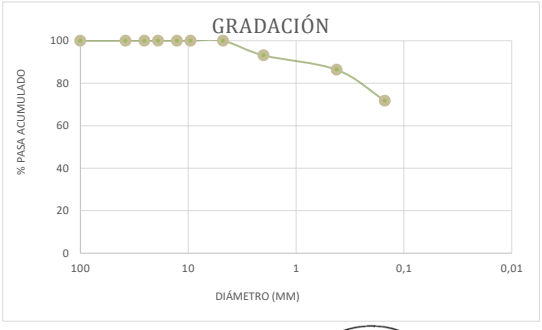
LÍMITE PLÁSTICO			Humedad Natural
Recipiente No.	T05	D15	A34
P1	17,40	16,80	86,0
P2	16,10	15,50	80,0
P3	10,80	10,24	23,0
PW	1,30	1,30	6,0
PS	5,30	5,26	57,0
W%	24,5	24,7	10,5

RESULTADOS LIMITES DE CONSISTENCIA		
Límite Líquido	33,0	%
Límite Plástico	24,6	%
Índice Plastico	12,0	%

Peso inicial:	**96,00**	**[gr]**	**Peso final:**	**27,10**	**[gr]**
Tamiz, plg	**Tamiz, mm**	**Peso [gr]**	**% Reten.**	**% Ret.Acum**	**% Pasa**
3"	**76,10**				
2 ½"	**64,00**				100,0%
2"	**50,80**				100,0%
1 ½"	**38,10**				100,0%
1"	**25,40**				100,0%
3/4"	**19,00**				100,0%
1/2"	**12,70**				100,0%
3/8"	**9,51**				100,0%
4	**4,76**	0,0			100,0%
8	**2,38**				
10	**2,00**	0,0			100,0%
12	**1,68**				
16	**1,19**				
30	**0,59**	4,6	4,8%		
40	**0,42**	2,0	2,1%	6,9%	93,1%
50	**0,30**				
80	**0,18**				
100	**0,15**	6,5	6,8%	13,6%	86,4%
200	**0,07**	14,0	14,6%	28,2%	71,8%
Pasa 200		68,9	71,8%	100,0%	0,0%
Total		96,0			

RESULTADOS GRANULOMETRIA	
Gravas	0,0%
Arenas	28,2%
Finos	71,8%

CLASIFICACIÓN	
Índice de Grupo	7
A.A.S.H.T.O.	A - 4
U.S.C	ML



Jesus A. Sanchez

JESUS ALBERTO SANCHEZ
LABORATORISTA

LUIS DAVID RIVERO PEREZ
ING. CIIVIL DE CONTROL DE LABORATORIO

JS GEOSUELOS S.A.S
NIT: 901375481-7

ENSAYO DE CLASIFICACIÓN

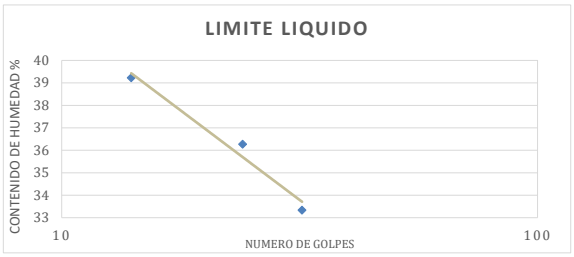
LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN

INV E-122 / INV E-123 / INV - E - 125, E - 126

PROYECTO:	**MEJORAMIENTO URBANÍSTICO PARA EL DESARROLLO DEL TURISMO EN EL MUNICIPIO DE CIENAGA DE ORO CÓRDOBA.**	**FECHA:**	**ENERO DE 2025**
LOCALIZACIÓN:	**CIENAGA DE ORO**	**COLOR:**	**pardo claro**
DESCRIPCIÓN:	**Limo de plasticidad baja**	**SOLICITANTE:**	
PROFUNDIDAD:	**4,50 - 5,00**	**SONDEO:**	**2**
COORDENADA:	**8°52'26.707"N 75°37'31.57"W**	**MUESTRA:**	**5**

LÍMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO			
Determinación No	1	2	3
Número de Golpes	14	24	32
Recipiente No.	S98	D15	S35
P1	29,00	28,50	31,40
P2	24,83	24,80	27,50
P3	14,20	14,60	15,80
1	4,17	3,70	3,90
PS	10,63	10,20	11,70
W%	39,23	36,27	33,33



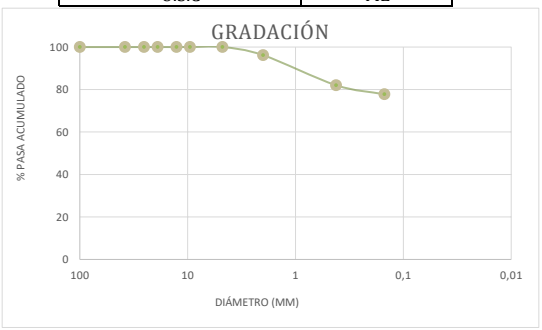
LÍMITE PLÁSTICO			Humedad Natural
Recipiente No.	S28	D545	A45
P1	17,00	16,38	95,0
P2	15,70	15,00	84,0
P3	10,50	9,80	16,8
PW	1,30	1,38	11,0
PS	5,20	5,20	67,2
W%	25,0	26,5	16,4

RESULTADOS LIMITES DE CONSISTENCIA		
Límite Líquido	35,3	%
Límite Plástico	25,8	%
Índice Plastico	9,5	%

Peso inicial:	89,00	[gr]	Peso final:	19,80	[gr]
Tamiz, plg	**Tamiz, mm**	**Peso [gr]**	**% Reten.**	**% Ret.Acum**	**% Pasa**
3"	**76,10**				
2 ½"	**64,00**				100,0%
2"	**50,80**				100,0%
1 ½"	**38,10**				100,0%
1"	**25,40**				100,0%
3/4"	**19,00**				100,0%
1/2"	**12,70**				100,0%
3/8"	**9,51**				100,0%
4	**4,76**	0,0			100,0%
8	**2,38**				
10	**2,00**	0,0			100,0%
12	**1,68**				
16	**1,19**				
30	**0,59**				
40	**0,42**	3,4	3,8%	3,8%	96,2%
50	**0,30**				
80	**0,18**				
100	**0,15**	12,6	14,2%	18,0%	82,0%
200	**0,07**	3,8	4,3%	22,2%	77,8%
Pasa 200		69,2	77,8%	100,0%	0,0%
Total		89,0			

RESULTADOS GRANULOMETRIA	
Gravas	0,0%
Arenas	22,2%
Finos	77,8%

CLASIFICACIÓN	
Índice de Grupo	7
A.A.S.H.T.O.	A - 4
U.S.C	ML



Jesus A. Sanchez

JESUS ALBERTO SANCHEZ
LABORATORISTA

LUIS DAVID RIVERO PEREZ
ING. CIIVIL DE CONTROL DE LABORATORIO

JS GEOSUELOS S.A.S
NIT: 901375481-7

ENSAYO DE CLASIFICACIÓN

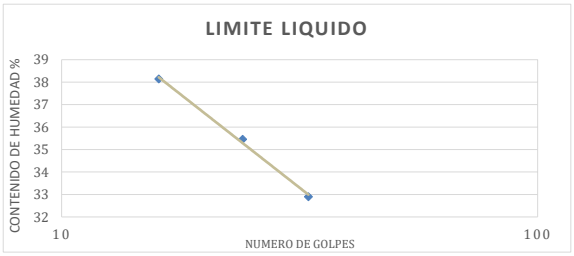
LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN

INV E-122 / INV E-123 / INV - E - 125, E - 126

PROYECTO:	**MEJORAMIENTO URBANÍSTICO PARA EL DESARROLLO DEL TURISMO EN EL MUNICIPIO DE CIENAGA DE ORO CÓRDOBA.**	**FECHA:**	**ENERO DE 2025**
LOCALIZACIÓN:	**CIENAGA DE ORO**	**COLOR:**	**pardo oscuro**
DESCRIPCIÓN:	**Limo de plasticidad baja**	**SOLICITANTE:**	
PROFUNDIDAD:	**5,50 - 6,00**	**SONDEO:**	**2**
COORDENADA:	**8°52'26.707"N 75°37'31.57"W**	**MUESTRA:**	**6**

LÍMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO			
Determinación No	1	2	3
Número de Golpes	16	24	33
Recipiente No.	F89	S24	V16
P1	28,60	29,40	31,40
P2	24,90	25,50	27,60
P3	15,20	14,50	16,05
1	3,70	3,90	3,80
PS	9,70	11,00	11,55
W%	38,14	35,45	32,90



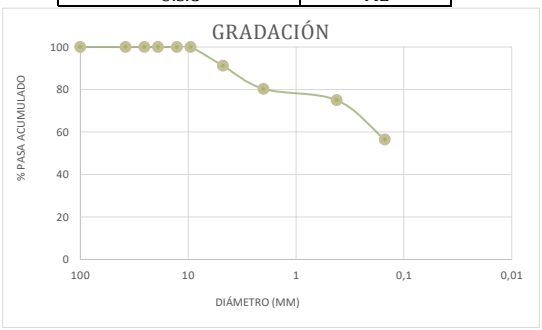
LÍMITE PLÁSTICO			Humedad Natural
Recipiente No.	W78	S14	F14
P1	19,60	18,40	87,0
P2	18,00	17,00	79,0
P3	12,00	11,54	24,0
PW	1,60	1,40	8,0
PS	6,00	5,46	55,0
W%	26,7	25,6	14,5

RESULTADOS LIMITES DE CONSISTENCIA		
Límite Líquido	35,0	%
Límite Plástico	26,2	%
Índice Plastico	8,8	%

Peso inicial:	**68,00**	**[gr]**	**Peso final:**	**29,60**	**[gr]**
Tamiz, plg	**Tamiz, mm**	**Peso [gr]**	**% Reten.**	**% Ret.Acum**	**% Pasa**
3"	**76,10**				
2 ½"	**64,00**				100,0%
2"	**50,80**				100,0%
1 ½"	**38,10**				100,0%
1"	**25,40**				100,0%
3/4"	**19,00**				100,0%
1/2"	**12,70**				100,0%
3/8"	**9,51**				100,0%
4	**4,76**	0,0			100,0%
8	**2,38**				
10	**2,00**	6,0	8,8%	8,8%	91,2%
12	**1,68**				
16	**1,19**				
30	**0,59**				
40	**0,42**	7,4	10,9%	19,7%	80,3%
50	**0,30**				
80	**0,18**				
100	**0,15**	3,6	5,3%	25,0%	75,0%
200	**0,07**	12,6	18,5%	43,5%	56,5%
Pasa 200		38,4	56,5%	100,0%	0,0%
Total		68,0			

RESULTADOS GRANULOMETRIA	
Gravas	0,0%
Arenas	43,5%
Finos	56,5%

CLASIFICACIÓN	
Índice de Grupo	3
A.A.S.H.T.O.	A - 4
U.S.C	ML



Jesus A. Sanchez

JESUS ALBERTO SANCHEZ
LABORATORISTA

LUIS DAVID RIVERO PEREZ
ING. CIIVIL DE CONTROL DE LABORATORIO

JS GEOSUELOS S.A.S
NIT: 901375481-7

ENSAYO DE CLASIFICACIÓN

LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN

INV E-122 / INV E-123 / INV - E - 125, E - 126

PROYECTO:	**MEJORAMIENTO URBANÍSTICO PARA EL DESARROLLO DEL TURISMO EN EL MUNICIPIO DE CIENAGA DE ORO CÓRDOBA.**	**FECHA:**	**ENERO DE 2025**
LOCALIZACIÓN:	**CIENAGA DE ORO**	**COLOR:**	**gris oscuro**
DESCRIPCIÓN:	**Arena limosa**	**SOLICITANTE:**	
PROFUNDIDAD:	**6,50 - 7,00**	**SONDEO:**	**2**
COORDENADA:	**8°52'26.707"N 75°37'31.57"W**	**MUESTRA:**	**7**

LÍMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO			
Determinación No			
Número de Golpes			
Recipiente No.			
P1			
P2			
P3			
1			
PS			
W%			



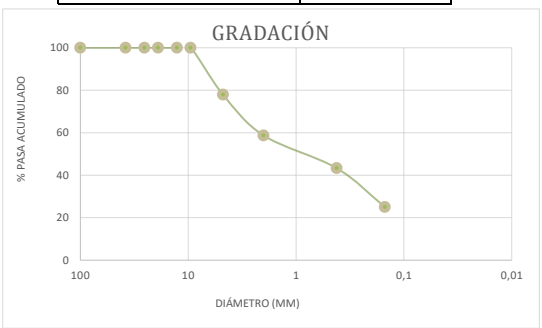
LÍMITE PLÁSTICO			Humedad Natural
Recipiente No.			S36
P1			94,0
P2			81,0
P3			16,5
PW			13,0
PS			64,5
W%			20,2

RESULTADOS LIMITES DE CONSISTENCIA		
Límite Líquido	N.L.	%
Límite Plástico	N.P.	%
Índice Plastico	-	%

Peso inicial:	**104,00**	**[gr]**	**Peso final:**	**70,00**	**[gr]**
Tamiz, plg	**Tamiz, mm**	**Peso [gr]**	**% Reten.**	**% Ret.Acum**	**% Pasa**
3"	**76,10**				
2 ½"	**64,00**				100,0%
2"	**50,80**				100,0%
1 ½"	**38,10**				100,0%
1"	**25,40**				100,0%
3/4"	**19,00**				100,0%
1/2"	**12,70**				100,0%
3/8"	**9,51**				100,0%
4	**4,76**	0,0			100,0%
8	**2,38**				
10	**2,00**	15,0	22,1%	22,1%	77,9%
12	**1,68**				
16	**1,19**				
30	**0,59**				
40	**0,42**	20,0	19,2%	41,3%	58,7%
50	**0,30**				
80	**0,18**				
100	**0,15**	16,0	15,4%	56,7%	43,3%
200	**0,07**	19,0	18,3%	74,9%	25,1%
Pasa 200		34,0	32,7%	107,6%	-7,6%
Total		104,0			

RESULTADOS GRANULOMETRIA	
Gravas	0,0%
Arenas	74,9%
Finos	25,1%

CLASIFICACIÓN	
Índice de Grupo	0
A.A.S.H.T.O.	A - 2 - 4
U.S.C	SM



Jesus A. Sanchez

JESUS ALBERTO SANCHEZ
LABORATORISTA

LUIS DAVID RIVERO PEREZ
ING. CIIVIL DE CONTROL DE LABORATORIO

JS GEOSUELOS S.A.S
NIT: 901375481-7

ENSAYO DE CLASIFICACIÓN

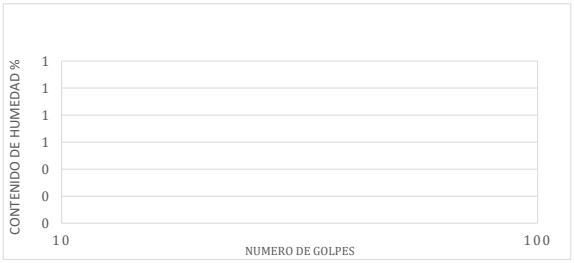
LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN

INV E-122 / INV E-123 / INV - E - 125, E - 126

PROYECTO:	**MEJORAMIENTO URBANÍSTICO PARA EL DESARROLLO DEL TURISMO EN EL MUNICIPIO DE CIENAGA DE ORO CÓRDOBA.**	**FECHA:**	**ENERO DE 2025**
LOCALIZACIÓN:	**CIENAGA DE ORO**	**COLOR:**	**gris oscuro**
DESCRIPCIÓN:	**Arena limosa**	**SOLICITANTE:**	
PROFUNDIDAD:	**7,50 - 8,00**	**SONDEO:**	**2**
COORDENADA:	**8°52'26.707"N 75°37'31.57"W**	**MUESTRA:**	**8**

LÍMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO			
Determinación No			
Número de Golpes			
Recipiente No.			
P_1			
P_2			
P_3			
1			
P_S			
W%			



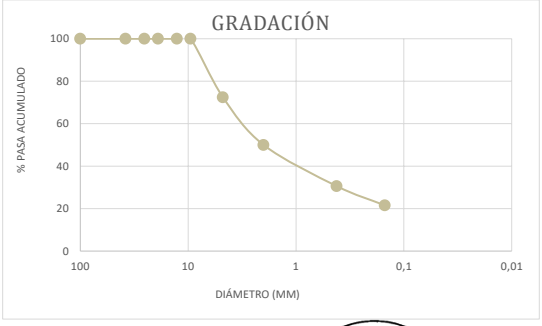
LÍMITE PLÁSTICO			Humedad Natural
Recipiente No.			A14
P_1			98,0
P_2			86,0
P_3			24,0
P_W			12,0
P_S			62,0
W%			19,4

RESULTADOS LIMITES DE CONSISTENCIA		
Límite Líquido	N.L.	%
Límite Plástico	N.P.	%
Índice Plastico	-	%

Peso inicial:	98,00	[gr]	Peso final:	76,90	[gr]
Tamiz, plg	**Tamiz, mm**	**Peso [gr]**	**% Reten.**	**% Ret.Acum**	**% Pasa**
3"	**76,10**				
2 ½"	**64,00**				100,0%
2"	**50,80**				100,0%
1 ½"	**38,10**				100,0%
1"	**25,40**				100,0%
3/4"	**19,00**				100,0%
1/2"	**12,70**				100,0%
3/8"	**9,51**				100,0%
4	**4,76**	0,0			100,0%
8	**2,38**				
10	**2,00**	27,0	27,6%	27,6%	72,4%
12	**1,68**				
16	**1,19**				
30	**0,59**				
40	**0,42**	22,0	22,4%	50,0%	50,0%
50	**0,30**				
80	**0,18**				
100	**0,15**	19,0	19,4%	69,4%	30,6%
200	**0,07**	8,9	9,1%	78,5%	21,5%
Pasa 200		21,1	21,5%	100,0%	0,0%
Total		98,0			

RESULTADOS GRANULOMETRIA	
Gravas	0,0%
Arenas	78,5%
Finos	21,5%

CLASIFICACIÓN	
Índice de Grupo	0
A.A.S.H.T.O.	A - 1 - b
U.S.C	SM



Jesus A.- Sanchez

JESUS ALBERTO SANCHEZ
LABORATORISTA

LUIS DAVID RIVERO PEREZ
ING. CIIVIL DE CONTROL DE LABORATORIO

JS GEOSUELOS S.A.S
NIT: 901375481-7

ENSAYO DE CLASIFICACIÓN

LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN

INV E-122 / INV E-123 / INV - E - 125, E - 126

PROYECTO:	**MEJORAMIENTO URBANÍSTICO PARA EL DESARROLLO DEL TURISMO EN EL MUNICIPIO DE CIENAGA DE ORO CÓRDOBA.**	**FECHA:**	**ENERO DE 2025**
LOCALIZACIÓN:	**CIENAGA DE ORO**	**COLOR:**	**gris oscuro**
DESCRIPCIÓN:	**Arena limosa mal gradada**	**SOLICITANTE:**	
PROFUNDIDAD:	**8,50 - 9,00**	**SONDEO:**	**2**
COORDENADA:	**8°52'26.707"N 75°37'31.57"W**	**MUESTRA:**	**9**

LÍMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO			
Determinación No			
Número de Golpes			
Recipiente No.			
P1			
P2			
P3			
PW			
PS			
W%			



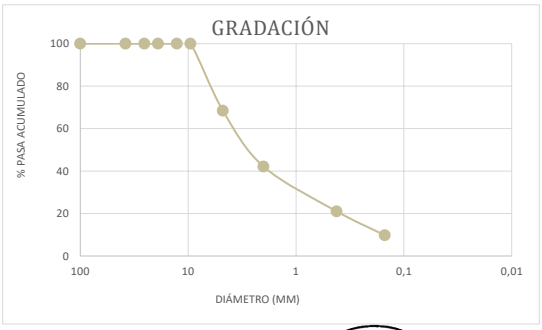
LÍMITE PLÁSTICO			Humedad Natural
Recipiente No.			S68
P1			97,0
P2			86,0
P3			28,0
PW			11,0
PS			58,0
W%			19,0

RESULTADOS LIMITES DE CONSISTENCIA		
Límite Líquido	N.L.	%
Límite Plástico	N.P.	%
Índice Plastico	-	%

Peso inicial:	133,00	[gr]	Peso final:	120,00	[gr]
Tamiz, plg	**Tamiz, mm**	**Peso [gr]**	**% Reten.**	**% Ret.Acum**	**% Pasa**
3"	**76,10**				
2 ½"	**64,00**				100,0%
2"	**50,80**				100,0%
1 ½"	**38,10**				100,0%
1"	**25,40**				100,0%
3/4"	**19,00**				100,0%
1/2"	**12,70**				100,0%
3/8"	**9,51**				100,0%
4	**4,76**	0,0			100,0%
8	**2,38**				
10	**2,00**	42,0	31,6%	31,6%	68,4%
12	**1,68**				
16	**1,19**				
30	**0,59**				
40	**0,42**	35,0	26,3%	57,9%	42,1%
50	**0,30**				
80	**0,18**				
100	**0,15**	28,0	21,1%	78,9%	21,1%
200	**0,07**	15,0	11,3%	90,2%	9,8%
Pasa 200		13,0	9,8%	100,0%	0,0%
Total		133,0			

RESULTADOS GRANULOMETRIA	
Gravas	0,0%
Arenas	90,2%
Finos	9,8%

CLASIFICACIÓN	
Índice de Grupo	1
A.A.S.H.T.O.	A - 1 - b
U.S.C	SP-SM



Jesus A. Sanchez

JESUS ALBERTO SANCHEZ
LABORATORISTA

LUIS DAVID RIVERO PEREZ
ING. CIIVIL DE CONTROL DE LABORATORIO

JS GEOSUELOS S.A.S
NIT: 901375481-7

ENSAYO DE CLASIFICACIÓN

LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN

INV E-122 / INV E-123 / INV - E - 125, E - 126

PROYECTO:	**MEJORAMIENTO URBANÍSTICO PARA EL DESARROLLO DEL TURISMO EN EL MUNICIPIO DE CIENAGA DE ORO CÓRDOBA.**	**FECHA:**	**ENERO DE 2025**
LOCALIZACIÓN:	**CIENAGA DE ORO**	**COLOR:**	**gris oscuro**
DESCRIPCIÓN:	**Arena limosa mal gradada**	**SOLICITANTE:**	
PROFUNDIDAD:	**9,50 - 10,00**	**SONDEO:**	**2**
COORDENADA:	**8°52'26.707"N 75°37'31.57"W**	**MUESTRA:**	**10**

LÍMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO			
Determinación No			
Número de Golpes			
Recipiente No.			
P1			
P2			
P3			
1			
PS			
W%			



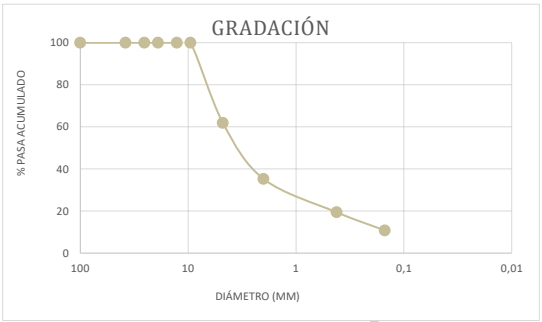
LÍMITE PLÁSTICO			Humedad Natural
Recipiente No.			R98
P1			74,0
P2			65,0
P3			21,0
PW			9,0
PS			44,0
W%			20,5

RESULTADOS		
LIMITES DE CONSISTENCIA		
Límite Líquido	N.L.	%
Límite Plástico	N.P.	%
Índice Plastico	-	%

Peso inicial:	139,00	[gr]	Peso final:	124,00	[gr]
Tamiz, plg	**Tamiz, mm**	**Peso [gr]**	**% Reten.**	**% Ret.Acum**	**% Pasa**
3"	**76,10**				
2 ½"	**64,00**				100,0%
2"	**50,80**				100,0%
1 ½"	**38,10**				100,0%
1"	**25,40**				100,0%
3/4"	**19,00**				100,0%
1/2"	**12,70**				100,0%
3/8"	**9,51**				100,0%
4	**4,76**	0,0			100,0%
8	**2,38**				
10	**2,00**	53,0	38,1%	38,1%	61,9%
12	**1,68**				
16	**1,19**				
30	**0,59**				
40	**0,42**	37,0	26,6%	64,7%	35,3%
50	**0,30**				
80	**0,18**				
100	**0,15**	22,0	15,8%	80,6%	19,4%
200	**0,07**	12,0	8,6%	89,2%	10,8%
Pasa 200		15,0	10,8%	100,0%	0,0%
Total		139,0			

RESULTADOS GRANULOMETRIA	
Gravas	0,0%
Arenas	89,2%
Finos	10,8%

CLASIFICACIÓN	
Índice de Grupo	0
A.A.S.H.T.O.	A - 1 - b
U.S.C	SP-SM



Jesus A.- Sanchez

JESUS ALBERTO SANCHEZ
LABORATORISTA

LUIS DAVID RIVERO PEREZ
ING. CIIVIL DE CONTROL DE LABORATORIO

JS GEOSUELOS S.A.S
NIT: 901375481-7

COMPRESIÓN INCONFINADA EN MUESTRAS DE SUELOS

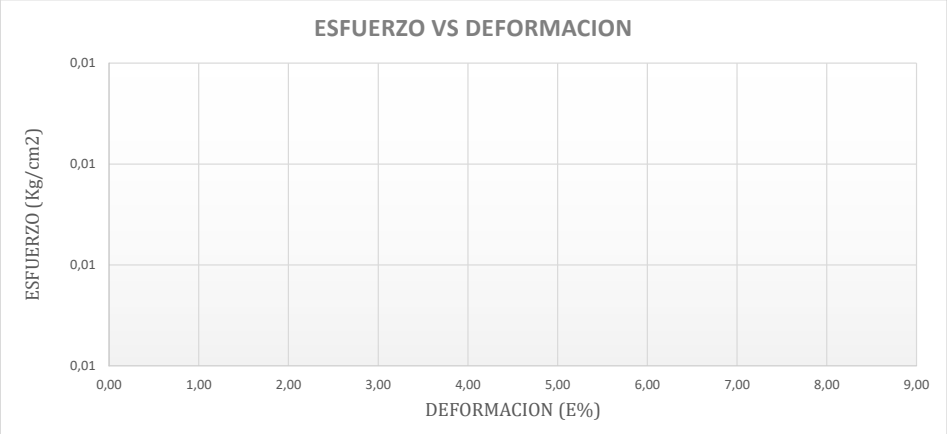
INV E-152-13

PROYECTO:	**MEJORAMIENTO URBANÍSTICO PARA EL DESARROLLO DEL TURISMO EN EL MUNICIPIO DE CIENAGA DE ORO CÓRDOBA.**	**FECHA:**	**ENERO DE 2025**
LOCALIZACIÓN:	**CIENAGA DE ORO**	**COLOR:**	**pardo oscuro**
DESCRIPCIÓN:	**Limo de plasticidad media**	**SOLICITANTE:**	
PROFUNDIDAD:	**0,50 - 1,00**	**SONDEO:**	**2**
COORDENADA:	**8°52'26.707"N 75°37'31.57"W**	**MUESTRA:**	**1**

Diámetro		cm.
Alt. Inicial		cm.
Area		cm2,
Volumen		cm3,
P. .Humedo		gr.
P. Unitario Humedo		gr/cm3
Alt. Final		cm,

P Un. seco γd max		gr/cm3
W%	11,90	%
Ang. Rotura		º
qumax		(Kg/cm2)
Cohesión		µ

Δh (m.m.)	ε	1-ε	Ac (cm2)	C (Nw)	C (kg)	σ (Kg/cm2)	ε %
0,10	0,00278	0,99722	6,17	0	0,000	0,00	0,28
0,20	0,00556	0,99444	6,19	0	0,000	0,00	0,56
0,40	0,01111	0,98889	6,23	0	0,000	0,00	1,11
0,60	0,01667	0,98333	6,26	0	0,000	0,00	1,67
0,90	0,02500	0,97500	6,32	0	0,000	0,00	2,50
1,20	0,03333	0,96667	6,37	0	0,000	0,00	3,33
1,50	0,04167	0,95833	6,43	0	0,000	0,00	4,17
1,80	0,05000	0,95000	6,48	0	0,000	0,00	5,00
2,10	0,05833	0,94167	6,54	0	0,000	0,00	5,83
2,50	0,06944	0,93056	6,62	0	0,000	0,00	6,94
3,00	0,08333	0,91667	6,72	0	0,000	0,00	8,33
3,50	0,09722	0,90278	6,82	0	0,000	0,00	9,72
3,80	0,10556	0,89444	6,88	0	0,000	0,00	10,56
0	0,00000	1,00000	6,16		0,000	0,00	0,00



OBSERVACIONES: MUESTRA QUEBRADA

JESUS ALBERTO SANCHEZ
LABORATORISTA

LUIS DAVID RIVERO PEREZ
ING. CIIVIL DE CONTROL DE LABORATORIO

JS GEOSUELOS S.A.S

NIT: 901375481-7

COMPRESIÓN INCONFINADA EN MUESTRAS DE SUELOS

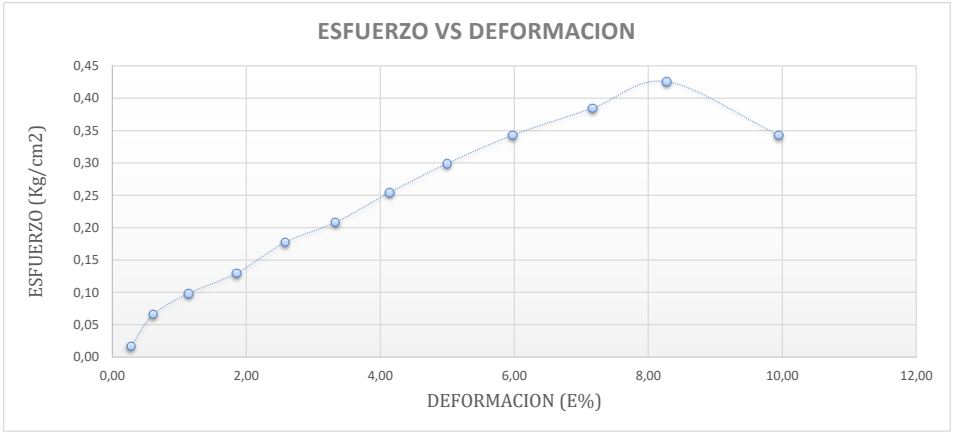
INV E-152-13

PROYECTO:	**MEJORAMIENTO URBANÍSTICO PARA EL DESARROLLO DEL TURISMO EN EL MUNICIPIO DE CIENAGA DE ORO CÓRDOBA.**	**FECHA:**	**ENERO DE 2025**
LOCALIZACIÓN:	**CIENAGA DE ORO**	**COLOR:**	**pardo oscuro**
DESCRIPCIÓN:	**Limo de plasticidad media**	**SOLICITANTE:**	
PROFUNDIDAD:	**1,50 - 2.00**	**SONDEO:**	**2**
COORDENADA:	**8°52'26.707"N 75°37'31.57"W**	**MUESTRA:**	**2**

Diámetro	2,8	cm.
Alt. Inicial	4,90	cm.
Area	6,16	cm2,
Volumen	30,17	cm3,
P. Humedo	60	gr.
P. Unitario	1,99	gr/cm3
Alt. Final	4,54	cm.

γd max	1,734	gr/cm3
W%	14,71	%
Ang. Rotura	0	º
qumax	0,426	(Kg/cm2)
Cohesión	0,213	µ

Δh (m.m.)	ε	1-ε	Ac (cm2)	C (Nw)	C (kg)	σ (Kg/cm2)	ε %
0,1	0,00278	0,99722	6,17	1	0,102	0,02	0,28
0,22	0,00611	0,99389	6,20	4	0,408	0,07	0,61
0,41	0,01139	0,98861	6,23	6	0,612	0,10	1,14
0,67	0,01861	0,98139	6,27	8	0,816	0,13	1,86
0,93	0,02583	0,97417	6,32	11	1,122	0,18	2,58
1,2	0,03333	0,96667	6,37	13	1,327	0,21	3,33
1,49	0,04139	0,95861	6,42	16	1,633	0,25	4,14
1,8	0,05000	0,95000	6,48	19	1,939	0,30	5,00
2,15	0,05972	0,94028	6,55	22	2,245	0,34	5,97
2,58	0,07167	0,92833	6,63	25	2,551	0,38	7,17
2,98	0,08278	0,91722	6,71	28	2,857	0,43	8,28
3,58	0,09944	0,90056	6,84	23	2,347	0,34	9,94
3,81	0,10583	0,89417	6,89	0,0	0,000	0,00	10,58
0	0,00000	1,00000	6,16	0	0,000	0,00	0,00



OBSERVACIONES:

JESUS ALBERTO SANCHEZ
LABORATORISTA

LUIS DAVID RIVERO PEREZ
ING. CIIVIL DE CONTROL DE LABORATORIO

JS GEOSUELOS S.A.S
NIT: 901375481-7

COMPRESIÓN INCONFINADA EN MUESTRAS DE SUELOS

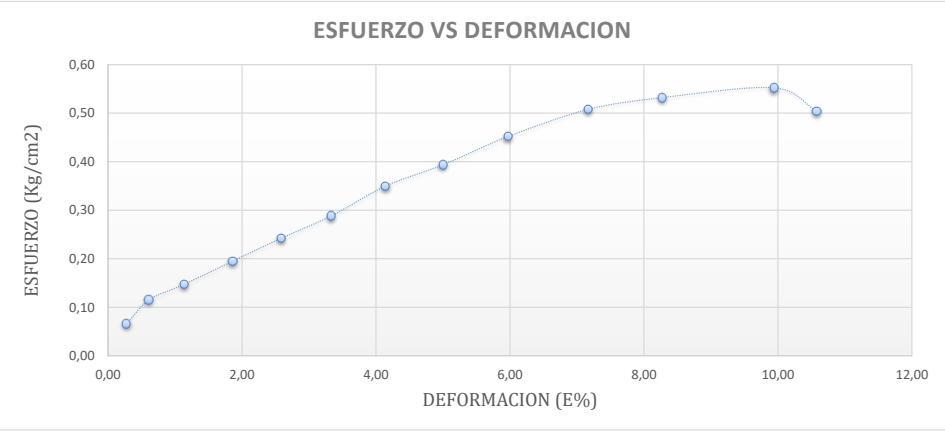
INV E-152-13

PROYECTO:	**MEJORAMIENTO URBANÍSTICO PARA EL DESARROLLO DEL TURISMO EN EL MUNICIPIO DE CIENAGA DE ORO CÓRDOBA.**	**FECHA:**	**ENERO DE 2025**
LOCALIZACIÓN:	**CIENAGA DE ORO**	**COLOR:**	**pardo oscuro**
DESCRIPCIÓN:	**Limo de plasticidad media**	**SOLICITANTE:**	
PROFUNDIDAD:	**2,50 - 3,00**	**SONDEO:**	**2**
COORDENADA:	**8°52'26.707"N 75°37'31.57"W**	**MUESTRA:**	**3**

Diámetro	2,80	cm.
Alt. Inicial	5,10	cm.
Area	6,16	cm2,
Volumen	31,40	cm3,
P. Humedo	63	gr.
P. Unitario	2,01	gr/cm3
Alt. Final	4,72	cm,

γd max	1,776	gr/cm3
W%	12,96	%
Ang. Rotura	0	º
qumax	0,552	(Kg/cm2)
Cohesión	0,276	µ

Δh (m.m.)	ε	1-ε	Ac (cm2)	C (Nw)	C (kg)	σ (Kg/cm2)	ε %
0,1	0,00278	0,99722	6,17	4	0,408	0,07	0,28
0,22	0,00611	0,99389	6,20	7	0,714	0,12	0,61
0,41	0,01139	0,98861	6,23	9	0,918	0,15	1,14
0,67	0,01861	0,98139	6,27	12	1,224	0,20	1,86
0,93	0,02583	0,97417	6,32	15	1,531	0,24	2,58
1,2	0,03333	0,96667	6,37	18	1,837	0,29	3,33
1,49	0,04139	0,95861	6,42	22	2,245	0,35	4,14
1,8	0,05000	0,95000	6,48	25	2,551	0,39	5,00
2,15	0,05972	0,94028	6,55	29	2,959	0,45	5,97
2,58	0,07167	0,92833	6,63	33	3,367	0,51	7,17
2,98	0,08278	0,91722	6,71	35	3,571	0,53	8,28
3,58	0,09944	0,90056	6,84	37	3,776	0,55	9,94
3,81	0,10583	0,89417	6,89	34	3,469	0,50	10,58
0	0,00000	1,00000	6,16	0	0,000	0,00	0,00



OBSERVACIONES:

JESUS ALBERTO SANCHEZ
LABORATORISTA

LUIS DAVID RIVERO PEREZ
ING. CIIVIL DE CONTROL DE LABORATORIO

JS GEOSUELOS S.A.S

NIT: 901375481-7

COMPRESIÓN INCONFINADA EN MUESTRAS DE SUELOS

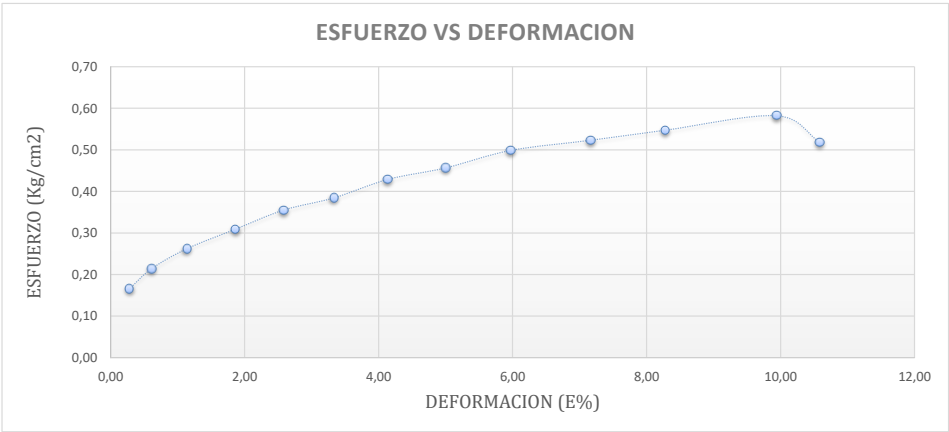
INV E-152-13

PROYECTO:	**MEJORAMIENTO URBANÍSTICO PARA EL DESARROLLO DEL TURISMO EN EL MUNICIPIO DE CIENAGA DE ORO CÓRDOBA.**	**FECHA:**	**ENERO DE 2025**
LOCALIZACIÓN:	**CIENAGA DE ORO**	**COLOR:**	**pardo claro**
DESCRIPCIÓN:	**Limo de plasticidad baja**	**SOLICITANTE:**	
PROFUNDIDAD:	**3,50 -4,00**	**SONDEO:**	**2**
COORDENADA:	**8°52'26.707"N 75°37'31.57"W**	**MUESTRA:**	**4**

Diámetro	2,8	cm.
Alt. Inicial	5,0	cm.
Area	6,16	cm2,
Volumen	30,79	cm3,
P. Humedo	61	gr.
P. Unitario	1,98	gr/cm3
Alt. Final	4,62	cm,

γd max	1,793	gr/cm3
W%	10,53	%
Ang. Rotura	0	º
qumax	0,58	(Kg/cm2)
Cohesión	0,29	µ

Δh (m.m.)	ε	1-ε	Ac (cm2)	C (Nw)	C (kg)	σ (Kg/cm2)	ε %
0,1	0,00278	0,99722	6,17	10	1,020	0,17	0,28
0,22	0,00611	0,99389	6,20	13	1,327	0,21	0,61
0,41	0,01139	0,98861	6,23	16	1,633	0,26	1,14
0,67	0,01861	0,98139	6,27	19	1,939	0,31	1,86
0,93	0,02583	0,97417	6,32	22	2,245	0,36	2,58
1,2	0,03333	0,96667	6,37	24	2,449	0,38	3,33
1,49	0,04139	0,95861	6,42	27	2,755	0,43	4,14
1,8	0,05000	0,95000	6,48	29	2,959	0,46	5,00
2,15	0,05972	0,94028	6,55	32	3,265	0,50	5,97
2,58	0,07167	0,92833	6,63	34	3,469	0,52	7,17
2,98	0,08278	0,91722	6,71	36	3,673	0,55	8,28
3,58	0,09944	0,90056	6,84	39	3,980	0,58	9,94
3,81	0,10583	0,89417	6,89	35	3,571	0,52	10,58
0	0,00000	1,00000	6,16	0	0,000	0,00	0,00



OBSERVACIONES:

JESUS ALBERTO SANCHEZ
LABORATORISTA

LUIS DAVID RIVERO PEREZ
ING. CIIVIL DE CONTROL DE LABORATORIO

JS GEOSUELOS S.A.S

NIT: 901375481-7

COMPRESIÓN INCONFINADA EN MUESTRAS DE SUELOS

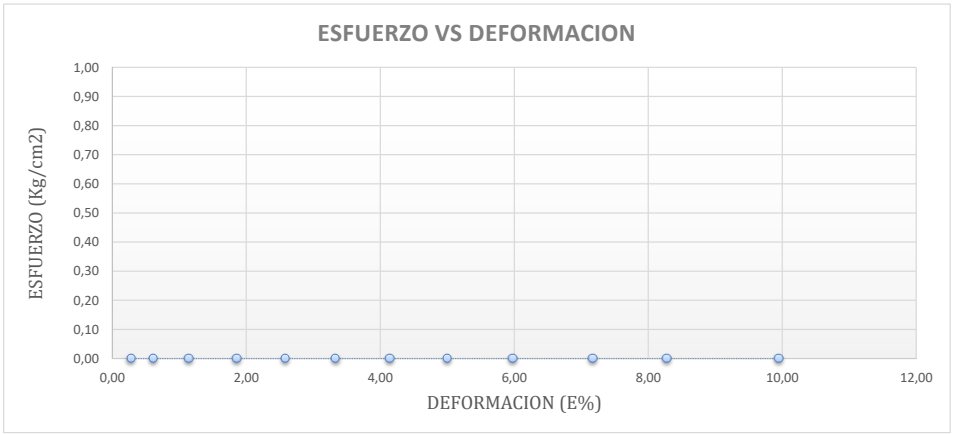
INV E-152-13

PROYECTO:	**MEJORAMIENTO URBANÍSTICO PARA EL DESARROLLO DEL TURISMO EN EL MUNICIPIO DE CIENAGA DE ORO CÓRDOBA.**	**FECHA:**	**ENERO DE 2025**
LOCALIZACIÓN:	**CIENAGA DE ORO**	**COLOR:**	**pardo claro**
DESCRIPCIÓN:	**Limo de plasticidad baja**	**SOLICITANTE:**	
PROFUNDIDAD:	**4,50 - 5,00**	**SONDEO:**	**2**
COORDENADA:	**8°52'26.707"N 75°37'31.57"W**	**MUESTRA:**	**5**

Diámetro	2,8	cm.
Alt. Inicial	4,20	cm.
Area	6,16	cm2,
Volumen	25,86	cm3,
P. Humedo	52	gr.
P. Unitario	2,01	gr/cm3
Alt. Final		cm,

γd max	1,728	gr/cm3
W%	16,37	%
Ang. Rotura	0	º
qumax	0,00	(Kg/cm2)
Cohesión	0,00	µ

Δh (m.m.)	ε	1-ε	Ac (cm2)	C (Nw)	C (kg)	σ (Kg/cm2)	ε %
0,1	0,00278	0,99722	6,17	0	0,000	0,00	0,28
0,22	0,00611	0,99389	6,20	0	0,000	0,00	0,61
0,41	0,01139	0,98861	6,23	0	0,000	0,00	1,14
0,67	0,01861	0,98139	6,27	0	0,000	0,00	1,86
0,93	0,02583	0,97417	6,32	0	0,000	0,00	2,58
1,2	0,03333	0,96667	6,37	0	0,000	0,00	3,33
1,49	0,04139	0,95861	6,42	0	0,000	0,00	4,14
1,8	0,05000	0,95000	6,48	0	0,000	0,00	5,00
2,15	0,05972	0,94028	6,55	0	0,000	0,00	5,97
2,58	0,07167	0,92833	6,63	0	0,000	0,00	7,17
2,98	0,08278	0,91722	6,71	0	0,000	0,00	8,28
3,58	0,09944	0,90056	6,84	0	0,000	0,00	9,94
3,81	0,10583	0,89417	6,89	0	0,000	0,00	10,58
0	0,00000	1,00000	6,16	0	0,000	0,00	0,00



OBSERVACIONES: MUESTRA QUEBRADA Y CON POCA COHESION

JESUS ALBERTO SANCHEZ
LABORATORISTA

LUIS DAVID RIVERO PEREZ
ING. CIVIL DE CONTROL DE LABORATORIO

JS GEOSUELOS S.A.S

NIT: 901375481-7

COMPRESIÓN INCONFINADA EN MUESTRAS DE SUELOS

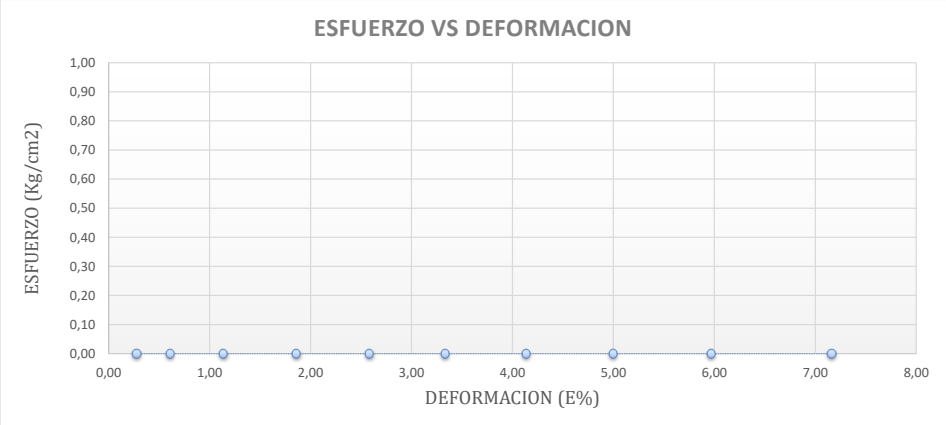
INV E-152-13

PROYECTO:	**MEJORAMIENTO URBANÍSTICO PARA EL DESARROLLO DEL TURISMO EN EL MUNICIPIO DE CIENAGA DE ORO CÓRDOBA.**	**FECHA:**	**ENERO DE 2025**
LOCALIZACIÓN:	**CIENAGA DE ORO**	**COLOR:**	**pardo oscuro**
DESCRIPCIÓN:	**Limo de plasticidad baja**	**SOLICITANTE:**	
PROFUNDIDAD:	**5,50 - 6,00**	**SONDEO:**	**2**
COORDENADA:	**8°52'26.707"N 75°37'31.57"W**	**MUESTRA:**	**6**

Diámetro	2,80	cm.
Alt. Inicial	4,30	cm.
Area	6,16	cm2,
Volumen	26,48	cm3,
P. Humedo	53,0	gr.
P. Unitario	2,00	gr/cm3
Alt. Final		cm,

γd max	1,748	gr/cm3
W%	14,55	%
Ang. Rotura	0	º
qumax	0,00	(Kg/cm2)
Cohesión	0,00	µ

Δh (m.m.)	ε	1-ε	Ac (cm2)	C (Nw)	C (kg)	σ (Kg/cm2)	ε %
0,1	0,00278	0,99722	6,17	0	0,000	0,00	0,28
0,22	0,00611	0,99389	6,20	0	0,000	0,00	0,61
0,41	0,01139	0,98861	6,23	0	0,000	0,00	1,14
0,67	0,01861	0,98139	6,27	0	0,000	0,00	1,86
0,93	0,02583	0,97417	6,32	0	0,000	0,00	2,58
1,2	0,03333	0,96667	6,37	0	0,000	0,00	3,33
1,49	0,04139	0,95861	6,42	0	0,000	0,00	4,14
1,8	0,05000	0,95000	6,48	0	0,000	0,00	5,00
2,15	0,05972	0,94028	6,55	0	0,000	0,00	5,97
2,58	0,07167	0,92833	6,63	0	0,000	0,00	7,17
2,98	0,08278	0,91722	6,71	0	0,000	0,00	8,28
3,58	0,09944	0,90056	6,84	0	0,000	0,00	9,94
3,81	0,10583	0,89417	6,89	0	0,000	0,00	10,58
0	0,00000	1,00000	6,16	0	0,000	0,00	0,00



OBSERVACIONES: MUESTRA QUEBRADA Y CON POCA COHESION

JESUS ALBERTO SANCHEZ
LABORATORISTA

LUIS DAVID RIVERO PEREZ
ING. CIIVIL DE CONTROL DE LABORATORIO

JS GEOSUELOS S.A.S

NIT: 901375481-7

COMPRESIÓN INCONFINADA EN MUESTRAS DE SUELOS

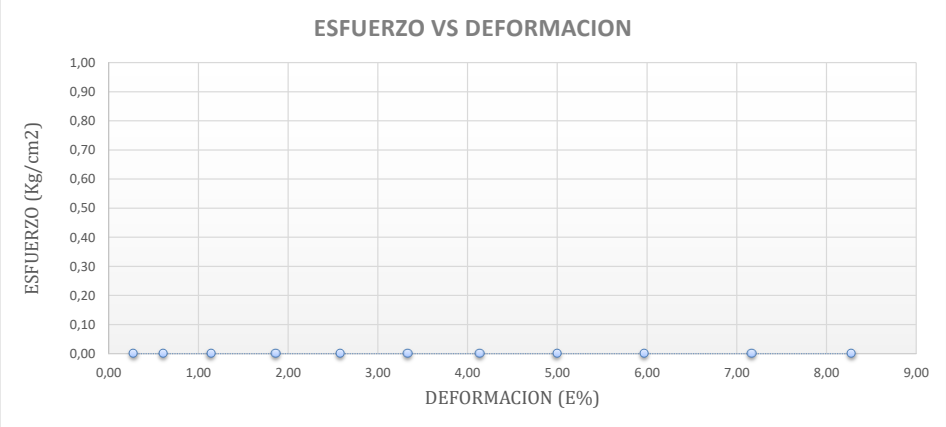
INV E-152-13

PROYECTO:	**MEJORAMIENTO URBANÍSTICO PARA EL DESARROLLO DEL TURISMO EN EL MUNICIPIO DE CIENAGA DE ORO CÓRDOBA.**	**FECHA:**	**ENERO DE 2025**
LOCALIZACIÓN:	**CIENAGA DE ORO**	**COLOR:**	**gris oscuro**
DESCRIPCIÓN:	**Arena limosa**	**SOLICITANTE:**	
PROFUNDIDAD:	**6,50 - 7,00**	**SONDEO:**	**2**
COORDENADA:	**8°52'26.707"N 75°37'31.57"W**	**MUESTRA:**	**7**

Diámetro		cm.
Alt. Inicial		cm.
Area		cm2,
Volumen		cm3,
P. Humedo		gr.
P. Unitario		gr/cm3
Alt. Final		cm,

γd max		gr/cm3
W%	20,16	%
Ang. Rotura		º
qumax		(Kg/cm2)
Cohesión		µ

Δh (m.m.)	ε	1-ε	Ac (cm2)	C (Nw)	C (kg)	σ (Kg/cm2)	ε %
0,1	0,00278	0,99722	6,17	0	0,000	0,00	0,28
0,22	0,00611	0,99389	6,20	0	0,000	0,00	0,61
0,41	0,01139	0,98861	6,23	0	0,000	0,00	1,14
0,67	0,01861	0,98139	6,27	0	0,000	0,00	1,86
0,93	0,02583	0,97417	6,32	0	0,000	0,00	2,58
1,2	0,03333	0,96667	6,37	0	0,000	0,00	3,33
1,49	0,04139	0,95861	6,42	0	0,000	0,00	4,14
1,8	0,05000	0,95000	6,48	0	0,000	0,00	5,00
2,15	0,05972	0,94028	6,55	0	0,000	0,00	5,97
2,58	0,07167	0,92833	6,63	0	0,000	0,00	7,17
2,98	0,08278	0,91722	6,71	0	0,000	0,00	8,28
3,58	0,09944	0,90056	6,84	0	0,000	0,00	9,94
3,81	0,10583	0,89417	6,89	0	0,000	0,00	10,58
0	0,00000	1,00000	6,16	0	0,000	0,00	0,00



OBSERVACIONES: MUESTRA QUEBRADA

JESUS ALBERTO SANCHEZ
LABORATORISTA

LUIS DAVID RIVERO PEREZ
ING. CIIVIL DE CONTROL DE LABORATORIO

JS GEOSUELOS S.A.S

NIT: 901375481-7

COMPRESIÓN INCONFINADA EN MUESTRAS DE SUELOS

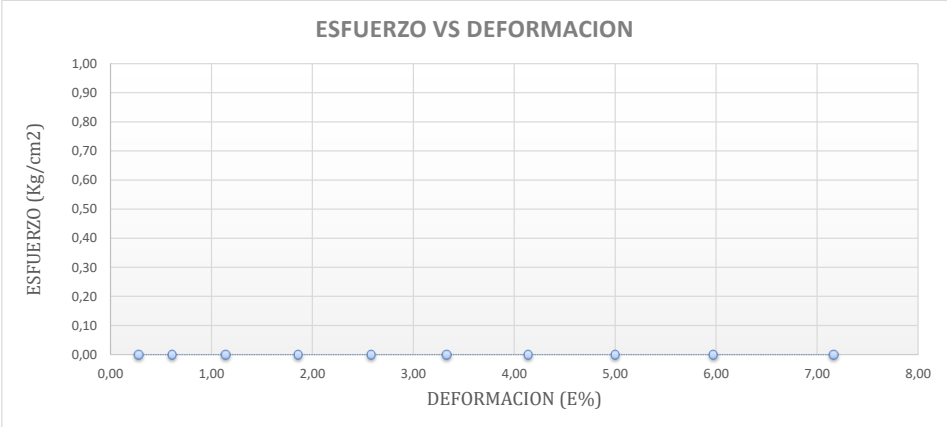
INV E-152-13

PROYECTO:	**MEJORAMIENTO URBANÍSTICO PARA EL DESARROLLO DEL TURISMO EN EL MUNICIPIO DE CIENAGA DE ORO CÓRDOBA.**	**FECHA:**	**ENERO DE 2025**
LOCALIZACIÓN:	**CIENAGA DE ORO**	**COLOR:**	**gris oscuro**
DESCRIPCIÓN:	**Arena limosa**	**SOLICITANTE:**	
PROFUNDIDAD:	**7,50 - 8,00**	**SONDEO:**	**2**
COORDENADA:	**8°52'26.707"N 75°37'31.57"W**	**MUESTRA:**	**8**

Diámetro		cm.
Alt. Inicial		cm.
Area		cm2,
Volumen		cm3,
P. Humedo		gr.
P. Unitario		gr/cm3
Alt. Final		cm,

γd max		gr/cm3
W%	19,35	%
Ang. Rotura		º
qumax		(Kg/cm2)
Cohesión		µ

Δh (m.m.)	ε	1-ε	Ac (cm2)	C (Nw)	C (kg)	σ (Kg/cm2)	ε %
0,1	0,00278	0,99722	6,17	0	0,000	0,00	0,28
0,22	0,00611	0,99389	6,20	0	0,000	0,00	0,61
0,41	0,01139	0,98861	6,23	0	0,000	0,00	1,14
0,67	0,01861	0,98139	6,27	0	0,000	0,00	1,86
0,93	0,02583	0,97417	6,32	0	0,000	0,00	2,58
1,2	0,03333	0,96667	6,37	0	0,000	0,00	3,33
1,49	0,04139	0,95861	6,42	0	0,000	0,00	4,14
1,8	0,05000	0,95000	6,48	0	0,000	0,00	5,00
2,15	0,05972	0,94028	6,55	0	0,000	0,00	5,97
2,58	0,07167	0,92833	6,63	0	0,000	0,00	7,17
2,98	0,08278	0,91722	6,71	0	0,000	0,00	8,28
3,58	0,09944	0,90056	6,84	0	0,000	0,00	9,94
3,81	0,10583	0,89417	6,89	0	0,000	0,00	10,58
0	0,00000	1,00000	6,16	0	0,000	0,00	0,00



OBSERVACIONES:

JESUS ALBERTO SANCHEZ
LABORATORISTA

LUIS DAVID RIVERO PEREZ
ING. CIIVIL DE CONTROL DE LABORATORIO

JS GEOSUELOS S.A.S

NIT: 901375481-7

COMPRESIÓN INCONFINADA EN MUESTRAS DE SUELOS

INV E-152-13

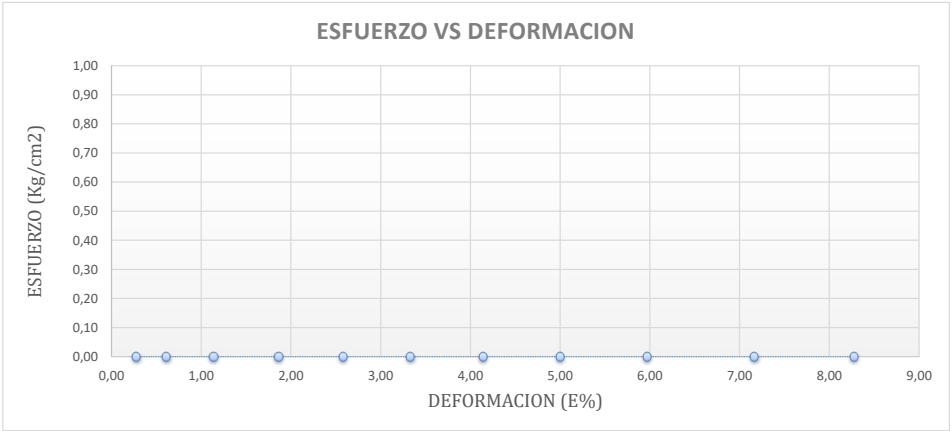
PROYECTO:	**MEJORAMIENTO URBANÍSTICO PARA EL DESARROLLO DEL TURISMO EN EL MUNICIPIO DE CIENAGA DE ORO CÓRDOBA.**	**FECHA:**	**ENERO DE 2025**

LOCALIZACIÓN:	**CIENAGA DE ORO**	**COLOR:**	**gris oscuro**
DESCRIPCIÓN:	**Arena limosa mal gradada**	**SOLICITANTE:**	
PROFUNDIDAD:	**8,50 - 9,00**	**SONDEO:**	**2**
COORDENADA:	**8°52'26.707"N 75°37'31.57"W**	**MUESTRA:**	**9**

Diámetro		cm.
Alt. Inicial		cm.
Area		cm2,
Volumen		cm3,
P. Humedo		gr.
P. Unitario		gr/cm3
Alt. Final		cm,

γd max		gr/cm3
W%	18,97	%
Ang. Rotura		º
qumax		(Kg/cm2)
Cohesión		µ

Δh (m.m.)	ε	1-ε	Ac (cm2)	C (Nw)	C (kg)	σ (Kg/cm2)	ε %
0,1	0,00278	0,99722	6,17	0	0,000	0,00	0,28
0,22	0,00611	0,99389	6,20	0	0,000	0,00	0,61
0,41	0,01139	0,98861	6,23	0	0,000	0,00	1,14
0,67	0,01861	0,98139	6,27	0	0,000	0,00	1,86
0,93	0,02583	0,97417	6,32	0	0,000	0,00	2,58
1,2	0,03333	0,96667	6,37	0	0,000	0,00	3,33
1,49	0,04139	0,95861	6,42	0	0,000	0,00	4,14
1,8	0,05000	0,95000	6,48	0	0,000	0,00	5,00
2,15	0,05972	0,94028	6,55	0	0,000	0,00	5,97
2,58	0,07167	0,92833	6,63	0	0,000	0,00	7,17
2,98	0,08278	0,91722	6,71	0	0,000	0,00	8,28
3,58	0,09944	0,90056	6,84	0	0,000	0,00	9,94
3,81	0,10583	0,89417	6,89	0	0,000	0,00	10,58
0	0,00000	1,00000	6,16	0	0,000	0,00	0,00



OBSERVACIONES: MUESTRA QUEBRADA

JESUS ALBERTO SANCHEZ
LABORATORISTA

LUIS DAVID RIVERO PEREZ
ING. CIIVIL DE CONTROL DE LABORATORIO

JS GEOSUELOS S.A.S

NIT: 901375481-7

COMPRESIÓN INCONFINADA EN MUESTRAS DE SUELOS

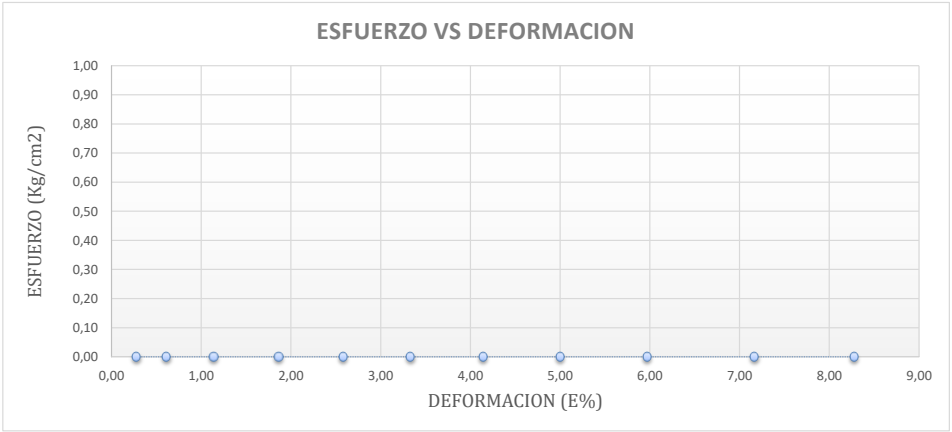
INV E-152-13

PROYECTO:	**MEJORAMIENTO URBANÍSTICO PARA EL DESARROLLO DEL TURISMO EN EL MUNICIPIO DE CIENAGA DE ORO CÓRDOBA.**	**FECHA:**	**ENERO DE 2025**
LOCALIZACIÓN:	**CIENAGA DE ORO**	**COLOR:**	**gris oscuro**
DESCRIPCIÓN:	**Arena limosa mal gradada**	**SOLICITANTE:**	
PROFUNDIDAD:	**9,50 - 10,00**	**SONDEO:**	**2**
COORDENADA:	**8°52'26.707"N 75°37'31.57"W**	**MUESTRA:**	**10**

Diámetro		cm.
Alt. Inicial		cm.
Area		cm2,
Volumen		cm3,
P. Humedo		gr.
P. Unitario		gr/cm3
Alt. Final		cm,

γd max		gr/cm3
W%	20,45	%
Ang. Rotura		º
qumax		(Kg/cm2)
Cohesión		µ

Δh (m.m.)	ε	1-ε	Ac (cm2)	C (Nw)	C (kg)	σ (Kg/cm2)	ε %
0,1	0,00278	0,99722	6,17	0	0,000	0,00	0,28
0,22	0,00611	0,99389	6,20	0	0,000	0,00	0,61
0,41	0,01139	0,98861	6,23	0	0,000	0,00	1,14
0,67	0,01861	0,98139	6,27	0	0,000	0,00	1,86
0,93	0,02583	0,97417	6,32	0	0,000	0,00	2,58
1,2	0,03333	0,96667	6,37	0	0,000	0,00	3,33
1,49	0,04139	0,95861	6,42	0	0,000	0,00	4,14
1,8	0,05000	0,95000	6,48	0	0,000	0,00	5,00
2,15	0,05972	0,94028	6,55	0	0,000	0,00	5,97
2,58	0,07167	0,92833	6,63	0	0,000	0,00	7,17
2,98	0,08278	0,91722	6,71	0	0,000	0,00	8,28
3,58	0,09944	0,90056	6,84	0	0,000	0,00	9,94
3,81	0,10583	0,89417	6,89	0	0,000	0,00	10,58
0	0,00000	1,00000	6,16	0	0,000	0,00	0,00



OBSERVACIONES: MUESTRA QUEBRADA

JESUS ALBERTO SANCHEZ
LABORATORISTA

LUIS DAVID RIVERO PEREZ
ING. CIIVIL DE CONTROL DE LABORATORIO