ESTUDIO DE SUELOS PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE OBRAS PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD HIDRAULICA DEL CAUCE EN LOS RÍOS MANZANARES Y GAIRA

Localización: Ríos Manzanares y Gaira, Santa Marta D.T.C.H. en el Departamento del Magdalena.

Realizado por el ingeniero civil
CARLOS DAVID LINERO CUETO
Magister en Ingeniería Civil
C.C. 7.143.229 de Santa Marta
Mat. Prof. No. 08202106418ATL

SANTA MARTA (MAGDALENA)

Octubre de 2023

Santa Marta 11 de octubre de 2023

Señores
CORPAMAG
Ciudad

Ref.: informe del Estudio de Suelos para el proyecto de Construcción de Obras para el Mejoramiento de la Capacidad Hidráulica del Cauce en los ríos Manzanares y Gaira.

Cordial saludo,

Me permito presentarle el informe Estudio de Suelos para el proyecto de Construcción de Obras para el Mejoramiento de la Capacidad Hidráulica del Cauce en los ríos Manzanares y Gaira en el municipio de Santa Marta D.T.C.H., en el Departamento del Magdalena.

Quedamos a su disposición para atender cualquier inquietud que surja con respecto al presente informe.

Atentamente,



Ing. CARLOS DAVID LINERO CUETO
Magister en Ingeniería Civil
C.C. 7.143.229 de Santa Marta
Mat. Prof. No. 08202106418ATL

CONTENIDO

1. DESCRIPCION 5
1.2 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO 5
1.3 CARACTERISTICAS DEL PROYECTO 7
2. OBJETIVO 7
3. GEOLOGÍA 8
3.2 GEOLOGÍA REGIONAL 8
3.2.1 Fisiografía 8
3.3 ESTRATIGRAFÍA 11
3.3.1 Proterozoico 11
3.3.2 Paleozoico 11
3.3.3 Triásico 12
3.3.4 Jurásico 12
3.3.5 Cretácico 12
3.3.6 Paleógeno 12
3.3.7 Cuaternario 12
4. CLIMA 13
5. AMENAZAS NATURALES DE GEODINÁMICA ENDÓGENA 13
5.2 FALLAS 13
5.2.1 FALLA SANTA MARTA – BUCARAMANGA 14
5.2.2 FALLA DE ALGARROBO 15
5.2.3 FALLA SEVILLA 15
6. INVESTIGACIÓN DEL SUB – SUELO 16
6.1 METODOLOGÍA 16
6.1.1 STANDARD PENETRATION TEST 16
6.2 EXPLORACION DE CAMPO 16
6.3 ENSAYOS DE LABORATORIO 18
7 DESCRIPCIÓN DEL PERFIL ESTRATIGRÁFICO 19
7.1 NIVEL FREÁTICO 20
7.2 SISMICIDAD DEL ENTORNO Y PARAMETROS DE DISEÑO SISMICO 20
7.3 POTENCIAL DE EXPANSIÓN 24
8 INTERPRETACIÓN GEOTÉCNICA 25

9 ANÁLISIS GEOTÉCNICO 27

9.1. PARAMETROS GEOTÉCNICOS 27

9.2 ANALISIS DE ESTABILIDAD 27

9.2.1 SECCIÓN DE DISEÑO 28

9.2.2 ANALISIS DE ESTABILIDAD GLOBAL SECCIÓN DE DISEÑO 29

10 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 32

11 LIMITACIONES 34

12 ANEXOS 35

Registro fotográfico de los sondeos realizados 36

Registro ensayo SPT 38

Clasificación y Límites 41

Pesos Unitarios y Gravedad Especifica 47

Resumen de Parámetros de Diseño 51

Capacidad Portante 52

1. DESCRIPCION

El proyecto contempla la Restauración Hidráulica y Ambiental de los ríos Manzanares y Gaira en Santa Marta D.T.C.H, utilizando para ello el sistema de Dragado Mecánico, con explanación y disposición marginal del material proveniente del dragado para la conformación de terraplenes y protección de las orillas con muros de contención con Geocontenedores. En este documento se mostrarán las propiedades físico – mecánicas de los suelos en las zonas del proyecto, se realizará una estimación de la capacidad portante requerida y se expondrán recomendaciones geotécnicas relacionadas con manejo de dragado, excavaciones y rellenos.

El presente informe comprende la determinación de los parámetros geotécnicos necesarios para realizar las diferentes actividades del proyecto, utilizando información de exploraciones de campo y ensayos de laboratorios a las respectivas muestras tomadas de otros proyectos anteriores en zonas cercanas, con el fin de obtener todas las características físicas y mecánicas que nos permitan describir el material de suelo que constituye el cauce y taludes de los ríos Manzanares y Gaira.

1.2 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto se desarrollará en los ríos Manzanares y Gaira en la ciudad de Santa Marta D.T.C.H.



Imagen 1. Imagen satelital. Localización del Río Manzanares



Imagen 2. Imagen satelital. Localización del Rio Gaira

1.3 CARACTERISTICAS DEL PROYECTO

De acuerdo con la información entregada por CORPAMAG, el proyecto consiste en la construcción de obras para el mejoramiento de la capacidad hidráulica de los ríos Manzanares y Gaira de la ciudad de Santa Marta D.T.C.H, utilizando para ello el sistema de Dragado Mecánico, con explanación y disposición marginal del material proveniente del dragado para la conformación de terraplenes y protección de las orillas con muros de contención con Geocontenedores, para lo cual se tiene contemplado ejecutar a groso modo las siguientes actividades:

- Localización, trazado y replanteo de cada tramo a intervenir.
- Conformar barrera con el material proveniente del dragado para protección contra Inundaciones.
- Construcción de muros de contención con Geocontenedores.
- Realizar control de erosión y revegetalización de los taludes de los terraplenes.
- Monitoreo y seguimiento hidrológico y ambiental.
- Implementación de estrategia de sensibilización y participación ambiental dirigido a la comunidad en la zona de influencia del proyecto.

2. OBJETIVO

El objetivo del presente informe es determinar todas las características físicas y mecánicas del material que constituye el sub - suelo del cauce de los ríos, así como su perfil estratigráfico, necesarios para el diseño hidráulico y obras de contención del presente proyecto.

3. GEOLOGÍA

3.2 GEOLOGÍA REGIONAL

El Departamento del Magdalena está situado al norte del país sobre la margen oriental del río del mismo nombre, en la región de la llanura del Caribe; se localiza entre los 8º58' y 11º57' de latitud norte y los 73º33' y 74º57' de longitud oeste de Greenwich. La superficie es de 23.188 km2, lo que corresponde aproximadamente al 2,0% del territorio nacional. Este departamento limita por el norte con el mar Caribe; por el oriente con los departamentos de La Guajira y Cesar, y por el sur y occidente con el río Magdalena, que lo separa de los departamentos de Bolívar y Atlántico.

3.2.1 Fisiografía

En el territorio magdalenense se identifican tres grandes regiones fisiográficas bien definidas como son la Sierra Nevada de Santa Marta, las Llanuras Centrales y el Valle Inferior del Magdalena.

El área investigada se encuentra localizada en Santa Marta D.T.C.H. (Imagen 3) en la región Sierra Nevada de Santa Marta, donde afloran rocas ígneas de probable edad Jurásica Superior - Cretáceo y posiblemente corresponden a las estribaciones más 'septentrionales de la Cordillera Central. Se presenta además una secuencia de sedimentos del Pleistoceno de ambiente fluvio - lacustre y sedimentos del Reciente de ambiente fluvial.

La zona del proyecto se encuentra dentro de la región Sierra Nevada de Santa Marta (Imagen 4) que se describe a continuación:



Imagen 3. Mapa político del Magdalena. Ubicación Municipio de Santa Marta.

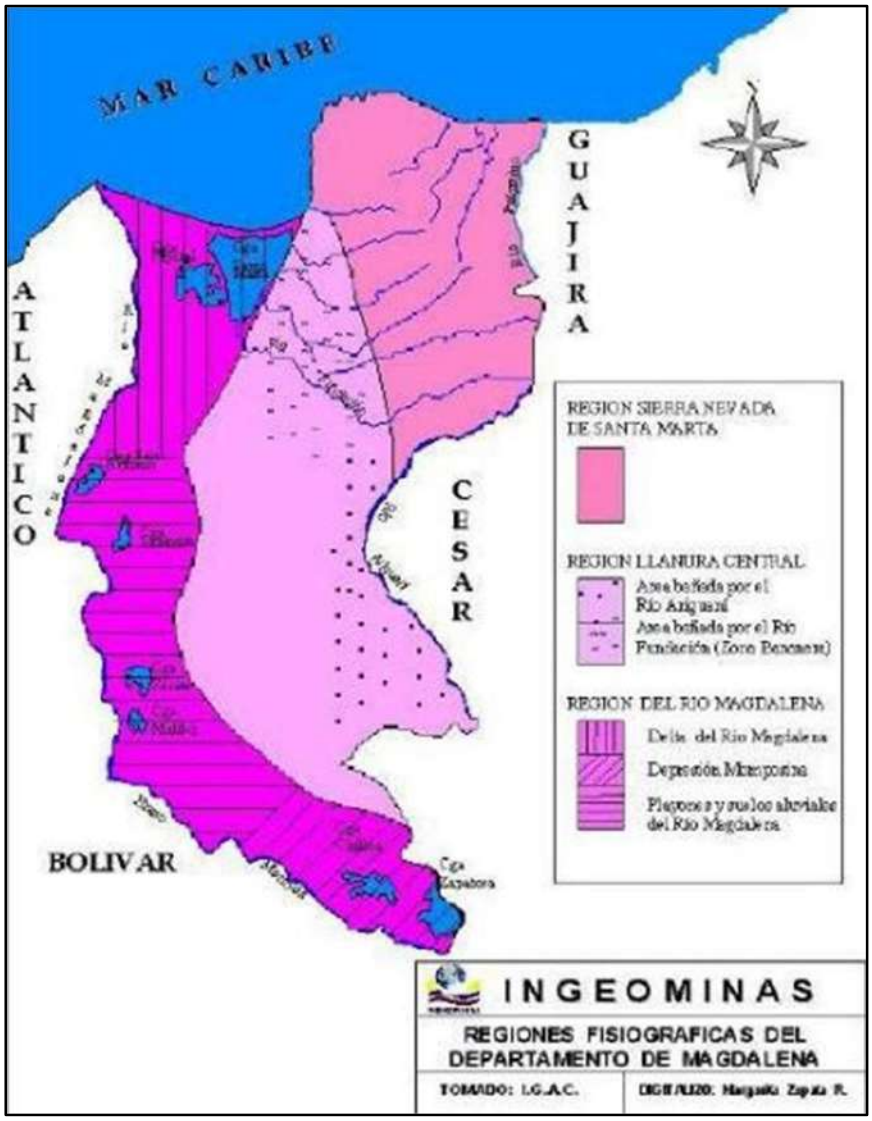


Imagen 4. Regiones Fisiográficas del Departamento del Magdalena (INGEOMINAS 2002)

3.2.1.1 Región Sierra Nevada de Santa Marta

La región Sierra Nevada de Santa Marta corresponde a un inmenso macizo ígneo metamórfico aislado del sistema montañoso andino, que se levanta en la parte más septentrional del departamento y por el sector norte está limitado por el mar Caribe. Es la región montañosa más alta del país, con alturas que sobrepasan los 5.700 metros sobre el nivel del mar (msnm) como son los picos Simón Bolívar y Cristóbal Colón ambos con 5.775 msnm, los cuales están cubiertos por nieves perpetuas.

Su topografía es muy accidentada y abrupta; sus cumbres se levantan en todas las direcciones, por lo que existen todos los pisos térmicos, diversidad de flora, fauna y también abundancia de agua. El litoral de este sector es muy accidentado, en donde sobresalen los cabos Aguja, San Agustín, San Juan de Guía; las puntas Brava, La Gloria, Gaira, Betín, Castillete y Cal; las bahías de Santa Marta y Taganga y la ensenada de Concha, entre otras.

La Sierra Nevada de Santa Marta, en el territorio departamental, se encuentra constituida geológicamente por unidades litoestratigráficas con edades que oscilan entre el Precámbrico y el Cuaternario, cuyo núcleo representa el basamento metamórfico del Proterozoico, el cual está intruido por plutones mesozoicos y cenozoicos, y lo restante de este macizo está conformado por rocas metamórficas del Paleozoico y Mesozoico; rocas sedimentarias paleozoicas y mesozoicas, localmente cubiertas por depósitos aluviales y glaciares del Cuaternario. Todas las unidades litoestratigráficas han sufrido continuos plegamientos y dislocaciones tectónicas. La Sierra Nevada de Santa Marta está limitada estructuralmente por la Falla Santa Marta - Bucaramanga, que tiene dirección de rumbo NW-SE y movimiento lateral siniestral.

3.3 ESTRATIGRAFÍA

La región de la Sierra Nevada de Santa Marta está localizada en el sector nororiental del Departamento del Magdalena, comprende la zona centro occidental de la Sierra y corresponde a parte de las provincias geotectónicas de la Sierra Nevada, Sevilla y Santa Marta, denominadas así por Tschanz et al. (1969a, 1969b, 1974). En esta región afloran rocas ígneas que son las más abundantes, luego le siguen metamórficas y sedimentarias, cuyas edades varían del Proterozoico al Paleógeno y, en menor proporción, depósitos cuaternarios.

3.3.1 Proterozoico

- Granulitas Los Mangos (Ptgm)
- Neises anortosíticos (Pta, Ptag, Ptam)

3.3.2 Paleozoico

- Sedimentitas devónico-carboníferas (DC)
- Plutones de gabro o diorita hornbléndica máfica (PTd?)

3.3.3 Triásico

- Formación Los Indios (TJi)
- Plutón de zona de borde occidental (Tbo)
- Plutones de zona del borde oriental (Tbe)
- Formación Guatapurí (TJg)
- Rocas metamórficas no diferenciadas (TJmn?)

3.3.4 Jurásico

- Cuarzomonzonita y granodiorita (Jcm)
- Granito leucocrático miarolítico (Jglm)
- Batolito Central (Jc)
- Ignimbritas Los Clavos (Jilc)
- Plutón El Santuario (Js)
- Granito leucocrático de grano fino (Jg)
- Batolito Aracataca (Jca)
- Batolito Bolívar (Jb)
- Plutón del Socorro (Jgs)
- Neis Buritaca (Jnb)
- Neis Los Muchachitos (Jnm)
- Pórfidos graníticos y otros pórfidos (JKp)
- Rocas volcánicas no diferenciadas (JKv)

3.3.5 Cretácico

- Esquistos no diferenciados (Keg)
- Rocas ultramáficas intrusivas y metamórficas (Ksu)

3.3.6 Paleógeno

- Plutones paleocenos (Ed)
- Batolito Complejo de Santa Marta (Esmb, Eb, Eg, Ecm, Eds)
- Esquistos Gaira (Eeg)
- Mármoles Ciénaga (Emc)
- Esquistos San Lorenzo (Eesl)
- Filitas Taganga (ENft?)

3.3.7 Cuaternario

- Depósitos de terrazas aluviales (Qt)
- Depósitos de morrenas glaciares y fluvioglaciares (Qm)
- Depósitos aluviales (Qal)
- Depósitos de playa (Qpl)

4. CLIMA

En Santa Marta, la temporada de lluvia es nublada; la temporada seca es parcialmente nublada y es muy caliente, opresivo y ventoso durante todo el año. Durante el transcurso del año, la temperatura generalmente varía de *24 °C* a *31 °C* y rara vez baja a menos de *23 °C* o sube a más de *33 °C*. La zona de estudio presenta dos temporadas de lluvia, la primera en parte del mes de abril y mayo, la segunda entre los meses de septiembre y noviembre; una temporada de menor intensidad de lluvias entre los meses de junio y agosto y, por último, una temporada seca entre los meses de diciembre a marzo.

5. AMENAZAS NATURALES DE GEODINÁMICA ENDÓGENA

Dentro de las amenazas naturales de geodinámica endógena se incluyen la actividad volcánica y la actividad sísmica. Para el área de estudio la amenaza natural endógena a tener en cuenta es aquella generada por la actividad sísmica y contempla las zonas con mayor probabilidad de ser afectadas por sismos (temblores o terremotos), de acuerdo con las magnitudes, frecuencia y grados de exposición o de susceptibilidad de los sectores circundantes al fenómeno. Los peligros generados en las zonas afectadas por actividad sísmica son: la destrucción de cualquier estructura ubicada cerca al epicentro del evento tectónico; la separación de bloques de roca a lo largo de las zonas de debilidad (fallas y fracturas); la generación de deslizamientos de roca y/o de materiales poco consolidados, debido a la onda sísmica, especialmente en sectores con alto gradiente topográfico; la licuefacción de materiales no consolidados (especialmente arenas); el hundimiento de terrenos generado por la distensión en superficie.

5.2 FALLAS

Antes de abordar el tema de sismos, es conveniente recurrir a la información sobre fallas, las cuales son la fuente de los sismos. Las sismo-fuentes que tienen mayor influencia en el área de estudio son: la Falla Oca, la Falla Santa Marta, la Falla de Algarrobo y la zona de compresión del Caribe (Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica et al., 1996, en Arias

y Morales, 1999). Respecto a estas fallas, se describen las más cercanas a la zona del proyecto:

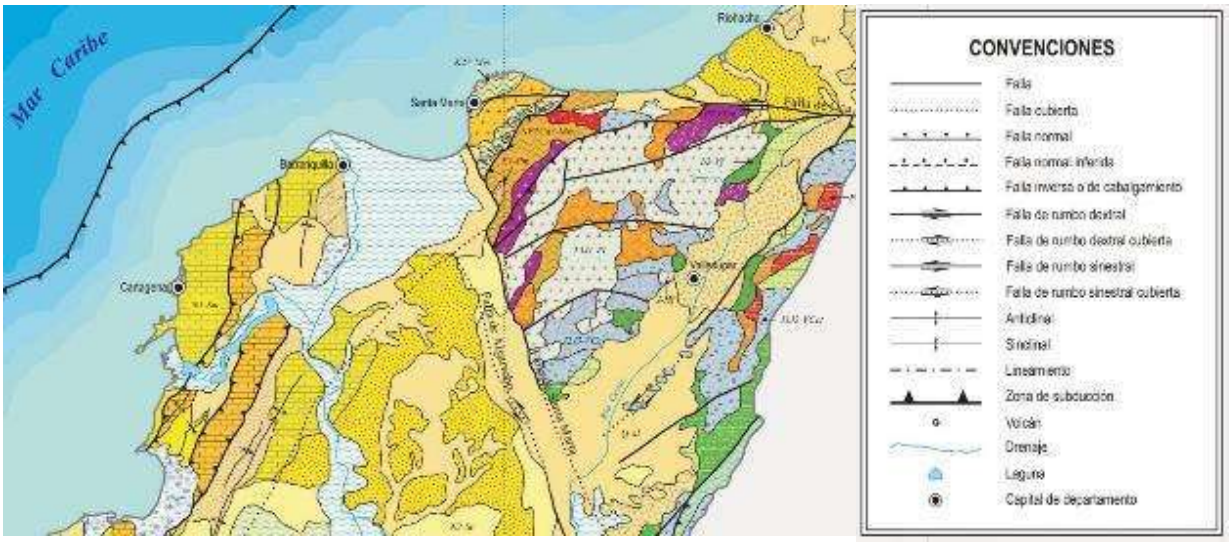


Imagen 5. Mapa Geológico de Colombia. INGEOMINAS 2007

5.2.1 FALLA SANTA MARTA – BUCARAMANGA

La Falla Santa Marta - Bucaramanga, de extensión regional, localizada en el sector nororiental del departamento, forma el límite de diferentes provincias geológicas, marca el límite occidental del Macizo de Santa Marta, separa la cuenca inferior del Magdalena de la cuenca del Cesar, separa el Macizo de Santander de la Cuenca del Magdalena Medio y divide la Cordillera Oriental en dos regiones estructurales distintas (Campbell, 1965).

Con dirección NW-SE, esta falla presenta algunas variaciones en su dirección y un cambio marcado en la topografía. Domina el patrón de fallamiento de la zona y pone en contacto las 70 rocas cristalinas de la Sierra Nevada de Santa Marta con rocas más recientes y el valle fluviolacustre de la ciénaga Grande. A lo largo de la mayor parte de su extensión muestra un sector bastante alineado y cizallado caracterizado por contrastes litológicos en sus flancos, en el sector occidental domina un valle amplio con muy suaves elevaciones en contraste con las elevadas pendientes del área oriental, observaciones que Ward et al. (1973) utilizaron para determinar el fuerte buzamiento de la falla; Campbell (1965) le calcula un desplazamiento de rumbo siniestral de 110 km.

Julivert (1958, 1961) enfatiza la importancia de la componente vertical de la falla y la considera como una falla marginal de un bloque montañoso con desplazamiento principalmente vertical.

5.2.2 FALLA DE ALGARROBO

La Falla de Algarrobo se observada claramente en imágenes de satélite y perfiles sísmicos, tiene dirección general NW-SE y su trazo va subparalelo a la Falla Santa Marta - Bucaramanga, es interpretada como indefinida en la mayor parte de su trayecto, se extiende en cercanías a la población de Algarrobo y pasa por las localidades de Doña María, el oeste de Fundación, Santa Ana y Tierra Nueva donde su trazo es proyectado hasta la ciénaga Grande de Santa Marta.

La Falla de Algarrobo afecta a la Unidad Arenosa Fundación cerca a Doña María, donde su trazo es evidente por una longitud de 5 km y se presenta cubierta por depósitos aluviales en las otras áreas.

5.2.3 FALLA SEVILLA

La Falla Sevilla es una de las fallas de mayor extensión con una longitud aproximada de 50 km, la cual limita las subprovincias de Sevilla y Sierra Nevada. Su trazo es curvilíneo con dirección SW-NE y buzamiento 45ºSE, que afectan unidades de rocas ígneas y metamórficas.

Se pueden inferir desplazamientos siniestrales a lo largo de las partes meridionales de los principales brazos de la falla. En el brazo sur se puede inferir un desplazamiento siniestral lateral de 46 a 50 km en granulitas precámbricas y estratos triásicos y jurásicos (Arango, 1988).

6. INVESTIGACIÓN DEL SUB – SUELO

6.1 METODOLOGÍA

A continuación, se relacionan las pruebas de campo realizadas para determinar las características físicas y mecánicas del material existe en el subsuelo de la zona de estudio, así como los ensayos de laboratorio correspondientes.

6.1.1 STANDARD PENETRATION TEST

Las perforaciones son un método que permite muestrear los subsuelos y hacer pruebas al mismo tiempo. La metodología que se llevó a cabo para la realización de los sondeos por percusión es la normalizada como ASTM D 1586, conocida como Ensayo de Penetración Estándar (STANDARD PENETRATION TEST, SPT).

En esta prueba, se introduce en el fondo de la perforación mediante golpes con una pesa de 620 N que se deja caer desde una altura de 76 cm (30 pulg) un elemento normalizado (penetrómetro) que en este caso es una cuchara partida de 5 cm (2 pulg) de diámetro externo. Se registra el número de golpes necesarios para incrustar 30 cm (12 pulg) la cuchara, y esa cifra recibe el nombre de valor N en golpes/pie. N es un indicador de la densidad “in situ” de los suelos granulares y puede reflejar la resistencia de las arcillas no moldeables que se determinaron en intervalos no mayores a 1m.

Los resultados obtenidos con la prueba S.P.T. sirven para correlacionar características del sub - suelo, tales como: peso unitario, densidad relativa, consistencia, ángulo de fricción interna y capacidad portante entre otros; sin embargo, estas correlaciones deben estar acompañadas de un criterio adecuado basado en la experiencia del Ingeniero Geotécnico.

6.2 EXPLORACION DE CAMPO

La etapa de exploración de campo consistió en un recorrido con el fin de analizar las zonas de estudio y la realización de un sondeo característico en cada rio; hasta seis (6) metros de

profundidad en el rio Manzanares y hasta los ocho (8) metros en el rio Gaira, cada sondeo se efectuó con equipo de perforación mecánica; estos sondeos se encuentran localizados en las siguientes coordenadas:

SONDEO	RÍO	COORDENAS GEOGRAFICAS
No. 1	Manzanares	11°13'50.18"N 74°10'27.46"O
No. 2	Gaira	11°11'17.29"N 73°46'4.30"O



Imagen 6. Imagen Satelital Localización Sondeo 1 (Río Manzanares)

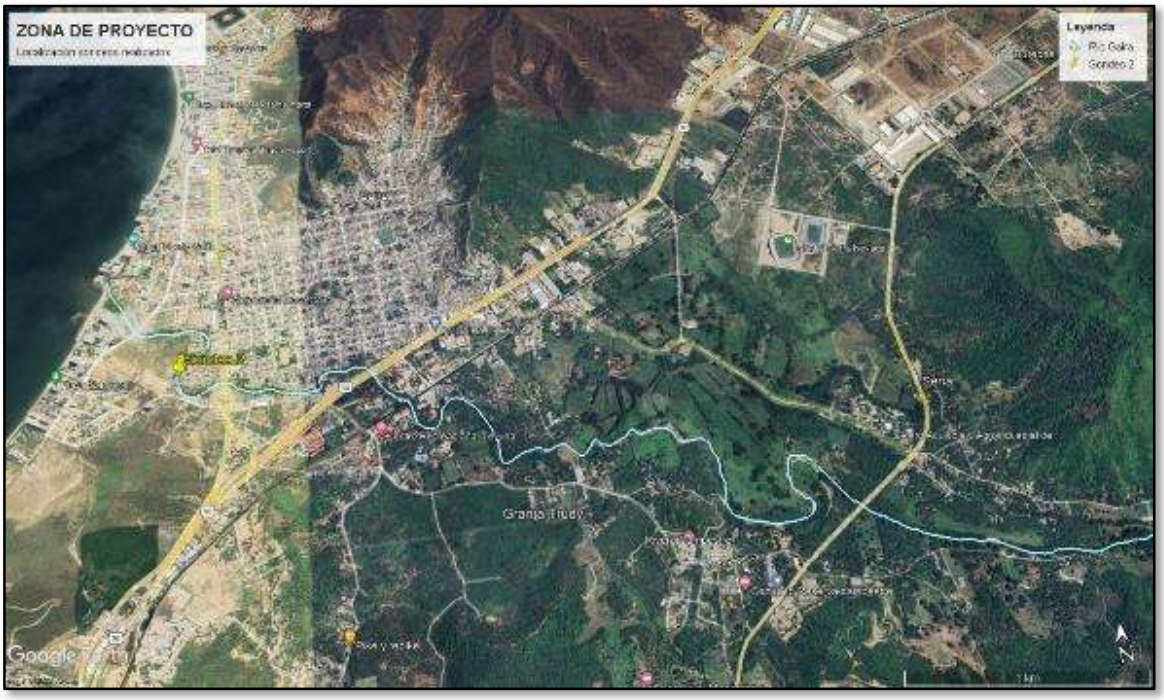


Imagen 7. Imagen Satelital Localización Sondeo 2 (Río Gaira)

6.3 ENSAYOS DE LABORATORIO

En la perforación ejecutada, se tomaron muestras de naturaleza alterada, las cuales se consideran representativas del perfil natural del sub - suelo.

Las muestras tomadas se llevaron a laboratorio para realizar los ensayos de humedad natural, límites de consistencia, granulometría con lavado sobre tamiz No. 200 con el objeto de clasificar los suelos de acuerdo con los sistemas de clasificación unificado (USCS) Y (ASSHTO), peso unitario y gravedad específica de acuerdo con las necesidades del estudio y a las características del sub - suelo.

Las pruebas de laboratorio fueron realizadas de acuerdo con los procedimientos descritos en las normas ASTM pertinentes, los resultados de los ensayos realizados sobres las muestras se adjuntan en los anexos.

En los ensayos realizados a las muestras tomadas en los sondeos se pudo establecer que el material predominante en ambos ríos es la arena limosa, pero sí existe una parte superficial de material arcilloso y/o limoso según la ubicación, esta arena no varía de forma

significativa su distribución granulométrica y la diferencia más notable es la humedad natural; característica propia de cada ubicación y profundidad explorada, en el siguiente apartado se describe con detalle la composición de cada sondeo realizado.

7 DESCRIPCIÓN DEL PERFIL ESTRATIGRÁFICO

De acuerdo con los resultados obtenidos en los sondeos podemos describir que el sub – suelo para cada río así:

Sondeo 1:

Río Manzanares: está constituido por dos estratos hasta la profundidad máxima alcanzada (6 metros):

- Arena arcillosa (***SC, A-4)*** con un peso unitario seco suelto de 1,201 ton/m^3, un porcentaje de finos del 40,98%, índice de plasticidad de 10% y humedad natural de 14,3%. (0,5 – 3,5 metros)
- Arena limosa (***SM, A-2-4)*** con un peso unitario seco suelto de 1,109 ton/m^3, un porcentaje de finos del 18,48%, no presenta plasticidad y humedad natural de 17,1%. (3,5 – 4,5 metros)
- Arena limosa (***SM, A-1-b)*** con un peso unitario suelto de 1,073 ton/m^3, un porcentaje de finos del 18%, no presenta plasticidad y humedad natural de 19,1%. (4,5 – 6 metros)

Sondeo 2:

Río Gaira: está constituido por dos estratos hasta la profundidad máxima alcanzada (8 metros):

- Limo arcilloso (***ML-CL, A-4)*** con un peso unitario suelto de 1,234 ton/m^3, un porcentaje de finos del 54,31%, índice de plasticidad de 7% y humedad natural de 13,7%. (0 – 2 metros)

- Arena limosa (***SM, A-2-4)*** con un peso unitario suelto de 1,431 ton/m^3, un porcentaje de finos del 21,23%, no presenta plasticidad y humedad natural de 14,9% (2 – 6 metros)
- Arena limosa (***SM, A-2-4)*** con un peso unitario suelto de 1,221 ton/m^3, un porcentaje de finos del 21,7%, no presenta plasticidad y humedad natural de 21,3% (6 – 8 metros)

7.1 NIVEL FREÁTICO

Durante las perforaciones ejecutadas se encontró la presencia de nivel freático a 0.5 metros en el rio Manzanares y a 2 metros en el rio Gaira. Los ríos presentarán flujo de agua a medida que se avance en los trabajos de dragado por lo que se debe considerar el manejo de aguas en el proceso constructivo ya que este nivel aumenta en temporadas de lluvia y por ser la zona del cauce de cada río.

7.2 SISMICIDAD DEL ENTORNO Y PARAMETROS DE DISEÑO SISMICO

De acuerdo con la norma de diseño sismo resistente (NSR – 10) y teniendo en cuenta que la zona de proyecto se encuentra ubicada en el municipio de Santa Marta, podemos determinar los parámetros de suma importancia para el diseño de una estructura sismo resistente con base en el apéndice A-4 que se muestran a continuación.

APÉNDICE A-4
VALORES DE A_a, A_v, A_e Y A_d Y DEFINICIÓN DE LA ZONA DE AMENAZA SÍSMICA DE LOS MUNICIPIOS COLOMBIANOS

Departamento del Magdalena

Municipio	Código Municipio	A_a	A_v	Zona de Amenaza Sísmica	A_e	A_d
Santa Marta	47001	0.15	0.10	Intermedia	0.10	0.04
Algarrobo	47030	0.10	0.10	Baja	0.05	0.02
Aracataca	47053	0.10	0.10	Baja	0.04	0.02
Ariguaní	47058	0.10	0.10	Baja	0.04	0.02
Cerro San Antonio	47161	0.10	0.10	Baja	0.04	0.02
Chivolo	47170	0.10	0.10	Baja	0.04	0.02
Ciénaga	47189	0.10	0.10	Baja	0.06	0.02
Concordia	47205	0.10	0.10	Baja	0.04	0.02
El Banco	47245	0.10	0.10	Baja	0.04	0.02
El Piñon	47258	0.10	0.10	Baja	0.04	0.02
El Reten	47268	0.10	0.10	Baja	0.04	0.02
Fundación	47288	0.10	0.10	Baja	0.05	0.02
Guamal	47318	0.10	0.10	Baja	0.04	0.02
Nueva Granada	47460	0.10	0.10	Baja	0.04	0.02
Pedraza	47541	0.10	0.10	Baja	0.04	0.02
Pijino del Carmen	47545	0.10	0.10	Baja	0.04	0.02
Pivijay	47551	0.10	0.10	Baja	0.04	0.02
Plato	47555	0.10	0.10	Baja	0.04	0.02
Puebloviejo	47570	0.10	0.10	Baja	0.04	0.02
Remolino	47605	0.10	0.10	Baja	0.04	0.02
Sabanas de San Ángel	47660	0.10	0.10	Baja	0.04	0.02
Salamina	47675	0.10	0.10	Baja	0.04	0.02
San Sebastián de Buenavista	47692	0.10	0.10	Baja	0.04	0.02
San Zenón	47703	0.10	0.10	Baja	0.04	0.02
Santa Ana	47707	0.10	0.10	Baja	0.04	0.02
Santa Bárbara de Pinto	47720	0.10	0.10	Baja	0.04	0.02
Sitionuevo	47745	0.10	0.10	Baja	0.05	0.02
Tenerife	47798	0.10	0.10	Baja	0.04	0.02
Zapayán	47960	0.10	0.10	Baja	0.04	0.02
Zona Bananera	47980	0.10	0.10	Baja	0.08	0.02

De la tabla anterior obtenemos:

Aceleración pico efectiva ($\boldsymbol{A_a = 0,15}$), Velocidad pico efectiva ($\boldsymbol{A_V = 0,10}$).

Para determinar el tipo de perfil del suelo (Ver tablas A.2.4-1 A.2.4-2) utilizamos el número medio de golpes obtenidos en el ensayo SPT con la respectiva corrección por energía y la velocidad de la Onda de Corte del suelo V_S, que se calculó mediante la fórmula propuesta por IMAI et al en 1982; la cual relaciona la velocidad de corte con el número de golpes N_i del ensayo SPT.

Para Sondeo 1 (Río Manzanares): $\boldsymbol{N_i = 6}$

$$V_S = 76 * N_i{}^{0,33}$$

$$V_S = 76 * 6^{0,33}$$

$$\boldsymbol{V_S = 137\ {}^{m}/_{s}}$$

Para Sondeo 2 (Río Gaira): $\boldsymbol{N_i = 8}$

$$V_S = 76 * N_i{}^{0,33}$$

$$V_S = 76 * 8^{0,33}$$

$$\boldsymbol{V_S = 151\ {}^{m}/_{s}}$$

En todos los casos la velocidad de la Onda de Corte del suelo V_S, es menor a 180 m/s, Por lo tanto, podemos clasificar el Perfil de Suelo como Tipo E.

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

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

Tabla A.2.4-2
Criterios para clasificar suelos dentro de los perfiles de suelo tipos C, D o E

Tipo de perfil	$\bar{v}_s$	$\bar{N}$ o $\bar{N}_{ch}$	$\bar{s}_u$
C	entre 360 y 760 m/s	mayor que 50	mayor que 100 kPa (≈ 1 kgf/cm²)
D	entre 180 y 360 m/s	entre 15 y 50	entre 100 y 50 kPa (0.5 a 1 kgf/cm²)
E	menor de 180 m/s	menor de 15	menor de 50 kPa (≈0.5 kgf/cm²)

Con todos los parámetros anteriormente determinados y con base en la NSR 10 (Ver Figura A.2.4-1, A.2.4-2 y Tabla A.2.5-1) se tiene que $\boldsymbol{F_a = 2,1}$, $\boldsymbol{F_V = 3,5}$. De igual forma tenemos que coeficiente de importancia $\boldsymbol{I = 1,0}$ dada la naturaleza de la edificación.

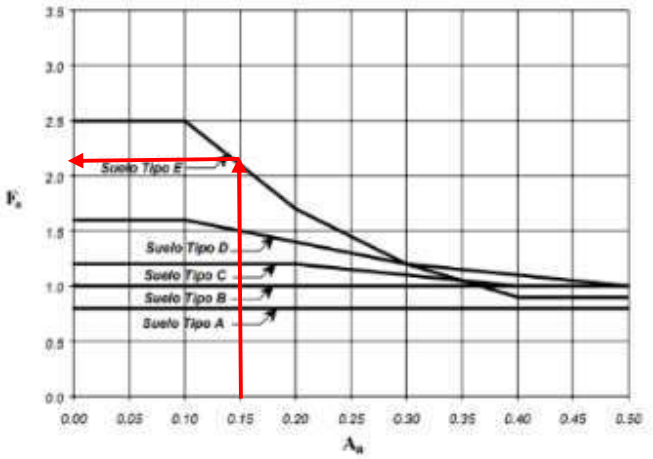


Figura A.2.4-1 - Coeficiente de amplificación F_a del suelo para la zona de períodos cortos del espectro

Como el valor de $A_a = 0{,}15$ se determinó $\boldsymbol{F_a}$ de acuerdo con la Figura A.2.4-1 (NSR-10).

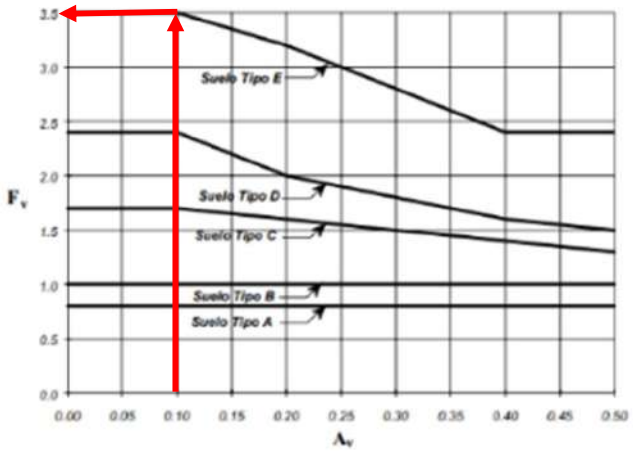


Figura A.2.4-2 — Coeficiente de amplificación F_v del suelo para la zona de períodos intermedios del espectro

Como el valor de $A_v = 0{,}10$ se determinó $\boldsymbol{F_v}$ de acuerdo con la Figura A.2.4-2 (NSR-10).

Tabla A.2.5-1
Valores del coeficiente de importancia, I

Grupo de Uso	Coeficiente de Importancia, I
IV	1.50
III	1.25
II	1.10
I	1.00

Así mismo a continuación se incluye el cálculo del periodo fundamental del suelo (T_s) teniendo en cuenta la fórmula establecida en el libro Geotechnical Earthquake Engineering de Steven L. Kramer.

Donde:

$$T_s = 4 * \frac{H}{V_S} \ (seg)$$

H = Espesor del Suelo. De acuerdo con las perforaciones ejecutadas el espesor del suelo es de 6 metros (Profundidad máxima alcanzada).

Para Sondeo 1 (Río Manzanares):

$$T_s = 4 * \frac{6m}{137 \ {}^{m}/_{S}}$$

$$T_s = 0{,}17 \ seg$$

Es así como para una velocidad de onda de corte $V_S = 137 \ {}^{m}/_{S}$ y para un espesor de suelo de 6 metros se tiene un periodo fundamental del suelo $\boldsymbol{T_s = 0{,}17 \ seg.}$

Para Sondeo 2 (Río Gaira):

$$T_s = 4 * \frac{8m}{151 \ {}^{m}/_{S}}$$

$$T_s = 0{,}21 \ seg$$

Es así como para una velocidad de onda de corte $V_S = 151 \ {}^{m}/_{S}$ y para un espesor de suelo de 8 metros se tiene un periodo fundamental del suelo $\boldsymbol{T_s = 0{,}21 \ seg.}$

7.3 POTENCIAL DE EXPANSIÓN

Los parámetros utilizados en la evaluación de la expansividad son el límite líquido, humedad natural, densidad seca, Límite de contracción y el índice de plasticidad.

La expansión se presenta principalmente en suelos arcillosos que, dada su composición química, pueden causar reacciones físico-químicas al contacto con moléculas de agua. Estas reacciones se ven reflejadas de manera macroscópica, con incrementos ante el exceso de agua o disminuciones de volumen de materiales con la perdida de agua.

De acuerdo con los resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio para la caracterización de los materiales, tenemos presencia de materiales cohesivos por lo cual al realizar el procedimiento se determinó que posee un potencial de expansión BAJO de acuerdo con la NSR-10 Tabla H.9.1-1

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 particulas 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

Las condiciones propias del terreno de buen drenaje superficial de escorrentías determinan la no existencia de gradientes hidráulicos o cabezas de presión que ocasione este fenómeno, por lo que no se sugiere ningún tratamiento especial.

8 INTERPRETACIÓN GEOTÉCNICA

De acuerdo con las características físicas y mecánicas de los materiales del subsuelo encontrados y a su perfil estratigráfico podemos decir lo siguiente:

- En los sondeos realizados por métodos mecánicos, se destacó que los depósitos son bastante homogéneos, en cuanto a tipos de materiales y composición físico mecánico, encontrándose que el subsuelo está compuesto en los tres sectores explorados, por suelos granulares de tipo: arenas limosas de compacidad entre suelta y densa.

- De las arenas limosas encontradas hasta la profundidad explorada, se pudo determinar que presentan un grado de expansión BAJO según la Tabla H.9.1-1 de la NSR-10 en correlación con los resultados obtenidos del ensayo de límites de Atterberg, estos resultados nos indican que la estabilidad volumétrica frente a cambios de humedad y permeabilidad son bajos y no representan ningún riesgo para la estabilidad de las diferentes obras.

- Durante las exploraciones de campo en la fecha de su ejecución, se detectó la presencia de aguas libres provenientes del nivel freático o aguas colgantes por su cercanía al río; teniendo en cuenta esta condición, se puede concluir que al momento de iniciar la construcción de las estructuras, específicamente en el proceso constructivo de cimentación, se presentarán problemas por socavación, erosión y/o derrumbes fenómenos, que puedan causar daños estructurales o fallas en el suelo de cimentación, por lo que se recomienda un adecuado manejo de aguas.

- Del análisis de los resultados de la caracterización del material encontrado en todos los sondeos, obtenemos que el comportamiento del suelo del sitio resultará aceptable bajo la acción de las futuras cargas de las estructuras, debido a la estructura granular del mismo en la superficie; por tanto, no se presentarán problemas derivados de resistencia al corte y asentamientos significativos.

- Se observa un proceso de erosión progresivo de los taludes a orillas de los ríos, por lo que se hace necesario implementar un sistema de protección contra dicha erosión.

- Por la información suministrada sobre el tipo de estructuras tipo muros de contención con Geocontenedores llenadas con materiales de dragado y/o préstamo lateral, para lo cual se deberán tener en cuenta los parámetros de diseño y capacidad admisible de acuerdo con lo determinado en este informe.

- Desde el punto de vista constructivo, no se anticipan complicaciones mayores considerándose suficiente utilizar procedimientos convencionales, en particular si el proyecto se ejecuta durante la estación seca y el proceso de excavación se ejecuta en el menor tiempo posible.

9 ANÁLISIS GEOTÉCNICO

Para este análisis se realizó una evaluación geotécnica de la información consultada de la zona, y de la investigación del subsuelo en municipio de Santa Marta para obtener la estratigrafía y determinar los parámetros geotécnicos para los diseños de los geocontenedores, según los requerimientos del proyecto.

Además, se tuvo en cuenta los requerimientos para el cálculo de factores de seguridad estabilidad para muros de contención consignados en el capítulo H.6 de la Norma NSR-10. teniendo en cuenta los numerales H6.3 y H6.5, para un modelo de falla rotacional a planar, para la obra de contención.

Para elaborar los análisis de sensibilidad y obtener valores aproximados de factor de seguridad para la estabilidad global, se usó el programa utilizando el Programa computacional Slide, considerando un modelo de falla equilibrio límite (método ordinario).

9.1. PARAMETROS GEOTÉCNICOS

Se toman los parámetros de resistencia más críticos representativos de los materiales presentes reportados en la investigación de campo y ensayos de laboratorio, de acuerdo con el estudio de suelos realizado. Los valores de dichos parámetros se resumen a continuación:

Sondeo	Río	Profundidad (m)		Símbolo U.S.C.S.	% Humedad	Limite Liquido	Índice de Plasticidad	% Finos	γ_{dmin} (Ton/m³)	γ_t ó γ_{sat} (Ton/m³)	ϕ	Cu (Ton/m2)	qadm (Ton/m2)	K0	Ka	Kp
		Desde	hasta													
1	Manzanares	0,50	3,50	SC	14,3%	31%	10%	40,98%	1,201	1,373	25	0,0		0,577	0,406	2,464
		3,50	4,50	SM	17,1%	NP	NP	0,21%	1,109	1,299	34	0,0		0,439	0,282	3,551
		4,50	6,00	SM	19,1%	NP	NP	1,07%	1,073	1,278	34	0,0	33,4	0,441	0,283	3,537
2	Gaira	0,00	2,00	ML-CL	13,7%	27%	7%	54,31%	1,234	1,403	12	0,0		0,742	0,656	1,525
		2,00	6,00	SM	14,9%	NP	NP	21,23%	1,431	1,644	31	0,0	47,71	0,485	0,320	3,124
		6,00	8,00	SM	21,3%	NP	NP	21,70%	1,221	1,481	32	0,0		0,470	0,307	3,255

Tabla 1. Resumen de Parámetros para diseño de muros de contención con Geocontenedores

9.2 ANALISIS DE ESTABILIDAD

Para este análisis, se determinan de los factores de seguridad de la sección de diseño para con una configuración tipo para un muro de contención con Geocontenedores.

La obra proyectada corresponde a la conformación y perfilado de taludes, así como la construcción del muro de contención con Geocontenedores llenadas con materiales de dragado y/o préstamo lateral, que cumplen con los factores de la estabilidad mínima de FS>=1.5, y Sismo (Aceleración Pseudoestática para Taludes de 0.67Aa según lo consignado en la tabla H.5.2-1 de la Norma NSR-10), dando un parámetro sísmico de diseño de Ap = 0.067g.

9.2.1 SECCIÓN DE DISEÑO

Se realizará el análisis de estabilidad para la Sección de Diseño Tipo:

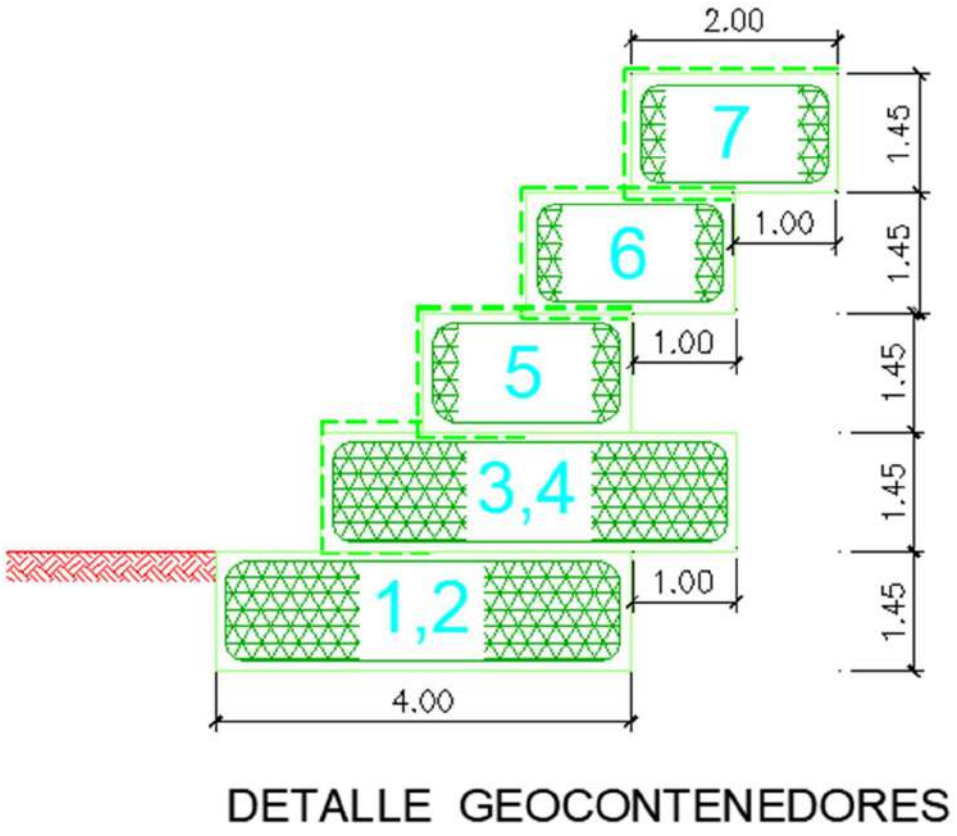


Imagen 8. Sección de Diseño Tipo Muro con Geocontenedores

9.2.2 ANALISIS DE ESTABILIDAD GLOBAL SECCIÓN DE DISEÑO

Las modelaciones realizadas de la estabilidad global, con nivel de agua máximo para determinar el factor de estabilidad global de Diseño sección Tipo. A continuación, el resultado para los sectores de cada uno de los ríos:

Para río Manzanares:

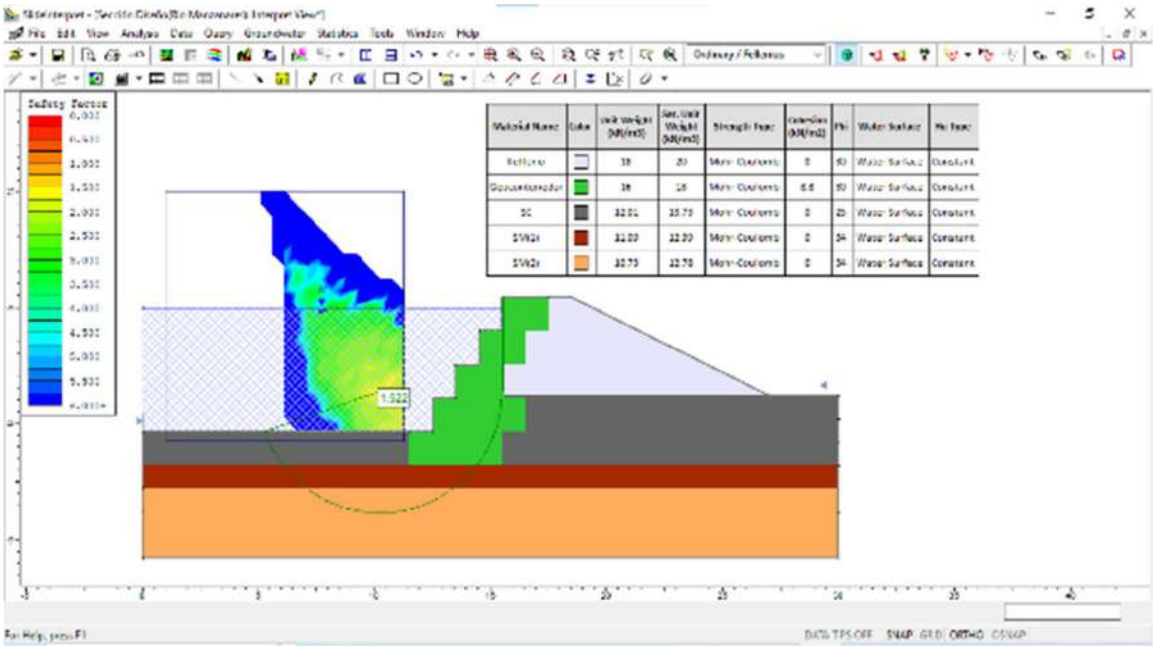


Imagen 9. Resultado Estabilidad Global Estático Muro Geocontenedores en el río Manzanares

El Factor de seguridad Global Estático para la Sección Tipo es: Fs = 1.522

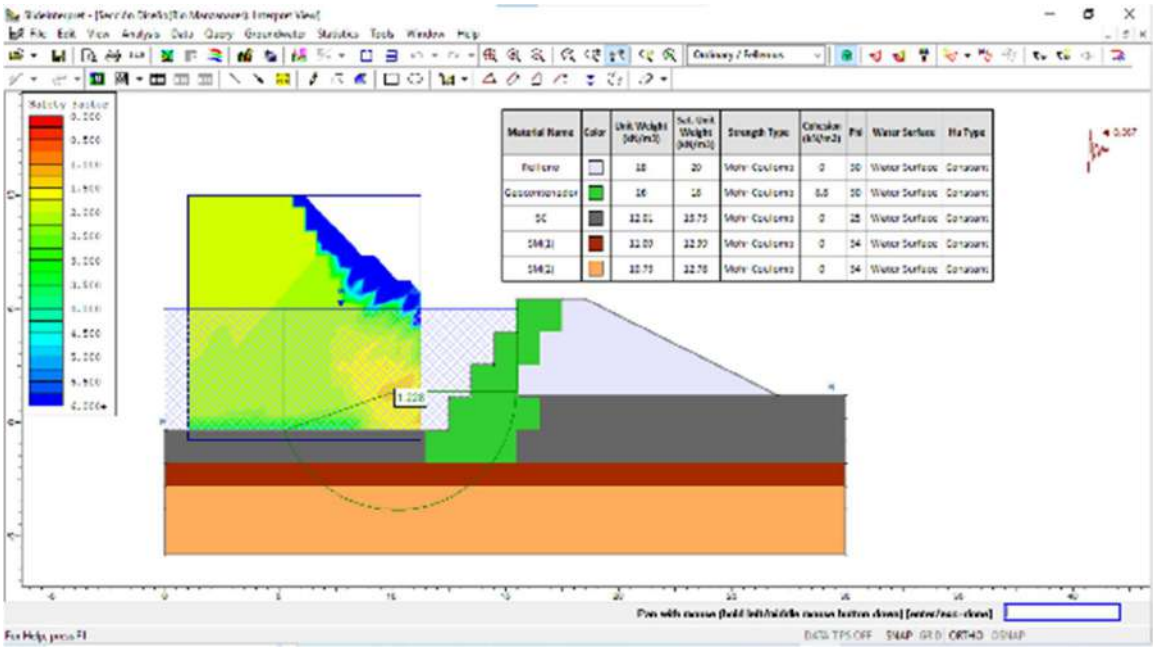


Imagen 10. Resultado Estabilidad Global Seudo Estático Muro Geocontenedores en el río Manzanares

El Factor de seguridad Global Seudo Estático Sección Tipo es: Fs = 1.228

Para río Gaira:

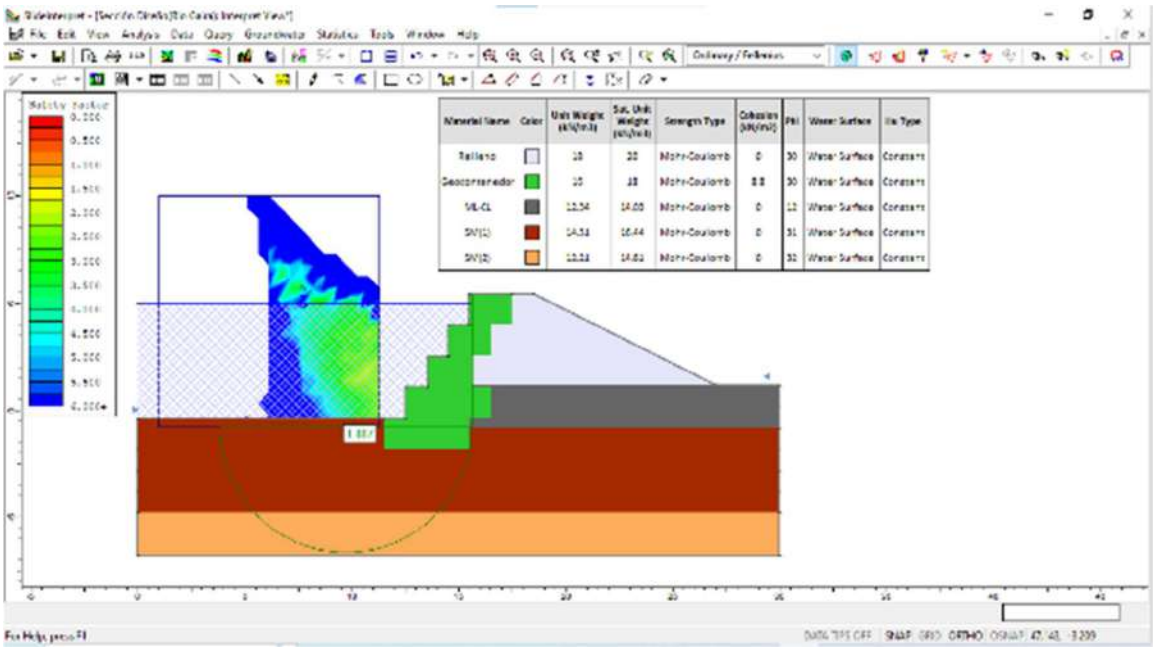


Imagen 11. Resultado Estabilidad Global Estático Muro Geocontenedores en el río Gaira

El Factor de seguridad Global Estático para la Sección Tipo es: Fs = 1.887

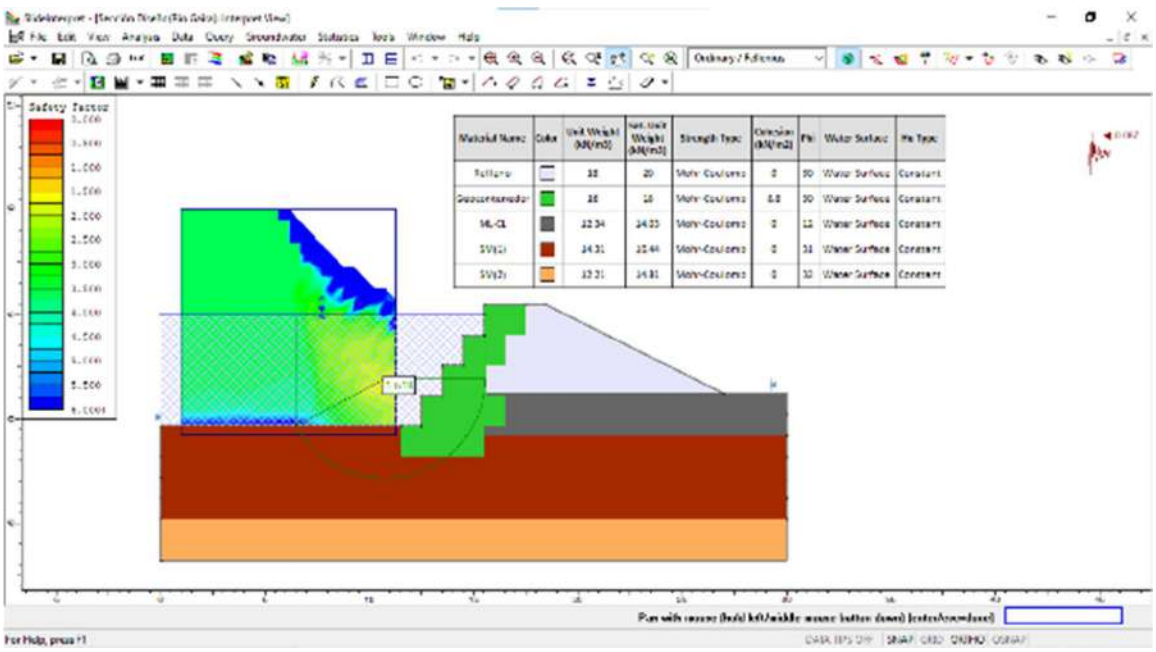


Imagen 12. Resultado Estabilidad Global Seudo Estático Muro Geocontenedores en el río Gaira

El Factor de seguridad Global Seudo Estático Sección Tipo es: Fs = 1.519

De acuerdo con los resultados para la sección de diseño los taludes no son susceptibles a deslizamiento. El valor del factor de seguridad Estático cumple por ser mayor a 1.5, al igual que el factor de seguridad Seudo estático por ser mayor de 1.05 de acuerdo con el capítulo H6 la Norma NSR-10 (Tabla H.6.9-1. Factores de Seguridad indirectos mínimos).

Tabla H.6.9-1
Factores de seguridad indirectos mínimos

Condición	Construcción	Estático	Sismo	Seudo estático
Deslizamiento	1.60	1.60	Diseño	1.05
Volcamiento: el que resulte más crítico de Momento Resistente/ Momento Actuante Excentricidad en el sentido del momento (e/B)	 ≥ 3.00 ≤ 1/6	 ≥ 3.00 ≤ 1/6	 Diseño Diseño	 ≥ 2.00 ≤ 1/4
Capacidad portante	Iguales a los de la Tabla H.4.1			
Estabilidad Intrinseca materiales térreos (reforzados o no)	Iguales a los de la Tabla H.2.1			
Estabilidad Intrinseca materiales manufacturados	Según material (Concreto-Titulo C; Madera-Titulo G; etc.)			
Estabilidad general del sistema: Permanente o de Larga duración (> 6 meses) Temporal o de Corta duración (< 6 meses)	 1.20 1.20	 1.50 1.30	 Diseño 50% de Diseño	 1.05 1.00
Laderas adyacentes (Zona de influencia > 2.5H)	1.20	1.50	Diseño	1.05

10 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Se recomienda un método constructivo con manejo de aguas, debido a que el nivel de cimentación estaría por debajo del nivel freático, lo cual puede generar deslizamientos al momento de realizar excavaciones siendo conveniente utilizar entibados.

- Para la zona del río Manzanares a la profundidad de cimentación (4,0 m) se evaluó capacidad de carga admisible de 33,4 Ton/m2. Para la zona del río Gaira a la profundidad de cimentación (2,5 m) se evaluó capacidad de carga admisible de 47,7 Ton/m2. La capacidad de carga admisible a diferentes profundidades se muestras en los anexos.
- Los parámetros del suelo a utilizar para los diferentes diseños se resumen a continuación:

Sondeo	Río	Profundidad (m)		Símbolo U.S.C.S.	% Humedad	Limite Liquido	Índice de Plasticidad	% Finos	γ_{dmin} (Ton/m^3)	γ_t ó γ_{sat} (Ton/m^3)	ϕ	Cu (Ton/m2)	qadm (Ton/m2)	K0	Ka	Kp
		Desde	hasta													
1	Manzanares	0,50	3,50	SC	14,3%	31%	10%	40,98%	1,201	1,373	25	0,0		0,577	0,406	2,464
		3,50	4,50	SM	17,1%	NP	NP	0,21%	1,109	1,299	34	0,0		0,439	0,282	3,551
		4,50	6,00	SM	19,1%	NP	NP	1,07%	1,073	1,278	34	0,0	33,4	0,441	0,283	3,537
2	Gaira	0,00	2,00	ML-CL	13,7%	27%	7%	54,31%	1,234	1,403	12	0,0		0,742	0,656	1,525
		2,00	6,00	SM	14,9%	NP	NP	21,23%	1,431	1,644	31	0,0	47,71	0,485	0,320	3,124
		6,00	8,00	SM	21,3%	NP	NP	21,70%	1,221	1,481	32	0,0		0,470	0,307	3,255

- Para dragar los ríos se recomienda retirar el material orgánico hasta una profundad que permita recuperar la capacidad hidráulica del río.

- El material retirado deberá disponerse en un lugar que garantice que no retornará al caño, por efectos de lluvias o desborde del río.

- Se recomienda cimentar muros de contención Geocontenedores de acuerdo con su ubicación medido desde la cota de la superficie donde la zona para cimentar debe estar limpia de toda materia orgánica como raíces de árboles y maleza y de todo material no constituyente del suelo natural como piedras y basuras.

- Para el diseño del muro de contención con Geocontenedores, se calculará la fricción suelo – muro (δ) como δ = ¾Ø, donde “Ø” es el ángulo de fricción interna del material, que para este caso en particular se tomara como Ø = 27°.

- Para el diseño de los muros de contención con Geocontendores se debe verificar los factores de seguridad que contempla el REGLAMENTO DE CONSTRUCCION SISMO RESISTENTE NSR-10 en su título H, los cuales son:

- Factor de seguridad al deslizamiento: FS > 1,6.
- Factor de seguridad al volcamiento: FS > 3,0.
- Factor de seguridad por capacidad portante: FS > 2,5.

- Los resultados obtenidos de este informe corresponden a unas condiciones generales de la zona estudiada, por lo cual de acuerdo con las priorizaciones de los sitios donde se proyecten las obras se deberán realizar previamente los estudios de suelos y verificación de la estabilidad de los muros de contención para cada caso particular.

- El material granular utilizado para rellenos laterales debe ser capaz de desarrollar fricción y no debe contener materiales orgánicos ni residuos no deseados.

- El material seleccionado para rellenos deberá cumplir con las siguientes especificaciones (o con otras especificaciones de afirmado vigentes): Limite liquido < 25%, índice de plasticidad < 6%, porcentaje material que pasa el tamiz de 76.2 mm: 100%, porcentaje material que pasa el tamiz de 4.75 mm: entre 30% y 70%, porcentaje material que pasa el tamiz de 0.074 mm: entre 0% y 15%.

- Los rellenos deberán compactarse para alcanzar densidades superiores al 95% de la densidad máxima del Proctor modificado.

11 LIMITACIONES

Las conclusiones y recomendaciones consignadas en este documento se basaron en los resultados de las investigaciones de campo y laboratorio que se describieron en los capítulos respectivos; los alcances y las conclusiones consignadas se ajustan sólo a las características generales del proyecto planteado.

Es importante tener en cuenta la posible variabilidad del perfil estratigráfico en otros sectores de los ríos, lo que genera por ende otras propiedades geomecánicas de los materiales. Lo anterior no indica cambios en los diseños, ya que el trabajo de campo, los resultados de laboratorio y el análisis de éstos, permitieron concluir teniendo en cuenta condiciones desfavorables. De todas formas, se deberá tener presente que, si durante la ejecución de los trabajos se encuentran en la zona condiciones del subsuelo muy diferentes a las descritas como típicas en este informe, o se generan variaciones sustanciales del proyecto que afecten de una u otra manera las recomendaciones emitidas, se deberá informar oportunamente para complementar las conclusiones y recomendaciones consignadas en el presente informe.



Ing. CARLOS DAVID LINERO CUETO
Magister en Ingeniería Civil
C. C. No 7.143.229 de Santa Marta
Mat. Prof. No. 08202106418ATL

12 ANEXOS

Registro fotográfico de los sondeos realizados



Imagen 13. Sondeo 1 (Río Manzanares)



Imagen 9. Sondeo 2 (Río Gaira)

Registro ensayo SPT

HOJA 1

REGISTRO DE EXPLORACION DE CAMPO

CONSTRUCCIÓN DE OBRAS PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD HIDRAULICA DEL CAUCE DEL RIO MANZANARES
Proyecto

LOCALIZACIÓN:	Rio Manzanares, Santa Marta - Magdalena	SONDEO No.	1
SOLICITANTE:	CORPAMAG		
PERFORISTA:	Gustavo Simanca	FECHA:	02-oct-23
N.F (m):	0,5		

INFORMACION DE LA PERFORACION

PROF (m)	SIMBOLO	CLASIFICACIÓN USCS	CLASIFICACIÓN AASHTO	TIPO TOMA MUESTRA	LP	LL	PROFUNDIDAD (m) DE	PROFUNDIDAD (m) A	ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTANDAR 15 cm	15 cm	15 cm	N_{SPT}	%w	γd_{min}	γd_{max}
0	1	Relleno (Escombro y basura)					0	0,5				0			
0,5	2	Arena arcillosa (SC)	A - 4	S.S	21	31	0,5	1	3	3	4	7	14,3	1,201	1,556
1					21	31	1	1,5	3	2	1	3	14,3	1,201	1,556
1,5					21	31	1,5	2	1	1	2	3	14,3	1,201	1,556
2					21	31	2	2,5	3	2	3	5	14,3	1,201	1,556
2,5					21	31	2,5	3	2	2	2	4	14,3	1,201	1,556
3					21	31	3	3,5	3	4	3	7	14,3	1,201	1,556
3,5	3	Arena limosa (SM)	A-2-4				3,5	4	4	5	6	11	17,1	1,109	1,356
4							4	4,5	7	8	10	18	17,1	1,109	1,356
4,5	4	Arena limosa (SM)	A-1-b				4,5	5	12	14	16	30	19,1	1,073	1,395
5							5	5,5	20	23	24	47	19,1	1,073	1,395
5,5							5,5	6	24	26	30	56	19,1	1,073	1,395
6															

N / % — ▲ SPT ■ %w ○ LP ✳ LL (0 10 20 30 40 50 60)

FIN DEL SONDEO

CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DEL MAGDALENA
NIT. 800.099.287-4

HOJA 1

REGISTRO DE EXPLORACION DE CAMPO

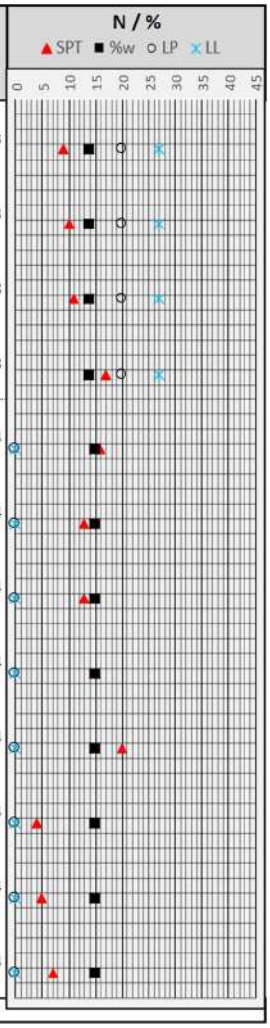
CONSTRUCCIÓN DE OBRAS PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD HIDRAULICA DEL CAUCE DEL RIO GAIRA

Proyecto

LOCALIZACIÓN: Rio Gaira, Santa Marta - Magdalena
SOLICITANTE: CORPAMAG
PERFORISTA: Gustavo Simanca
N.F (m): 2
SONDEO No. 2
FECHA: 3-oct-23

INFORMACION DE LA PERFORACION

PROF (m)	SIMBOLO	CLASIFICACIÓN USCS	CLASIFICACIÓN AASHTO	TIPO TOMA MUESTRA	LP	LL	PROFUNDIDAD (m) DE	PROFUNDIDAD (m) A	ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTANDAR 15 cm	15 cm	15 cm	N_{SPT}	%W	yd_{min}	yd_{max}
0		Limo arcilloso (ML-CL)	A - 4	S.S	20	27	0	0,5	4	5	4	9	13,7	1,136	1,503
0,5					20	27	0,5	1	5	5	5	10	13,7	1,136	1,503
1					20	27	1	1,5	5	5	6	11	13,7	1,372	1,858
1,5					20	27	1,5	2	8	8	9	17	13,7	1,372	1,858
2		Arena limosa (SM)	A - 2 - 4				2	2,5	10	9	7	16	14,9	1,421	1,864
2,5							2,5	3	6	6	7	13	14,9	1,421	1,864
3							3	3,5	7	6	7	13	14,9	1,421	1,864
3,5							3,5	4	8	7	8	15	14,9	1,421	1,864
4							4	4,5	9	10	10	20	14,9	1,421	1,864
4,5							4,5	5	3	2	2	4	14,9	1,421	1,864
5							5	5,5	6	3	2	5	14,9	1,421	1,864
5,5							5,5	6	3	3	4	7	14,9	1,421	1,864
6															



CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DEL MAGDALENA
NIT. 800.099.287-4

HOJA 2

REGISTRO DE EXPLORACION DE CAMPO

CONSTRUCCIÓN DE OBRAS PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD HIDRAULICA DEL CAUCE DEL RIO GAIRA

Proyecto

LOCALIZACIÓN: Rio Gaira, Santa Marta - Magdalena
SOLICITANTE: CORPAMAG
PERFORISTA: Gustavo Simanca
N.F (m): 2
SONDEO No. 2
FECHA: 03-oct-23

INFORMACION DE LA PERFORACION

PROF (m)	SIMBOLO	CLASIFICACIÓN		TIPO TOMA MUESTRA	LP	LL	PROFUNDIDAD (m)		ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTANDAR			N_{SPT}	%w	γd_{min}	γd_{max}	N / % (▲SPT ■%w ○LP ×LL)
		USCS	AASHTO				DE	A	15 cm	15 cm	15 cm					
6							6	6,5	6	7	8	15	21,3	1,372	1,858	
6,5							6,5	7	8	9	10	19	21,3	1,372	1,858	
7		Arena limosa (SM)	A - 2 - 4	S.S			7	7,5	10	12	12	24	21,3	1,372	1,858	
7,5							7,5	8	11	14	15	29	21,3	1,372	1,858	
8																

FIN DEL SONDEO

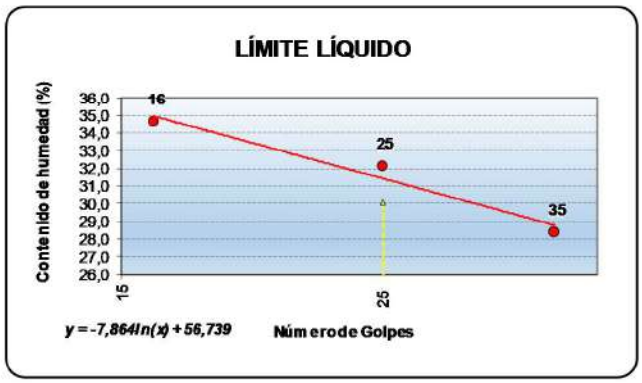
Clasificación y Límites

CLASIFICACIÓN, GRANULOMETRIA Y LÍMITES

PROYECTO:	OBRAS PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD HIDRAULICA DEL CAUCE DEL RIO	**SONDEO N°**	S1 M1 M2 M3
LOCALIZACION:	Rio Manzanares, Santa Marta D.T.C.H	**PROFUNDIDAD:**	0,50 A 3,50 M
DESCRIPCIÓN:	Arena arcillosa color gris	**F DE CAMPO:**	02-oct-23
		ENSAYO:	04-oct-23

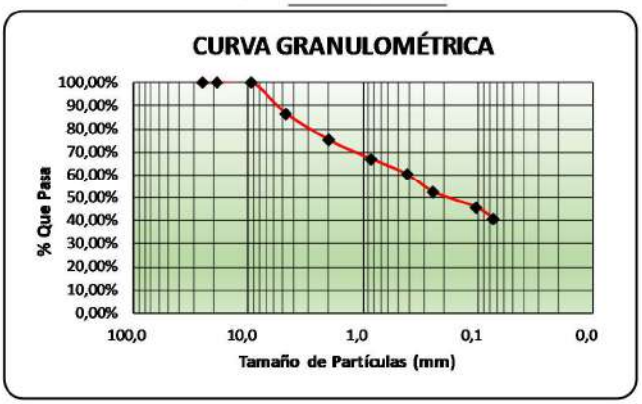
LIMITE LIQUIDO			
N_g de Golpes	16	25	35
Recipiente N_o	A1	B1	C1
P1	29,87	41,67	31,25
P2	23,78	33,00	26,33
P3	6,20	6,00	9,00
% Humedad	34,64	32,11	28,39

LIMITE PLASTICO			
Recipiente N_o	X1	Y1	
P1	28,77	23,11	
P2	25,32	20,69	
P3	9,00	9,50	
% Humedad	21,14	21,63	



Recipiente No.	6
P_1 =	122,4
P_2 =	600,5
P_3 =	540,7
%W =	14,3%
P_{grad} =	418,3

P_1 (gramos)		418,3	P_2 (gramos)		246,9
Tamiz		Peso Retenido	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Pasa
Pulg	mm				
3"	75,0	-	0,00%	0,00%	100,00%
2"	50,0	-	0,00%	0,00%	100,00%
1,1/2"	37,5	-	0,00%	0,00%	100,00%
1"	25,0	-	0,00%	0,00%	100,00%
3/4"	19,0	-	0,00%	0,00%	100,00%
3/8"	9,5	-	0,00%	0,00%	100,00%
No.4	4,75	55,8	13,34%	13,34%	86,66%
10	2,0	48,0	11,48%	24,81%	75,19%
20	0,85	35,0	8,37%	33,18%	66,82%
40	0,425	27,1	6,48%	39,66%	60,34%
60	0,25	33,0	7,89%	47,55%	52,45%
140	0,106	28,0	6,69%	54,24%	45,76%
200	0,075	20,0	4,78%	59,02%	40,98%
FONDO		171,40	40,98%	100,00%	



Límite Líquido	31	**A.A.S.H.T.O.**	A - 4 (1)	**Humedad Natural**	14,3%
Límite Plástico	21	**U.S.C.S.**	SC	**Tamaño Máximo**	3/8"
Índice Plastico	10	**Cu**	15,07	**Tamaño Máximo Nominal**	4,75 mm
Índice de Grupo	1	**Cc**	0,60		

OBSERVACIONES:

Ing. Jefe de Laboratorio

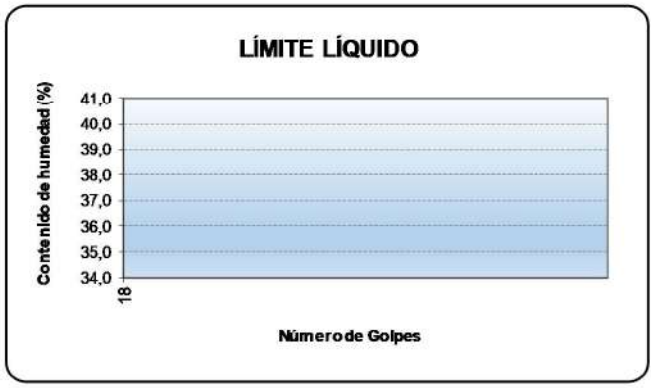
CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DEL MAGDALENA
NIT. 800.099.287-4

CLASIFICACIÓN, GRANULOMETRIA Y LÍMITES

PROYECTO:	OBRAS PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD HIDRAULICA DEL CAUCE DEL RI	**SONDEO N°**	S1 M4
LOCALIZACION:	Rio Manzanares, Santa Marta D.T.C.H	**PROFUNDIDAD:**	3,50 A 4,50 M
DESCRIPCIÓN:	Arena limosa color gris	**F DE CAMPO:**	02-oct-23
		ENSAYO:	04-oct-23

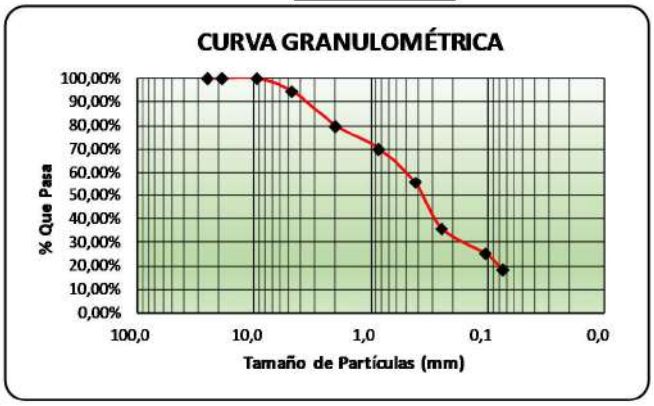
LIMITE LIQUIDO			
N_g de Golpes			
Recipiente N_o			
P1			
P2			
P3			
% Humedad			

LIMITE PLASTICO			
Recipiente N_o			
P1			
P2			
P3			
% Humedad			



Recipiente No.	13
P_1 =	120,1
P_2 =	785,4
P_3 =	688,2
%W =	17,1%
P_{grad} =	568,1

P_1 (gramos)		568,1	P_2 (gramos)		463,1
Tamiz		Peso Retenido	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Pasa
Pulg	mm				
3"	75,0	-	0,00%	0,00%	100,00%
2"	50,0	-	0,00%	0,00%	100,00%
1,1/2"	37,5	-	0,00%	0,00%	100,00%
1"	25,0	-	0,00%	0,00%	100,00%
3/4"	19,0	-	0,00%	0,00%	100,00%
3/8"	9,5	-	0,00%	0,00%	100,00%
No.4	4,75	30,9	5,44%	5,44%	94,56%
10	2,0	83,2	14,65%	20,08%	79,92%
20	0,85	56,6	9,96%	30,05%	69,95%
40	0,425	80,1	14,10%	44,15%	55,85%
60	0,25	112,3	19,77%	63,91%	36,09%
140	0,106	60,0	10,56%	74,48%	25,52%
200	0,075	40,0	7,04%	81,52%	18,48%
FONDO		105,00	18,48%	100,00%	



Límite Líquido	N-L	**A.A.S.H.T.O.**	A - 2- 4 (0)	**Humedad Natural**	17,1%
Límite Plástico	N-P	**U.S.C.S.**	SM	**Tamaño Máximo**	3/8"
Índice Plastico	N-P	**Cu**	11,34	**Tamaño Máximo Nominal**	4,75 mm
Índice de Grupo	0	**Cc**	1,11		

OBSERVACIONES:

Ing. Jefe de Laboratorio

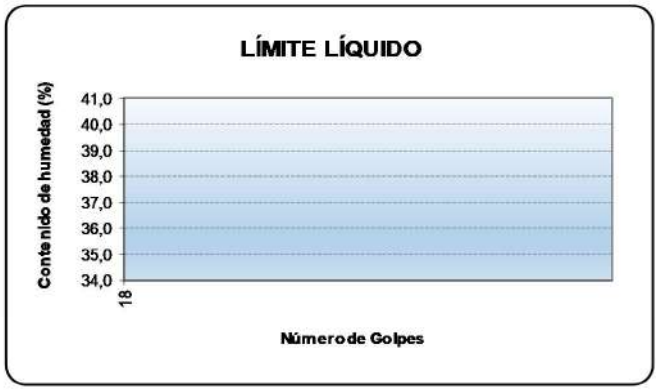
CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DEL MAGDALENA
NIT. 800.099.287-4

CLASIFICACIÓN, GRANULOMETRIA Y LÍMITES

PROYECTO:	OBRAS PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD HIDRAULICA DEL CAUCE DEL RI	**SONDEO N°**	S1 M5 M6
LOCALIZACION:	Rio Manzanares, Santa Marta D.T.C.H	**PROFUNDIDAD:**	4,50 A 6,00 M
DESCRIPCIÓN:	Arena limosa color gris	**F DE CAMPO:**	02-oct-23
		ENSAYO:	04-oct-23

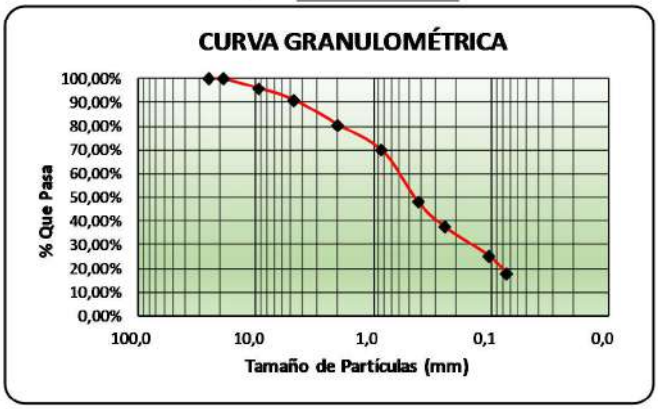
LIMITE LIQUIDO			
N_g de Golpes			
Recipiente N_o			
P1			
P2			
P3			
% Humedad			

LIMITE PLASTICO			
Recipiente N_o			
P1			
P2			
P3			
% Humedad			



Recipiente No.	1
P_1 =	123,1
P_2 =	677,5
P_3 =	588,6
%W =	19,1%
P_{grad} =	465,5

P1 (gramos)		465,5	P2 (gramos)		381,7
Tamiz		Peso Retenido	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Pasa
Pulg	mm				
3"	75,0	-	0,00%	0,00%	100,00%
2"	50,0	-	0,00%	0,00%	100,00%
1,1/2"	37,5	-	0,00%	0,00%	100,00%
1"	25,0	-	0,00%	0,00%	100,00%
3/4"	19,0	-	0,00%	0,00%	100,00%
3/8"	9,5	18,4	3,95%	3,95%	96,05%
No.4	4,75	23,0	4,94%	8,89%	91,11%
10	2,0	48,8	10,48%	19,38%	80,62%
20	0,85	50,6	10,87%	30,25%	69,75%
40	0,425	100,0	21,48%	51,73%	48,27%
60	0,25	50,4	10,83%	62,56%	37,44%
140	0,106	56,6	12,16%	74,72%	25,28%
200	0,075	33,9	7,28%	82,00%	18,00%
FONDO		83,80	18,00%	100,00%	



Límite Liquido	N-L	**A.A.S.H.T.O.**	A - 1 - b (0)	**Humedad Natural**	19,1%
Límite Plástico	N-P	**U.S.C.S.**	SM	**Tamaño Máximo**	3/4"
Índice Plastico	N-P	**Cu**	13,70	**Tamaño Máximo Nominal**	3/8"
Índice de Grupo	0	**Cc**	0,74		

OBSERVACIONES:

Ing. Jefe de Laboratorio

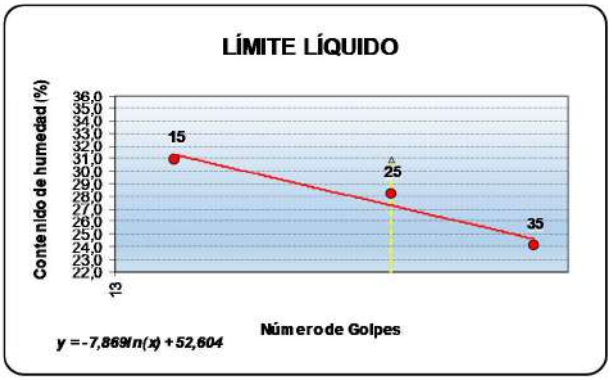
CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DEL MAGDALENA
NIT. 800.099.287-4

CLASIFICACIÓN, GRANULOMETRIA Y LÍMITES

PROYECTO:	OBRAS PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD HIDRÁULICA DEL CAUCE DEL RIO	**SONDEO N°**	S2 M1 M2
LOCALIZACION:	Rio Gaira, Santa Marta D.T.C.H	**PROFUNDIDAD:**	0,00 A 2,00 M
DESCRIPCIÓN:	Limo arcilloso marrón	**F DE CAMPO:**	03-oct-23
		ENSAYO:	04-oct-23

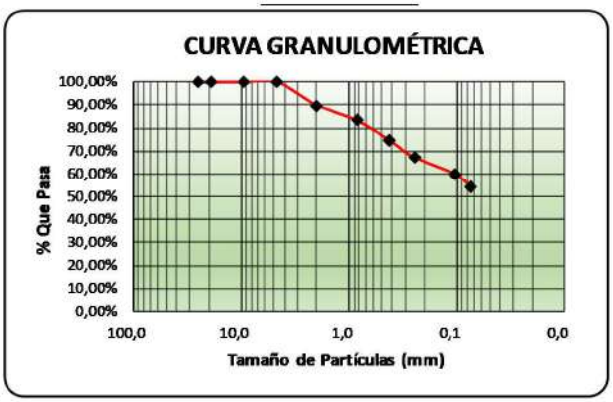
LIMITE LIQUIDO			
N_0 de Golpes	35	25	15
Recipiente N_0	A1	B1	C1
P1	29,76	31,78	26,89
P2	26,12	27,65	22,90
P3	11,00	13,00	10,00
% Humedad	24,07	28,19	30,93

LIMITE PLASTICO			
Recipiente N_0	X1	Y1	
P1	21,00	24,00	
P2	19,20	21,80	
P3	10,00	11,00	
% Humedad	19,57	20,37	



Recipiente No.	1
P_1 =	116,5
P_2 =	896,5
P_3 =	802,8
%W =	13,7%
P_{grad} =	686,3

P1 (gramos)		686,3	P2 (gramos)		313,6
Tamiz		Peso Retenido	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Pasa
Pulg	mm				
3"	75,0	-	0,00%	0,00%	100,00%
2"	50,0	-	0,00%	0,00%	100,00%
1,1/2"	37,5	-	0,00%	0,00%	100,00%
1"	25,0	-	0,00%	0,00%	100,00%
3/4"	19,0	-	0,00%	0,00%	100,00%
3/8"	9,5	-	0,00%	0,00%	100,00%
No.4	4,75	-	0,00%	0,00%	100,00%
10	2,0	69,9	10,19%	10,19%	89,81%
20	0,85	44,0	6,41%	16,60%	83,40%
40	0,425	59,9	8,73%	25,32%	74,68%
60	0,25	49,9	7,27%	32,60%	67,40%
140	0,106	50,0	7,29%	39,88%	60,12%
200	0,075	39,9	5,81%	45,69%	54,31%
FONDO		372,70	54,31%	100,00%	



Límite Líquido	27	**A.A.S.H.T.O.**	A - 4 (1)	**Humedad Natural**	13,7%
Límite Plástico	20	**U.S.C.S.**	ML - CL	**Tamaño Máximo**	4,75 mm
Índice Plastico	7	**Cu**	6,97	**Tamaño Máximo Nominal**	2,00 mm
Índice de Grupo	1	**Cc**	1,29		

OBSERVACIONES:

Ing. Jefe de Laboratorio

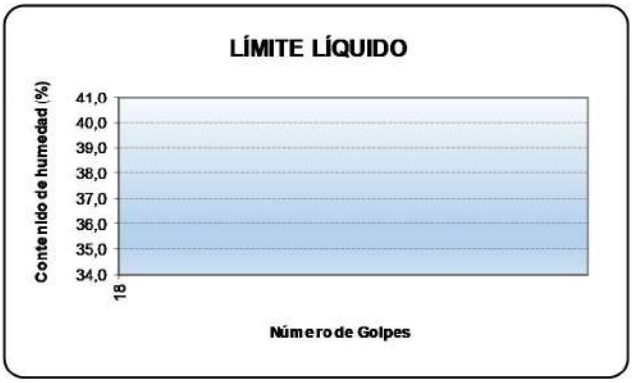
CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DEL MAGDALENA
NIT. 800.099.287-4

CLASIFICACIÓN, GRANULOMETRIA Y LÍMITES

PROYECTO:	OBRAS PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD HIDRÁULICA DEL CAUCE DEL RIO	**SONDEO N°**	S2 M3 a M6
LOCALIZACION:	Rio Gaira, Santa Marta D.T.C.H	**PROFUNDIDAD:**	2,00 A 6,00 M
DESCRIPCIÓN:	Arena limosa color gris	**F DE CAMPO:**	03-oct-23
		ENSAYO:	04-oct-23

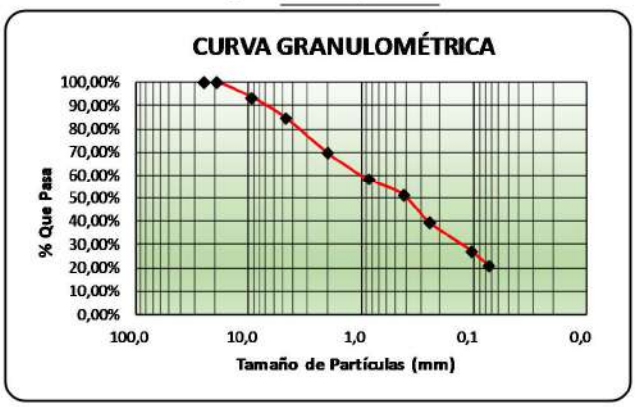
LIMITE LIQUIDO			
N_o de Golpes			
Recipiente N_o			
P1			
P2			
P3			
% Humedad			

LIMITE PLASTICO			
Recipiente N_o			
P1			
P2			
P3			
% Humedad			



Recipiente No.	26
P_1 =	118
P_2 =	800,5
P_3 =	711,9
%W =	14,9%
P_{grad} =	593,9

P1 (gramos)		593,9	P2 (gramos)		467,8
Tamiz		Peso Retenido	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Pasa
Pulg	mm				
3"	75,0	-	0,00%	0,00%	100,00%
2"	50,0	-	0,00%	0,00%	100,00%
1,1/2"	37,5	-	0,00%	0,00%	100,00%
1"	25,0	-	0,00%	0,00%	100,00%
3/4"	19,0	-	0,00%	0,00%	100,00%
3/8"	9,5	38,0	6,40%	6,40%	93,60%
No.4	4,75	52,3	8,81%	15,20%	84,80%
10	2,0	89,9	15,14%	30,34%	69,66%
20	0,85	69,0	11,62%	41,96%	58,04%
40	0,425	40,0	6,74%	48,70%	51,30%
60	0,25	69,3	11,67%	60,36%	39,64%
140	0,106	72,6	12,22%	72,59%	27,41%
200	0,075	36,7	6,18%	78,77%	21,23%
FONDO		126,10	21,23%	100,00%	



Límite Líquido	N-L	**A.A.S.H.T.O.**	A - 2- 4 (0)	**Humedad Natural**	14,9%
Límite Plástico	N-P	**U.S.C.S.**	SM	**Tamaño Máximo**	3/8"
Índice Plastico	N-P	**Cu**	14,38	**Tamaño Máximo Nominal**	4,75 mm
Índice de Grupo	0	**Cc**	0,53		

OBSERVACIONES:

Ing. Jefe de Laboratorio

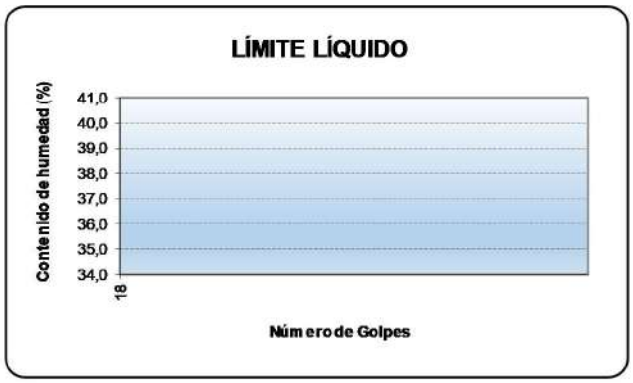
CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DEL MAGDALENA
NIT. 800.099.287-4

CLASIFICACIÓN, GRANULOMETRIA Y LÍMITES

PROYECTO:	OBRAS PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD HIDRÁULICA DEL CAUCE DEL RIO	**SONDEO N°**	S2 M7 M8
LOCALIZACION:	Rio Gaira, Santa Marta D.T.C.H	**PROFUNDIDAD:**	6,00 A 8,00 M
DESCRIPCIÓN:	Arena limosa color gris	**F DE CAMPO:**	03-oct-23
		ENSAYO:	04-oct-23

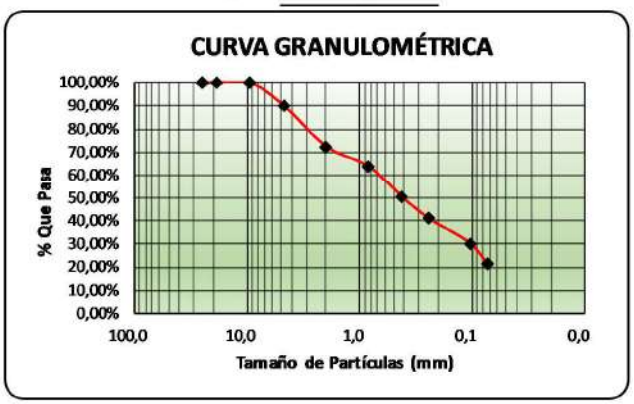
LIMITE LIQUIDO			
N_0 de Golpes			
Recipiente N_0			
P1			
P2			
P3			
% Humedad			

LIMITE PLASTICO			
Recipiente N_0			
P1			
P2			
P3			
% Humedad			



Recipiente No.	13
P_1 =	16,3
P_2 =	725,3
P_3 =	600,6
%W =	21,3%
P_{grad} =	584,3

P_1 (gramos)		584,3	P_2 (gramos)		457,5
Tamiz		Peso Retenido	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Pasa
Pulg	mm				
3"	75,0	-	0,00%	0,00%	100,00%
2"	50,0	-	0,00%	0,00%	100,00%
1,1/2"	37,5	-	0,00%	0,00%	100,00%
1"	25,0	-	0,00%	0,00%	100,00%
3/4"	19,0	-	0,00%	0,00%	100,00%
3/8"	9,5	-	0,00%	0,00%	100,00%
No.4	4,75	57,9	9,91%	9,91%	90,09%
10	2,0	102,6	17,56%	27,47%	72,53%
20	0,85	50,0	8,56%	36,03%	63,97%
40	0,425	78,2	13,38%	49,41%	50,59%
60	0,25	54,4	9,31%	58,72%	41,28%
140	0,106	63,3	10,83%	69,55%	30,45%
200	0,075	51,1	8,75%	78,30%	21,70%
FONDO		126,80	21,70%	100,00%	



Límite Líquido	N-L	**A.A.S.H.T.O.**	A - 2 - 4 (0)	**Humedad Natural**	21,3%
Límite Plástico	N-P	**U.S.C.S.**	SM	**Tamaño Máximo**	3/8"
Índice Plastico	N-P	**Cu**	14,09	**Tamaño Máximo Nominal**	4,75 mm
Índice de Grupo	0	**Cc**	0,55		

OBSERVACIONES:

Ing. Jefe de Laboratorio

Pesos Unitarios y Gravedad Especifica

PESO UNITARIO - AGREGADO FINO

1. OBRA: OBRAS PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD HIDRAULICA DEL CAUCE DEL RIO MANZANARES **FECHA:** 4-oct-23

2. OBJETIVO DEL ENSAYO: Determinar el peso unitario en condición suelta y compactada de la muestra de suelo

3. NORMAS DE REFERENCIA PARA EL PROCEDIMIENTO DE LOS ENSAYOS: INV E 136-13

4. SONDEO: 1

		Rec 6P PU	Rec 14	Rec 7
W	76,5		96,7	78,5
V	#¡REF!		#¡REF!	#¡REF!
D	#¡REF!		#¡REF!	#¡REF!

MUESTRAS (metros)	0,5 - 3,5	3,5 - 4,5	4,5 - 6	
A.- Peso Molde (gr)	2132	2132	2132	
B.- Peso molde + Suelo suelto (gr)	2497	2469	2458	
C.- Peso molde + Suelo compacto (gr)	2605	2544	2556	
V.- Volumen molde (cm3)	304			
Diamotro	3,5052	3,6068	3,6576	3,7084
	1,201	1,109	1,073	
Peso unitario Suelto (B-A)/V	**1,128**			**g/cm3**
	1,556	1,356	1,395	
Peso unitario Compacto (C-A)/V	**1,436**			**g/cm3**

OBSERVACIONES: _____

Vo. Bo. Ingeniero

GRAVEDAD ESPECÍFICA INV E 128 - 13

PROYECTO : OBRAS PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD HIDRAULICA DEL CAUCE

DESCRIPCIÓN :

LOCALIZACIÓN : RIO MANZANARES **FECHA:** 04-10-23

SOLICITANTE: CORPAMAG **SONDEO:** 1

MUESTRAS	0,5 - 3,5	3,5 - 4,5	4,5 - 6	
W1 gr.	100,0	100,0	100,0	
Temperatura °C	30	30	30	
Wr gr	237,9	160,0	163,5	
Wp gr.	159,4	159,4	159,4	
Wp+w gr.	658,8	658,8	658,5	
Wp+w+s gr	711,3	705,1	703,7	
Wr + ms gr	321,8	234,9	237,2	
Ws gr.	83,9	74,9	73,7	
Gs = Ws/(Wp+w - (Wp+w+s - Ws))	2,672	2,619	2,586	
GS *Promedio*	2,626			

W1 = PESO INICIAL DE LA MUESTRA
Wr = PESO DEL RECIPIENTE
Wp = PESO DEL PICNOMETRO VACIO
Wp+w = PESO DEL PICNOMETRO MAS AGUA
Wp+w +s = PESO DEL PICNOMETRO MAS AGUA MAS MUESTRA DE SUELO
Wr + ms = PESO DEL RECIPIENTE MAS MUESTRA SECA
GS= GRAVEDAD ESPECIFICA
Ws = PESO DE LA MUESTRA SECA

OBSERVACIONES :

Vo. Bo. Ingeniero

PESO UNITARIO - AGREGADO FINO

1. OBRA: OBRAS PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD HIDRAULICA DEL CAUCE DEL RIO GAIRA **FECHA:** 4-oct-23

2. OBJETIVO DEL ENSAYO: Determinar el peso unitario en condición suelta y compactada de la muestra de suelo

3. NORMAS DE REFERENCIA PARA EL PROCEDIMIENTO DE LOS ENSAYOS: INV E 136-13

4. SONDEO: 2

	Rec 6" PU	Rec 14	Rec 7
W	76,5	96,7	78,5
V	#¡REF!	#¡REF!	#¡REF!
D	#¡REF!	#¡REF!	#¡REF!

MUESTRAS (metros)	0 - 2	2 - 6	6 - 8	
A.- Peso Molde (gr)	2132	2132	2132	
B.- Peso molde + Suelo suelto (gr)	2507	2567	2503	
C.- Peso molde + Suelo compacto (gr)	2541	2600	2538	
V.- Volumen molde (cm3)	304			
Diametro	3,9052	3,6068	3,6576	3,7084
	1,234	1,431	1,221	
Peso unitario Suelto (B-A)/V	**1,295**			**gr/cm3**
	1,346	1,540	1,336	
Peso unitario Compacto (C-A)/V	**1,407**			**gr/cm3**

OBSERVACIONES:

Vo. Bo. Ingeniero

GRAVEDAD ESPECÍFICA INV E 128 - 13

PROYECTO : OBRAS PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD HIDRAULICA DEL CAUCE

DESCRIPCIÓN :

LOCALIZACIÓN : RIO GAIRA **FECHA:** 04-10-23

SOLICITANTE: CORPAMAG **SONDEO:** 2

MUESTRAS	0 - 2	2 - 6	6 - 8	
W1 gr.	100,0	100,0	100,0	
Temperatura °C	30	30	30	
Wr gr	120,1	158,6	160,0	
Wp gr.	159,4	159,4	159,4	
Wp+w gr.	658,5	658,8	658,5	
Wp+w+s gr	718,6	705,1	703,7	
Wr + ms gr	215,0	232,5	233,3	
Ws gr.	94,9	73,9	73,3	
Gs = Ws/(Wp+w - (Wp+w+s - Ws))	2,727	2,678	2,609	
GS *Promedio*	2,671			

94,90

W1 = PESO INICIAL DE LA MUESTRA
Wr = PESO DEL RECIPIENTE
Wp = PESO DEL PICNOMETRO VACIO
Wp+w = PESO DEL PICNOMETRO MAS AGUA
Wp+w +s = PESO DEL PICNOMETRO MAS AGUA MAS MUESTRA DE SUELO
Wr + ms = PESO DEL RECIPIENTE MAS MUESTRA SECA
GS= GRAVEDAD ESPECIFICA
Ws = PESO DE LA MUESTRA SECA

OBSERVACIONES :

Vo. Bo. Ingeniero

Resumen de Parámetros de Diseño

Sondeo	Río	Profundidad (m)		Símbolo U.S.C.S.	% Humedad	Limite Liquido	Índice de Plasticidad	% Finos	γ_{dmin} (Ton/m^3)	γ_t ó γ_{sat} (Ton/m^3)	ϕ	Cu (Ton/m2)	qadm (Ton/m2)	K0	Ka	Kp
		Desde	hasta													
1	Manzanares	0,50	3,50	SC	14,3%	31%	10%	40,98%	1,201	1,373	25	0,0		0,577	0,406	2,464
		3,50	4,50	SM	17,1%	NP	NP	0,21%	1,109	1,299	34	0,0		0,439	0,282	3,551
		4,50	6,00	SM	19,1%	NP	NP	1,07%	1,073	1,278	34	0,0	33,4	0,441	0,283	3,537
2	Gaira	0,00	2,00	ML-CL	13,7%	27%	7%	54,31%	1,234	1,403	12	0,0		0,742	0,656	1,525
		2,00	6,00	SM	14,9%	NP	NP	21,23%	1,431	1,644	31	0,0	47,71	0,485	0,320	3,124
		6,00	8,00	SM	21,3%	NP	NP	21,70%	1,221	1,481	32	0,0		0,470	0,307	3,255

Capacidad Portante

CÁLCULO DE CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO SONDEO 1 (Rio Manzanares)

PROFUNDIDAD (m)	Y (Ton/m3)	q (Ton/m2)	Nc	N60	KN	CN	CN (tomado)	(N1)60	ϕ	β	Df (m)	B (m)	L (m)	q ult (Ton/m2)	qad (Ton/m2)
0,50	RELENO (Escombros y basura)														
1,00	1,373	0,37	7	5	1,41	3,01	1,80	9	25	0	1,00	1,00	1,00	11,73	3,91
1,50	1,373	0,56	3	2	1,41	2,77	1,80	4		0	1,50	1,00	1,00	12,63	4,21
2,00	1,373	0,75	3	2	1,41	2,59	1,80	4		0	2,00	1,00	1,00	16,88	5,63
2,50	1,373	0,93	5	4	1,41	2,45	1,80	7		0	2,50	1,00	1,00	21,18	7,06
3,00	1,373	1,12	4	3	1,41	2,34	1,80	5		0	3,00	1,00	1,00	25,49	8,50
3,50	1,373	1,30	7	5	1,41	2,25	1,80	9		0	3,50	1,00	1,00	29,81	9,94
4,00	1,299	1,45	11	8	1,41	2,18	1,80	15	34	0	4,00	1,00	1,00	100,26	33,42
4,50	1,299	1,60	18	14	1,41	2,12	1,80	24		0	4,50	1,00	1,00	110,73	36,91
5,00	1,278	1,74	30	23	1,41	2,07	1,80	41		0	5,00	1,00	1,00	120,23	40,08
5,50	1,278	1,88	47	35	1,41	2,02	1,80	63		0	5,50	1,00	1,00	129,97	43,32
6,00	1,278	2,02	56	42	1,41	1,98	1,80	76		0	6,00	1,00	1,00	139,71	46,57

Df	ϕ	C	Nc	Nq	NY	Fcs	Fcd	Fci	Fqs	Fqd	Fqi	FYs	FYd	Fyi
RELLENO (Escombros y basura)														
1,00	25	0,0	20,72	10,66	10,88	1,51	1,31	1,00	1,47	1,24	1,00	0,60	1,00	1,00
1,50		0,0	20,72	10,66	10,88	1,51	1,39	1,00	1,47	1,31	1,00	0,60	1,00	1,00
2,00		0,0	20,72	10,66	10,88	1,51	1,44	1,00	1,47	1,34	1,00	0,60	1,00	1,00
2,50		0,0	20,72	10,66	10,88	1,51	1,48	1,00	1,47	1,37	1,00	0,60	1,00	1,00
3,00		0,0	20,72	10,66	10,88	1,51	1,50	1,00	1,47	1,39	1,00	0,60	1,00	1,00
3,50		0,0	20,72	10,66	10,88	1,51	1,52	1,00	1,47	1,40	1,00	0,60	1,00	1,00
4,00	34	0,0	42,16	29,44	41,06	1,70	1,53	1,00	1,67	1,35	1,00	0,60	1,00	1,00
4,50		0,0	42,16	29,44	41,06	1,70	1,54	1,00	1,67	1,35	1,00	0,60	1,00	1,00
5,00		0,0	42,16	29,44	41,06	1,70	1,55	1,00	1,67	1,36	1,00	0,60	1,00	1,00
5,50		0,0	42,16	29,44	41,06	1,70	1,56	1,00	1,67	1,36	1,00	0,60	1,00	1,00
6,00		0,0	42,16	29,44	41,06	1,70	1,56	1,00	1,67	1,37	1,00	0,60	1,00	1,00

CÁLCULO DE CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO SONDEO 2 (Rio Gaira)

PROFUNDIDAD (m)	Y (Ton/m3)	q (Ton/m2)	Nc	N60	KN	CN	CN (tomado)	(N1)60	ϕ	β	Df (m)	B (m)	L (m)	q ult (Ton/m2)	qad (Ton/m2)
0,50	1,403	0,70	9	7	1,41	2,63	1,80	12	12	0	0,50	1,00	1,00	25,64	8,55
1,00	1,403	1,40	10	8	1,41	2,20	1,80	14		0	1,00	1,00	1,00	33,68	11,23
1,50	1,403	2,10	11	8	1,41	1,95	1,80	15		0	1,50	1,00	1,00	41,60	13,87
2,00	1,403	2,81	17	13	1,41	1,78	1,78	23		0	2,00	1,00	1,00	63,93	21,31
2,50	1,646	3,13	16	12	1,41	1,71	1,71	21	31	0	2,50	1,00	1,00	143,13	47,71
3,00	1,646	3,45	13	10	1,41	1,65	1,65	16		0	3,00	1,00	1,00	159,27	53,09
3,50	1,646	3,77	13	10	1,41	1,60	1,60	16		0	3,50	1,00	1,00	175,23	58,41
4,00	1,644	4,09	15	11	1,41	1,55	1,55	17		0	4,00	1,00	1,00	190,93	63,64
4,50	1,644	4,42	15	11	1,41	1,50	1,50	17		0	4,50	1,00	1,00	206,64	68,88
5,00	1,644	4,74	19	14	1,41	1,46	1,46	21		0	5,00	1,00	1,00	222,28	74,09
5,50	1,644	5,06	24	18	1,41	1,42	1,42	26		0	5,50	1,00	1,00	237,88	79,29
6,00	1,644	5,38	29	22	1,41	1,38	1,38	30		0	6,00	1,00	1,00	253,44	84,48

Df	ϕ	C	Nc	Nq	NY	Fcs	Fcd	Fci	Fqs	Fqd	Fqi	FYs	FYd	Fyi
0,50	12	1,5	9,28	2,97	1,69	1,32	1,20	1,00	1,21	1,13	1,00	0,60	1,00	1,00
1,00		1,7	9,28	2,97	1,69	1,32	1,31	1,00	1,21	1,21	1,00	0,60	1,00	1,00
1,50		1,8	9,28	2,97	1,69	1,32	1,39	1,00	1,21	1,26	1,00	0,60	1,00	1,00
2,00		2,8	9,28	2,97	1,69	1,32	1,44	1,00	1,21	1,30	1,00	0,60	1,00	1,00
2,50	31	0,0	32,67	20,63	25,99	1,63	1,48	1,00	1,60	1,34	1,00	0,60	1,00	1,00
3,00		0,0	32,67	20,63	25,99	1,63	1,50	1,00	1,60	1,35	1,00	0,60	1,00	1,00
3,50		0,0	32,67	20,63	25,99	1,63	1,52	1,00	1,60	1,37	1,00	0,60	1,00	1,00
4,00		0,0	32,67	20,63	25,99	1,63	1,53	1,00	1,60	1,37	1,00	0,60	1,00	1,00
4,50		0,0	32,67	20,63	25,99	1,63	1,54	1,00	1,60	1,38	1,00	0,60	1,00	1,00
5,00		0,0	32,67	20,63	25,99	1,63	1,55	1,00	1,60	1,39	1,00	0,60	1,00	1,00
5,50		0,0	32,67	20,63	25,99	1,63	1,56	1,00	1,60	1,39	1,00	0,60	1,00	1,00
6,00		0,0	32,67	20,63	25,99	1,63	1,56	1,00	1,60	1,40	1,00	0,60	1,00	1,00

NOTAS:

Y	Es el peso unitario del material del suelos a la profundidad determinada		
q	Es el esfuerzo efectivo a la profundidad determinada		
Nc	Es el numero de golpes del ensayo SPT (la suma de los golpes de los ultimos 30 cm)		
KN	Es un numero para corregir el numero de golpes. Se toma como KN=1,41 para esfuerzos efectivos menor a 10 ton/m2 y KN=0,92 para esfuerzos efectivos mayores a 10 ton/m2		
CN	Numero para corregir el numero de golpes y se calcula mediante la formula, pero nunca debe ser mayor a 1,80		
β	Es el angulo de inclinacion de la carga, es decir el angulo que forma la carga con el eje vertical		
Df	Profundidad de desplante	Nc, Nq y Nγ	Factores para la ecuacion y se obtienen de una tabla de acuerdo al angulo de friccion
B y L	Dimensiones de la cimentacion	Fcs, Fqs y Fγs	Factores de forma y se obtienen mediante formula ya tabulada o no
q ult	Capacidad portante calculada	Fcd, Fqd y Fγd	Factores de profundidad y se obtienen mediante formula ya tabulada o no
q ad	Capacidad portante admisible	Fci, Fqi y Fγi	Factores de inclinacion y se obtienen mediante formula ya tabulada o no
C	Cohesion Ton/m2		