

ALTAMIRA, TAMAULIPAS A 02 DE SEPTIEMBRE DEL 2016

O.T. No. 9

ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS

PROYECTO:

**“AMPLIACION CANAL DE NAVEGACION SUR, EN EL
PUERTO INDUSTRIAL ALTAMIRA”**



Realizó

Ing. Benito Abraham del Carmen Guevara
Laboratorista

Validó

P.T.C.P. José Ángel Luna González
Jefe de Laboratorio

Autorizó

Ing. Porfirio Banda Grimaldo
Representante Legal

INDICE

1.0 GENERALIDADES

- 1.1. ANTECEDENTES
- 1.2. OBJETIVO DEL ESTUDIO
- 1.3. UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO
- 1.4. ACCESO A LA ZONA DE ESTUDIO
- 1.5. GEOLOGIA GENERAL Y LOCAL
- 1.6. SISMICIDAD

2.0 INVESTIGACIONES DE CAMPO

- 2.1. TRABAJOS DE CAMPO
- 2.2. MUESTREO Y REGISTROS DE EXPLORACIÓN

3.0 ENSAYOS DE LABORATORIO

4.0 ESTRATIGRAFIA Y PROPIEDADES

5.0 ESTADO LIMITE DE FALLA

5.1 TABLA DE COMPORTAMIENTO ESTRATIGRAFICO DE LOS SUELOS ENCONTRADOS.

5.2 TABLA DE RESULTADOS A LA COMPRESION SIMPLE.

6.0 RECOMENDACIONES GENERALES.

6.1 PROCESO CONSTRUCTIVO.

7.0 ALBUM FOTOGRAFICO

INFORME TÉCNICO

ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS

1.0 GENERALIDADES

1.1 Antecedentes

El Puerto de Altamira ha tenido un importante desarrollo en diferentes ámbitos, uno de ellos es la infraestructura portuaria, que a la fecha resulta ya insuficiente, motivo por el cual desde hace tiempo se ha proyectado que se realice una ampliación a gran escala, hacia la zona sur del actual puerto industrial.

Dentro de las diferentes actividades que se realizan como parte de este gran proyecto, está la mecánica de suelos para la zona de la ampliación, así como lo concerniente al conocimiento de la posición de algunos estratos duros y/o blandos que se puedan localizar principalmente en la zona de la dársena de la nueva ampliación. Por el cual planeó la realización de tres estudios geotécnicos, para tener una base real sobre el tipo de material que se encuentra en esa zona, así como su facilidad de dragado. La APIALT marco una zona lineal del cadenamiento 2+140 al 2+400 comprendida en la zona extrema sur de la nueva ampliación (imagen 1).

Debido a ello la **ADMINISTRACION PORTUARIA INTEGRAL DE ALTAMIRA S.A. DE C.V.** Contrata a la Empresa **SERVICIOS INTEGRALES EN OBRA CIVIL S.A. DE C.V.** para realizar el Estudio de Mecánica de Suelos, para el proyecto: **AMPLIACION DEL CANAL DE NAVEGACION LADO SUR**, Localizado en **PUERTO INDUSTRIAL DE ALTAMIRA**.

1.2 Objetivo del Estudio

El presente trabajo tiene por objetivo realizar **la verificación de las condiciones geológicas y geotécnicas del suelo**, para el dragado de construcción. Esta evaluación se realizó por medio de trabajos de laboratorio, campo y gabinete, que incluyen la realización de 3 estudios de sondeos de mixtos (SMT) con avance con broca triconica y tubo Denison, a una profundidad de 0.00 a 16.00 m cada uno de ellos. Los ensayos de laboratorio, a fin de obtener las principales características físicas y mecánicas y propiedades índices del suelo, sus propiedades de agresividad y realizar las labores de gabinete en base a los cuales se define los perfiles estratigráficos y las recomendaciones generales para la cimentación de las estructuras proyectadas.

Para el caso de las obras, estos resultados permitirán definir las actividades del proceso constructivo dependiendo del tipo de suelo encontrado, (suelo normal, semi consolidado o estrato rocoso).

Características generales del proyecto.

- La definición del proyecto, el objetivo principal de la obra, el área geográfica donde se desarrolla y otros aspectos similares son parámetros que se consideran en primera instancia para determinar los equipos de dragado a utilizar.
- Las características de los suelos a dragar son el aspecto que más influencia tiene en la elección del equipo, además de las características es importante conocer los volúmenes y su distribución espacial.
- Las profundidades máximas a dragar, las mínimas y las existentes en el trayecto a realizar entre el sitio de dragado y el sitio de descarga determinan condiciones límites para los equipos de dragado.
- Dentro de las condiciones ambientales las condiciones de oleaje y de corrientes pueden hacer que determinados tipos de dragas sean menos favorables que otras.
- Dentro de los aspectos logísticos se encuentra la fácil o difícil accesibilidad de los equipos de dragado a los sitios de trabajo, así mismo la forma en que se va a transportar el material de dragado hasta los sitios de descarga favorece la decisión hacia uno u otro tipo de equipos.
- Los aspectos relacionados con la interacción entre los equipos de dragado y el tráfico de buques juegan un papel muy importante en el caso de proyectos relacionados con las vías navegables.

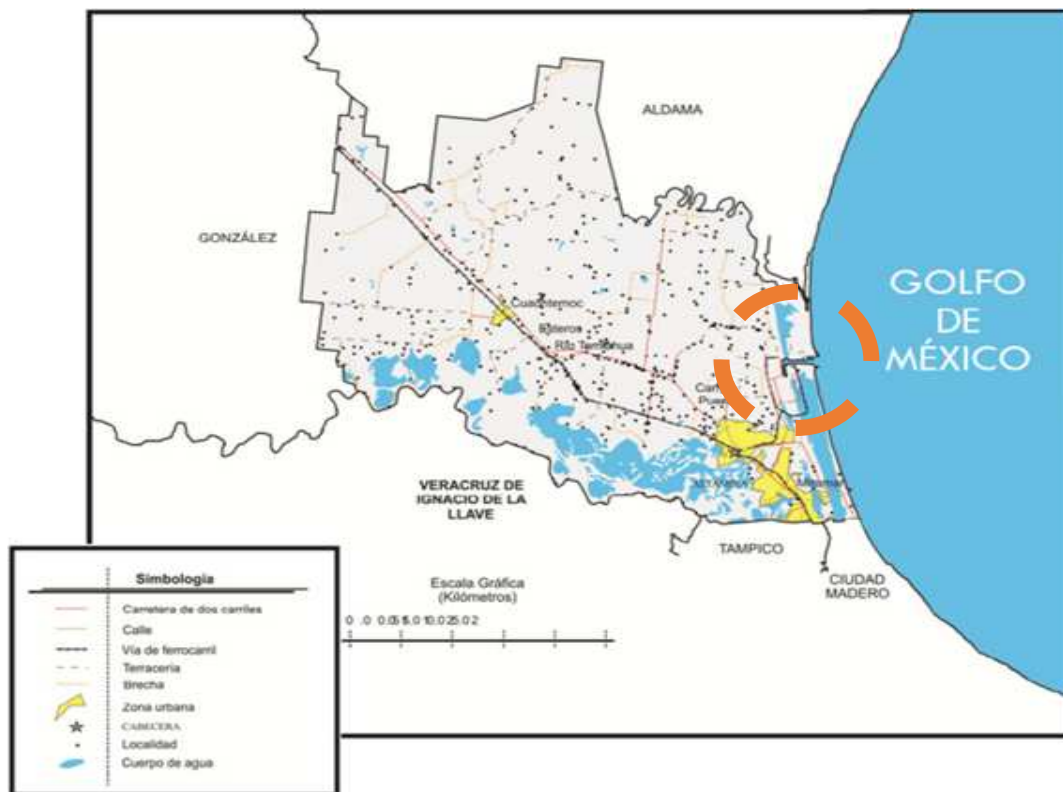
1.3 Ubicación de la Zona de Estudio

Puerto de Altamira. Se localiza en el norte de la zona metropolitana de Altamira y Tampico al sureste del estado de Tamaulipas, por su ubicación geográfica se le ha identificado como un punto estratégico para el intercambio comercial con Canadá, Estados Unidos, Sudamérica, Europa y el Caribe. Su zona de influencia nacional comprende los estados Coahuila, Distrito Federal, Hidalgo, Estado de México, Nuevo León, Querétaro, San Luis Potosí, Aguascalientes y Tamaulipas. Los principales productos que se manejan a través del puerto son productos químicos y petroquímicos, contenedores, maquinaria y equipo, automóviles y autopartes, electrodomésticos, acero, estructuras metálicas, carga general, frutas y legumbres de exportación, madera y peletería, mineral de hierro y carbón.

Situación geográfica, publicado en el Diario Oficial de la Federación de fecha 31 de mayo de 1985 y que en su artículo 2o., prevé que, la Capitanía de Puerto de Altamira, Tamaulipas, tendrá jurisdicción sobre los bienes de dominio marítimo comprendidos dentro de los límites siguientes: Latitud Norte 23° 30' 00", Latitud Norte 22° 20' 00". El Municipio de Altamira colinda al Norte, con los Municipios de Aldama y González; al Este, con el Municipio de Aldama y el Golfo de México; al Sur, con Tampico, Ciudad Madero y el Estado de Veracruz; y al Oeste, con el Estado de Veracruz y el Municipio de González. Su situación geográfica como Municipio costero (con aproximadamente 25 km de litoral) y

Laboratorio

bañado por las aguas del Río Tamesí, le dan al Municipio una diversidad geográfica con un alto potencial de recursos naturales. Así mismo, su posición estratégica a nivel nacional e internacional, hace que Altamira sea una ventana y plataforma de sustento para el desarrollo socio-económico de la región.



FUENTE GOOGLE EARTH.

CUADRO N° 01 Cuadro de SPT

SPT	PROF. (m)	COORDENADA GEOGRAFICA NORTE	COORDENADA GEOGRAFICA OESTE	NIVEL FREATICO m.
SPT-1	16.0	22°27'58.28"	97°53'00.31"	3.80
SPT-2	16.0	22°27'53.91"	97°52'59.78"	2.80
SPT-3	16.0	22°27'49.56"	97°52'58.73"	3.00

CROQUIS DE LOCALIZACION



1.4 Acceso a la Zona de Estudio

Se accede a los diferentes puntos de ESTUDIO MIXTO N° 1, 2 Y 3 por el boulevard de los ríos intersectando del lado derecho la vialidad río soto la marina hacia la caseta de vigilancia EL JABALI, en dirección del lado derecho y siguiendo por la vialidad hacia el puente las garrapatas continuando en línea recta hasta intersectar la caseta la hormiga y continuando por la vialidad golfo de california en aproximación 1500m se accede por el lado izquierdo y continuando por terrecería hasta llegar a una vialidad paralela al boulevard golfo de México y llegando a la intersección del canal N°7. Continuando del lado izquierdo hasta llegar a intersectar el canal de navegación.

1.5 Geología General y Local

La Llanura Costera se encuentra asentada en su mayoría por afloramientos de rocas ígneas y sedimentarias que se remontan a las Eras del Mesozoico y Cenozoico. El tipo de roca que aflora, está representado por esquitos y gneisses, además de rocas metamórficas: Dentro el, Mesozoico predominan las formaciones del Cretácico Superior. Las rocas del Cenozoico son de gran importancia para la formación de la Llanura Costera, alineándose en franjas paralelas a la costa, con espesor variable. En el Cretácico Superior predominan cuatro capas de importancia que son: calizas que alternan con lutitas; también con estratos delgados de calizas de carácter arcilloso y además estratos de margas. Las formaciones del Terciario se caracterizan por haber evolucionado a partir de transgresiones del mar, dando lugar a la formación de la Llanura Costera del Noreste. Del Paleoceno se presentan rocas sedimentarias de lutitas, con espesor hasta 300 m. En las rocas del Oligoceno, predominan los sedimentos fluviales 3 piroclásticos, constituidos por arcillas, arenas y limos. Del Plioceno predominan sedimentos continentales formados por grava, arena y arcillas con trazas de yeso. El Pleistoceno se caracteriza por la acumulación de

Laboratorio

aluviones sobre formaciones terciarias. Trazas de yeso. El Pleistoceno se caracteriza por la acumulación de aluviones sobre formaciones terciarias. La parte sur del Tamaulipas y el norte del Estado de Veracruz, están formados afloramientos de calizas, areniscas, lutitas, conglomerados y margas.

Orografía: Sierra de la Palma, el Cerro del Metate, el Cerro del Lagarto, la Cruz, el Exporta. El Municipio no presenta relieves accidentados, por ser una región sensiblemente plana debido a su lejanía de las cadenas montañosas

Hidrografía, Los recursos hidrográficos con que cuenta están constituidos por el río Barberena, ubicado en la parte norte del Municipio, que sirve como límite entre Aldama y Altamira; nace en la sierra de Tamaulipas en el Municipio de Aldama; el río Tamesí que marca los límites con el Estado de Veracruz. Además cuenta con otros recursos como son los Esteros, El Salado, El Conejo y el del Norte, así como las lagunas del Camalote, Champayan y la Altamira.

Clima. El clima del Puerto de Altamira tiene un clima subtropical húmedo con una temperatura anual promedio de 24.4°C, llegando a más de 30°C durante el verano promedio y acercándose a los 10°C durante el invierno promedio.

Tipo de suelo. Las características de los suelos corresponden a dos asociaciones representadas por suelos inundables cercanos a cuerpos de agua y otros a terrenos firmes. El suelo es de conformación granular, presenta altas características de movilidad y permeabilidad, permitiendo el fácil tránsito de aguas subterráneas que conforman un sistema lagunario muy complejo; lagunas de agua dulce, que se originan como consecuencia de escurrimientos provenientes de tierra adentro, por cauces subterráneos paralelos al Río Tamesí. Se trata de una plataforma terrestre que se originó como consecuencia de las regresiones marinas, en la que se manifiesta la presencia de pulverizaciones de rocas sedimentarias que fueron transformadas en arenas. Abundan las lutitas, areniscas y los suelos lacustres intermitentes y permanentes. Los tipos de suelo encontrados en la zona son: solonchak, vertisol, cambisol, chernozem, feozem, litosol, regosol.

Solonchak.- Es un suelo que acumula el salitre de lagunas costeras compuesta por un alto contenido de sales y son poco susceptibles a la erosión, además de que se presenta a lo largo de la costa del Golfo de México y específicamente en las existentes marismas de Altamira.

Vertisol.- Estos suelos presentan grietas anchas y profundas en la época de sequía, son muy duros, arcillosos y masivos, presentan colores negros y grises, con el 30% o más de arcilla en todos sus horizontes. La susceptibilidad de estos suelos a la erosión es baja. Presentan una topografía ligeramente ondulada, con pendientes de 1.2 a 1.9%, con una altitud de 47 msnm. Tienen un drenaje superficial deficiente, sin pedregosidad superficial, con material parental de origen aluvial. No son para uso agrícola, el uso actual es ganadero

Laboratorio

con pastizal cultivado con especies de zacate estrella mejorada y zacate guinea. Es un suelo profundo (175 cm), con una textura migajón arcilloso, el pH es medianamente alcalino en todo el perfil, con contenidos de materia orgánica que van de medianamente pobre a extremadamente pobre. Los niveles de nitrógeno, fósforo y potasio son deficientes del primer al tercer horizonte. No presentan problemas de salinidad, tienen una capacidad de saturación del 76% en los dos primeros horizontes y de un 85% en el tercer horizonte, con una capacidad de retención de agua baja en el horizonte superficial y alta en los dos restantes. De acuerdo a la clasificación textural, las densidades aparentes de los tres horizontes están dentro del valor de compactación.

Cambisol.- Estos suelos se caracterizan por tener un horizonte B cámbico y ningún otro horizonte de diagnóstico más que un horizonte A ócrico o úmbrico, o un horizonte A mólico situado inmediatamente encima de un horizonte B cámbico con grado de saturación menor del 50.0%, no presentan problemas de salinidad. Tiene topografía plana con una pendiente de 1.9%, altitud de 42.1 msnm, con drenaje superficial eficiente debido a las características del terreno y del suelo, sin pedregosidad superficial, con material parental de suelo de origen aluvial, el uso actual es agricultura de temporal. Es un suelo muy profundo (200.0 cm), extremadamente calcáreo, con textura de migajón arenoso en el primer y tercer horizonte y de migajón arcillo-arenoso en el segundo. Presenta un pH medianamente alcalino, sin problemas de salinidad y sodicidad, de pobre a medianamente pobre en materia orgánica, con niveles deficientes de nitrógeno total, fósforo y potasio. La densidad aparente presenta un valor dentro de la reportada para la compactación de acuerdo a la clasificación textural. El tipo de suelo es predominantemente salino e hidromórfico, derivado de materiales arcillosos. Las texturas dominantes son la arcillosa y la arenosa, sin presentarse la textura limosa. Por otra parte, la textura de la capa superficial (menor a 1m de profundidad) suele mostrar una mezcla de arena y arcilla, teniendo una proporción de 15 a 20 cm de capa vegetal, 40 cm de arena y 40 cm de arcilla.

Chernozem.- Suelos alcalinos ubicados en zonas semiáridas o de transición hacia climas más lluviosos. En condiciones naturales tienen vegetación de pastizal, con algunas áreas de matorral como las llanuras y lomeríos del norte de Veracruz o parte de la llanura costera tamaulipeca. Son suelos que sobrepasan comúnmente los 80 cm de profundidad y se caracterizan por presentar una capa superior de color negro, rica en materias orgánicas y nutrientes, con alta acumulación de caliche suelto o ligeramente cementado en el subsuelo. Son moderadamente susceptibles a la erosión.

Feozem.- Suelos que se pueden presentar en cualquier tipo de relieve y clima, excepto en regiones tropicales lluviosas o zonas muy desérticas. Es el cuarto tipo de suelo más abundante en el país. Se caracteriza por tener una capa superficial oscura, suave, rica en materia orgánica y en nutrientes, semejante a las capas superficiales de los chernozems y

Laboratorio

los castañozems, pero sin presentar las capas ricas en cal con las que cuentan estos dos tipos de suelos. Los feozems son de profundidad muy variable. Cuando son profundos se encuentran generalmente en terrenos planos y se utilizan para la agricultura de riego o temporal, de granos, legumbres u hortalizas, con rendimientos altos.

Los feozem menos profundos, situados en laderas o pendientes, presentan como principal limitante la roca o alguna cementación muy fuerte en el suelo, tienen rendimientos más bajos y se erosionan con más facilidad, sin embargo, pueden utilizarse para el pastoreo o la ganadería con resultados aceptables. El uso óptimo de estos depende en muchas ocasiones de otras características del terreno y sobre todo de la disponibilidad de agua para riego.

Litosol.- Son los suelos más abundantes del país pues ocupan 22 de cada 100 hectáreas de suelo. Se encuentran en todos los climas y con muy diversos tipos de vegetación, en todas las sierras de México, barrancas, lomeríos y en algunos terrenos planos. Se caracterizan por su profundidad menor de 10 centímetros, limitada por la presencia de roca, tepetate o caliche endurecido. Su fertilidad natural y la susceptibilidad a la erosión es muy variable dependiendo de otros factores ambientales. El uso de estos suelos depende principalmente de la vegetación que los cubre.

Regosol.- Suelos ubicados en muy diversos tipos de clima, vegetación y relieve. Tienen poco desarrollo y por ello no presentan capas muy diferenciadas entre sí. En general son claros o pobres en materia orgánica, se parecen bastante a la roca que les da origen. En México constituyen el segundo tipo de suelo más importante por su extensión (19.2%). Muchas veces están asociados con litosoles y con afloramientos de roca o tepetate. Frecuentemente son someros, su fertilidad es variable y su productividad está condicionada a la profundidad y pedregosidad. Se incluyen en este grupo los suelos arenosos costeros y que son empleados para el cultivo de coco y sandía con buenos rendimientos.

1.6 Sismicidad.

La sismicidad es uno de los fenómenos derivados de la dinámica interna de la Tierra que ha estado presente en la historia geológica de nuestro planeta, y que seguramente continuará manifestándose de manera similar a lo observado en el pasado (CENAPRED, 2006).

El territorio nacional está clasificado en 4 zonas según su nivel de peligro sísmico, a esta clasificación se le conoce como Regionalización Sísmica (CFE, 1993). De acuerdo a la Figura 30, el municipio de Altamira se ubica dentro de la zona A en la regionalización sísmica de la República Mexicana.

La zona A que es a donde pertenece el municipio de Altamira, es una zona donde no se tienen registros históricos de sismos, no se han reportado sismos en los últimos 80 años y no se esperan aceleraciones del suelo mayores a un 10% de la aceleración de la gravedad a causa de temblores.

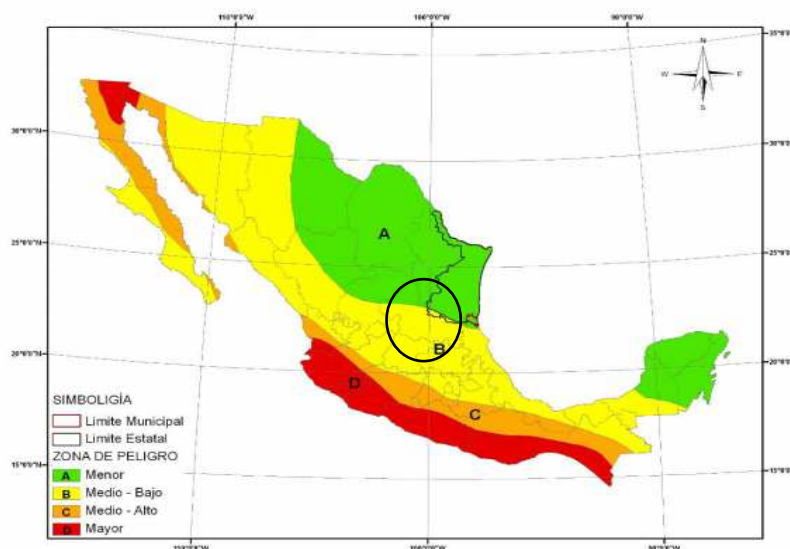
Para fines de cálculo los parámetros que intervienen, se obtienen en la tabla siguiente:

Tabla 3.1 Valores de a_0 , c , T_a , T_b y r , para estructuras del grupo A ** para distintas zonas sísmicas

Zona * sísmica	Tipo de suelo	a_0	c	T_a^1	T_b^1	r
A	I	0.03	0.12	0.20	0.60	1/2
	II	0.06	0.24	0.30	1.50	2/3
	III	0.08	0.30	0.60	2.90	1
B	I	0.06	0.21	0.20	0.60	1/2
	II	0.12	0.45	0.30	1.50	2/3
	III	0.15	0.54	0.60	2.90	1
C	I	0.54	0.54	0.00	0.60	1/2
	II	0.96	0.96	0.00	1.40	2/3
	III	0.96	0.96	0.00	1.90	1
D	I	0.75	0.75	0.00	0.60	1/2
	II	1.29	1.29	0.00	1.20	2/3
	III	1.29	1.29	0.00	1.70	1

¹ Periodos en segundos

(*) Los espectros de diseño especificados en la tabla, son aplicables a estructuras del Grupo A, ya toman en cuenta el destino de la construcción.



COMENTARIOS. De entre los sismos más recientes ocurridos en la zona de estudio, el Servicio Sismológico Nacional (SSN) tiene registrado de dos sismos (Figura), uno con epicentro entre las localidades El Mezquite y El Tordo, al Norte de Altamira, ocurrido el 30 de octubre del 2008, con una profundidad de epicentro a 98 km, una magnitud de 4.1°, por lo cual fue considerado de tipo intermedio, no generando daños a la infraestructura ni a la población. Se tiene registrado de otro sismo ocurrido el 23 de septiembre de 2008, en aguas del Golfo de México, al Noreste de Ciudad Madero, con una magnitud de 4.2°, al igual que el anterior no causó daños de ningún tipo.

Cabe mencionar que no se cuenta con registros históricos de sismos con magnitud mayor a 4.2° en los Municipios Tampico, Madero y Altamira, sin embargo, el 23 de mayo de 2007, se registró un sismo de magnitud 5.2, con epicentro a 167 km al Noroeste de Tuxpan, Veracruz, si bien no generó daños materiales ni pérdidas de vidas, la Unidad Municipal de Protección Civil de Tampico reportó movimientos de terreno en los Municipios Tampico y Madero.

De acuerdo a la escala de Richter, los sismos son de baja magnitud por ser eventos en el que a menudo se siente, pero solo causa daños menores. Dado que no se tiene una taza de excedencia en registros de sismos de mayor magnitud, no se puede desarrollar una zonificación de peligro sísmico, sin embargo, por los antecedentes aquí previstos, se considera que los Municipios de Tampico, Madero y Altamira, suelen ocurrir sismos de baja magnitud, los cuales si bien pueden llegar a

Ser percibidos por el ser humano, no suelen representar un riesgo para la población o causar daños severos a la infraestructura.

2.0 INVESTIGACIONES DE CAMPO

2.1 Trabajos de Campo

Con la finalidad de definir el perfil estratigráfico del área de estudio, se ejecutaron 3 estudios de mecánica de suelos del tipo mixto, asignándole desde sondeo N°1, 2 y 3. Los cuales fueron ubicados los puntos por personal del contratista teniendo de referencia cadenamientos, en todas las zonas que conforman los cambios de dirección del proyecto que se encuentran en dentro de las instalaciones portuarias de API ALTAMIRA.

2.2 Muestreo y Registros de Exploración

Se realizó una clasificación de campo de forma manual y visual de cada uno de los estratos registrados en cada estudio, en los que se indican las diferentes características de los estratos subyacentes, tales como tipo de suelo, espesor del estrato, color, humedad, compacidad, consistencia etc, tal como se puede observar en los registros estratigráficos y fotos que se adjuntan en los anexos respectivamente.

3.0 ENSAYOS DE LABORATORIO

Se realizaron todas las muestras alteradas representativas del suelo que debidamente identificadas se remitieron al laboratorio para los ensayos correspondientes para la identificación y clasificación de suelos, por medio de pruebas índice cuyos resultados de laboratorio se presenta en los perfiles siguientes:

- Contenido de agua (w)

Laboratorio

- Granulometría simplificada
- Límites de consistencia
- Peso volumétrico seco suelto
- Clasificación SUCS

4.0 ESTRATIGRAFIA Y PROPIEDADES.

La estratigrafía localizada en el lugar es la siguiente:

SONDEO MIXTO N°1 CAD- 2+140

Primer estrato

De 0.00 a 1.20 m. se encuentra una arena arcillosa con betas de arena limosa de tonalidad crema de grano fino, de baja compacidad, con un contenido de agua de 12.0%, un límite líquido de 26%, límite plástico 9%, índice plástico de 17%, cuenta con un contenido de finos que pasan el 18% con una clasificación SUCS (SC).

Segundo estrato

De 1.20 a 2.40 metros se encuentra un estrato de arcilla limosa de baja compacidad de tonalidad gris la cual cuenta con un contenido de agua de 15%, un límite líquido de 35%, un límite plástico promedio de 16%, un índice plástico promedio de 19% con un contenido de finos que pasan el 55% con una clasificación SUCS (CL).

Tercer estrato

De 2.40 a 3.60 metros se encuentra una arcilla limosa de baja compacidad de tonalidad gris con presencia de fósiles marinos un contenido de agua de 19%, cuenta con un límite líquido de 38%, límite plástico promedio de 18%, índice plástico 20% con un contenido de finos que pasan el 58% y su clasificación SUCS (CL).

Cuarto estrato

De 3.60 a 4.80 metros se encuentra una arcilla limosa de baja compacidad de tonalidad gris con intercalaciones de arena limosa y presencia de fósiles marinos, con un contenido de agua de 42%, cuenta con un límite líquido de 32%, un límite plástico promedio de 15% y un índice plástico 17%, con un contenido de finos que pasan el 62% cuenta con una clasificación SUCS (CL).

Quinto estrato

De 4.80 a 6.00 metros se encuentra una arcilla limosa de baja compacidad de tonalidad gris con presencia de fósiles marinos, con un contenido de agua de 38%, cuenta con un límite líquido de 39%, un límite plástico promedio de 21% y un índice plástico 18%, con un contenido de finos que pasan el 67% cuenta con una clasificación SUCS (CL).

Laboratorio

Sexto estrato

De 6.00 a 8.00 metros se encuentra una arcilla limosa de baja compacidad de tonalidad gris con presencia de fósiles marinos, con un contenido de agua de 22%, cuenta con un límite líquido de 41%, un límite plástico promedio de 23% y un índice plástico 18%, con un contenido de finos que pasan el 77% cuenta con una clasificación SUCS (CL).

Séptimo estrato

De 8.00 a 12.00 metros se encuentra un depósito de material granulado con presencia de fósiles marinos de alta cementación, empacado con arcillas limosas de tonalidad gris y presencia de arenas limosas de grano fino. (**Estrato rocoso**). Se anexa tabla de resultados a la compresión simple.

Octavo estrato

De 12.00 a 13.80 metros se encuentra una arena limosa de alta compacidad de tonalidad gris con presencia de fósiles marinos, con un contenido de agua de 18%, cuenta con un límite líquido de 23%, un límite plástico no presenta y un índice plástico no presenta, con un contenido de finos que pasan el 18% cuenta con una clasificación SUCS (SM).

Noveno estrato

De 13.80 a 16.00 metros se encuentra una arena limosa de alta compacidad de tonalidad gris con presencia de alto contenido de fósiles marinos, con un contenido de agua de 13%, cuenta con un límite líquido de 21%, un límite plástico no presenta y un índice plástico no presenta, con un contenido de finos que pasan el 18% cuenta con una clasificación SUCS (SM).

SE DETECTO EL NIVEL FREÁTICO A UNA PROFUNDIDAD DE 3.80M.

SONDEO MIXTO N°2 CAD- 2+280

Primer estrato

De 0.00 a 1.80 m. se encuentra una arcilla limosa de tonalidad gris, de baja compacidad, con un contenido de agua de 15%, un límite líquido de 38%, límite plástico 21%, índice plástico de 17%, cuenta con un contenido de finos que pasan el 71% con una clasificación SUCS (CL).

Segundo estrato

De 1.80 a 3.00 metros se encuentra un estrato de arcilla limosa de baja compacidad de tonalidad gris la cual cuenta con un contenido de agua de 20%, un límite líquido de 39%, un límite plástico promedio de 20%, un índice plástico promedio de 19% con un contenido de finos que pasan el 63% con una clasificación SUCS (CL).

Laboratorio

Tercer estrato

De 3.00 a 5.40 metros se encuentra una arena arcillosa de media compacidad de tonalidad gris con presencia de fósiles marinos un contenido de agua de 25%, cuenta con un límite líquido de 36%, límite plástico promedio de 19%, índice plástico 17% con un contenido de finos que pasan el 32% y su clasificación SUCS (SC).

Cuarto estrato

De 5.40 a 10.20 metros se encuentra una arcilla limosa de alta compacidad de tonalidad gris con intercalaciones de estrato rocoso de espesores de 1 a 3cm, compuesto por fósiles marinos muy cementados con un contenido de agua en las arcillas de 17%, cuenta con un límite líquido de 43%, un límite plástico promedio de 24% y un índice plástico 19%, con un contenido de finos que pasan el 78% cuenta con una clasificación SUCS (CL).

Quinto estrato

De 10.20 a 12.60 metros se encuentra un depósito de material granulado con presencia de fósiles marinos de alta cementación, empacado con arcillas limosas de tonalidad gris y presencia de arenas limosas de grano fino. (**Estrato rocoso**). Se anexa tabla de resultados a la compresión simple.

Sexto estrato

De 12.60 a 13.80 metros se encuentra una arcilla limosa de alta compacidad de tonalidad gris con intercalaciones de estrato rocoso marino, con un contenido de agua de 12%, cuenta con un límite líquido de 45%, un límite plástico promedio de 22% y un índice plástico 23%, con un contenido de finos que pasan el 75% cuenta con una clasificación SUCS (CL).

Séptimo estrato

De 13.80 a 16.00 metros se encuentra una arcilla limosa de baja compacidad de tonalidad gris con presencia de fósiles marinos y gravas cementadas, con un contenido de agua de 16%, cuenta con un límite líquido de 39%, un límite plástico promedio de 20% y un índice plástico 19%, con un contenido de finos que pasan el 81% cuenta con una clasificación SUCS (CL).

SE DETECTO EL NIVEL FREÁTICO A UNA PROFUNDIDAD DE 2.80M

SONDEO MIXTO N°3 CAD- 2+400

Primer estrato

De 0.00 a 1.80 m. se encuentra una arcilla limosa de tonalidad gris con intercalaciones de arena limosa de grano fino de tonalidad color crema, de baja compacidad, con un contenido de agua de 12%, un límite líquido de 33%, límite plástico 15%, índice plástico de 18%, cuenta con un contenido de finos que pasan el 34% con una clasificación SUCS (SC).

Laboratorio

Segundo estrato

De 1.80 a 3.60 metros se encuentra un estrato de arcilla limosa de baja compacidad de tonalidad gris la cual cuenta con un contenido de agua de 17%, un límite líquido de 35%, un límite plástico promedio de 18%, un índice plástico promedio de 17% con un contenido de finos que pasan el 69% con una clasificación SUCS (CL).

Tercer estrato

De 3.60 a 5.40 metros se encuentra una arena arcillosa de media compacidad de tonalidad gris con presencia de fósiles marinos Y gravas cementadas con un contenido de agua de 15%, cuenta con un límite líquido de 39%, límite plástico promedio de 21%, índice plástico 18% con un contenido de finos que pasan el 38% y su clasificación SUCS (SC).

Cuarto estrato

De 5.40 a 10.20 metros se encuentra una arcilla limosa de alta compacidad de tonalidad gris con intercalaciones de estrato rocoso, compuesto por fósiles marinos muy cementados con un contenido de agua en las arcillas de 11%, cuenta con un límite líquido de 37%, un límite plástico promedio de 19% y un índice plástico 18%, con un contenido de finos que pasan el 71% cuenta con una clasificación SUCS (CL).

Quinto estrato

De 10.20 a 12.00 metros se encuentra un depósito de material granulado con presencia de fósiles marinos de alta cementación, empacado con arcillas limosas de tonalidad gris y presencia de arenas limosas de grano fino. (**Estrato rocoso**). Se anexa tabla de resultados a la compresión simple.

Sexto estrato

De 12.00 a 14.40 metros se encuentra una arcilla limosa de alta compacidad de tonalidad gris con intercalaciones de estrato rocoso marino, con un contenido de agua de 17%, cuenta con un límite líquido de 38%, un límite plástico promedio de 20% y un índice plástico 18%, con un contenido de finos que pasan el 88% cuenta con una clasificación SUCS (CL).







Séptimo estrato

De 14.40 a 16.00 metros se encuentra una arcilla limosa de alta compacidad de tonalidad gris con presencia de fósiles marinos y gravas cementadas e intercalaciones de estrato rocoso marino, con un contenido de agua de 10%, cuenta con un límite líquido de 34%, un límite plástico promedio de 17% y un índice plástico 17%, con un contenido de finos que pasan el 73% cuenta con una clasificación SUCS (CL).

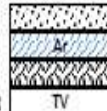
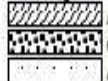
SE DETECTO EL NIVEL FREÁTICO A UNA PROFUNDIDAD DE 3.00 M

PERFIL ESTRATIGRAFICO

SONDEO MIXTO N°1 CAD- 2+140

PERFIL ESTRATIGRAFICO													SPE	1					
PROF. (m)	DESCRIPCION	PERFIL	MUESTRA		CONTENIDO%		CONTENIDO DE AGUA %				RECUPERACION				γ nat	CLASIF.			
			N°	TIPO	Grava	Arena	Finos	LIMITES DE CONSISTENCIA				Número de golpes N		% Humedad					
								Wo	LL	LP	IP	10	20				30	40	
0.0	arena arcillosa con betas de arena limosa de tonalidad crema de baja compactad		1	TP	0	82	18	12	26	9	17						12%	1.68	SC
0.6			2	TP	0	84	16	11	24	7	17							11%	1.70
1.2	arcilla limosa de tonalidad gris de baja compactad		3	TP	0	45	55	15	35	16	19						15%	1.77	CL
1.8			4	TP	0	70	30	12	38	19	19							12%	1.78
2.4	arcilla limosa de tonalidad gris con presencia de fósiles marinos de baja compactad		5	TP	2	40	58	19	38	18	20						19%	1.76	CL
3.0			6	TP	1	38	61	17	39	20	19							17%	1.75
3.6	arcilla limosa de tonalidad gris con intercalaciones de arena limosa y presencia de fósiles marinos de baja compactad	  	7	TP	0	38	62	42	32	15	17						42%	1.77	CL
4.2			8	TP	0	78	22	38	34	17	17							38%	1.76
4.8																			

Simbología



γ nat Peso volumétrico natural

TP Tubo partido

N Número de golpes




SUCS Sistema unificado de clasif. Suelos

LL Limite líquido



LP Limite plástico

IP Indice plástico

Laboratorio

PERFIL ESTRATIGRAFICO														SPE	1						
PROF. (m)	DESCRIPCION	PERFIL	MUESTRA		CONTENIDO%		CONTENIDO DE AGUA %				RECUPERACION					γ nat	CLASIF.				
			Nº	TPO	Grava	Arena	Finos	LIMITES DE CONSISTENCIA				Número de golpes N						% Humedad			
								Wo	LL	LP	IP	10	20	30	40						
																		t/m3	SUCS		
4.8	arcilla limosa de tonalidad gris con presencia de fósiles marinos de baja compacidad		9	TP	1	32	67	38	39	21	18						38%	1.77	CL		
5.4			10	TP	1	24	75	29	41	23	18							29%	1.78	CL	
6.0	arcilla limosa de tonalidad gris con presencia de fósiles marinos de baja compacidad		11	TP	2	21	77	22	41	23	18						22%	1.76	CL		
6.6			12	TP	4	18	84	19	39	19	20							19%	1.77	CL	
7.2			13	TP	5	13	84	16	45	24	20							16%	1.78	CL	
8.0	estrato rocoso formado por fósiles marinos		14	BR													SATURADO	1.81	R		
9.0			15	BR														SATURADO	1.8	R	
10.0			16	BR															SATURADO	1.75	R
11.0			16	BR															SATURADO	1.81	R
12.0																					

Laboratorio

12.0	arena limosa de tonalidad gris con presencia de fósiles marinos de alta compacidad		17	TP	0	82	18	18	23	NP	NP			18%	1.77	SM
12.6			18	TP	0	86	14	16	22	NP	NP			16%	1.78	SM
13.2			19	TP	0	90	10	15	21	NP	NP			15%	1.77	SM
13.8	arena limosa de tonalidad gris con presencia de alto fósiles marinos de alta compacidad		20	TP	0	82	18	13	21	NP	NP			13%	1.75	SM
14.2			21	TP	0	88	12	14	19.7	NP	NP			14%	1.78	SM
14.8			22	TP	0	90	10	13.8	20	NP	NP			13.8%	1.76	SM
15.4			23	TP	0	89	11	14	22	NP	NP			14%	1.77	SM
16.0	fin de estudio															
16.6																
17.2																

Simbología



ARCILLA



GRAVA



ARENA



LIMOS

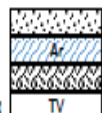


RAICES

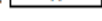


NAF

NIVEL DE AGUA FREÁTICA



CARBONATOS



ARENISCA



LUTITA



TERRENO VEGETAL

y nat Peso volumétrico natural

TP Tubo partido

N Número de golpes

SUCS Sistema unificado de clasif. Suelos

LL Limite líquido

LP Limite plástico

IP Índice plástico

SONDEO MIXTO N°2 CAD- 2+280

PROF. (m)	DESCRIPCION	PERFIL	PERFIL ESTRATIGRAFICO														RECUPERACION				SPE	2
			MUESTRA		CONTENIDO%			CONTENIDO DE AGUA %												γ nat	CLASIF.	
			N°	TIPO	Grava	Arena	Finos	LIMITES DE CONSISTENCIA								Número de golpes N				t/m3	SUCS	
								Wo	LL	LP	IP	10	20	30	40	% Humedad						
0.0	arcilla limosa de tonalidad gris de baja compacidad		1	TP	0	29	71	15	38	21	17									15%	1.73	CL
0.6			2	TP	0	18	82	13	36	19	17									13%	1.70	CL
1.2			3	TP	0	24	76	16	35	16	19									16%	1.72	CL
1.8	arcilla limosa de tonalidad gris de baja compacidad		4	TP	0	37	63	20	39	20	19									20%	1.79	CL
2.4			5	TP	2	24	74	19	38	18	20									19%	1.72	CL
3.0	arena arcillosa de tonalidad gris con presencia de fósiles marinos de media compacidad		6	TP	1	67	32	25	36	19	17									25%	1.67	SC
3.6			7	TP	0	71	29	22	38	20	18									22%	1.77	SC
4.2			8	TP	0	81	19	20	34	17	17									20%	1.76	SC
4.8			9	TP	0	76	24	19	37	18	19									19%	1.78	SC
5.4			10	TP	3	17	78	17	43	24	19									17%	1.67	CL
6.2	arcilla limosa de tonalidad gris con intercalaciones de estrato rocoso de espesores mínimos de 1 a 3cm compuesto por fósiles marinos muy cementados de alta compacidad		11	TP	3	16	81	13	39	21	18									13%	1.68	CL
6.8			12	TP	4	16	80	15	37	19	18									15%	1.71	CL
7.4			13	TP	4	12	88	14	40	21	19									14%	1.74	CL
8.0			14	TP	6	7	87	12	38	19	19									12%	1.76	CL
8.6			15	TP	4	9	89	14	37	17	18									14%	1.7	CL
9.2			16	TP	4	10	86	16	39	19	20									16%	1.74	CL
9.8			17	TP	6	6	88	12	38	19	19									12%	1.79	CL
10.2																						

10.8	estrato rocoso compuesto por fosiles marinos de alta cementacion de alta a muy alta compacidad		18	BR	RESULTADOS A COMPRESION SIMPLE									SATURADO	1.84	R
11.4			19	BR	RESULTADOS A COMPRESION SIMPLE									SATURADO	1.81	R
12.0			20	BR	RESULTADOS A COMPRESION SIMPLE									SATURADO	1.86	R
12.6			21	BR	RESULTADOS A COMPRESION SIMPLE									SATURADO	1.84	R
13.2	arcilla limosa de tonalidad gris con intercalaciones de estrato rocoso de alta compacidad		22	TP	3	22	75	12	43	23	22		12%	1.78	CL	
13.8			23	TP	0	18	82	11	41	20	21		11%	1.76	CL	
14.4	arcilla limosa de tonalidad gris con presencia de fosiles marinos con gravas cementadas de baja compacidad		24	TP	7	15	78	16	39	19	20		16%	1.77	CL	
15.0			25	TP	4	10	86	14	42	22	20		14%	1.74	CL	
16.0			26	TP	5	7	88	15	37	18	21		15%	1.76	CL	

Simbología



ARCILLA

LIMOS
DANCES

NIVEL DE AGUA FREÁTICA



CARBONATOS

ARENISCA

LUTTA
TERRENO VEC

y not

γ nat **Peso volumétrico natural**

TP
M

N	Número de golpes
SUICE	Sistema unificado

303

LL Limite líquido

LP Limite plástico

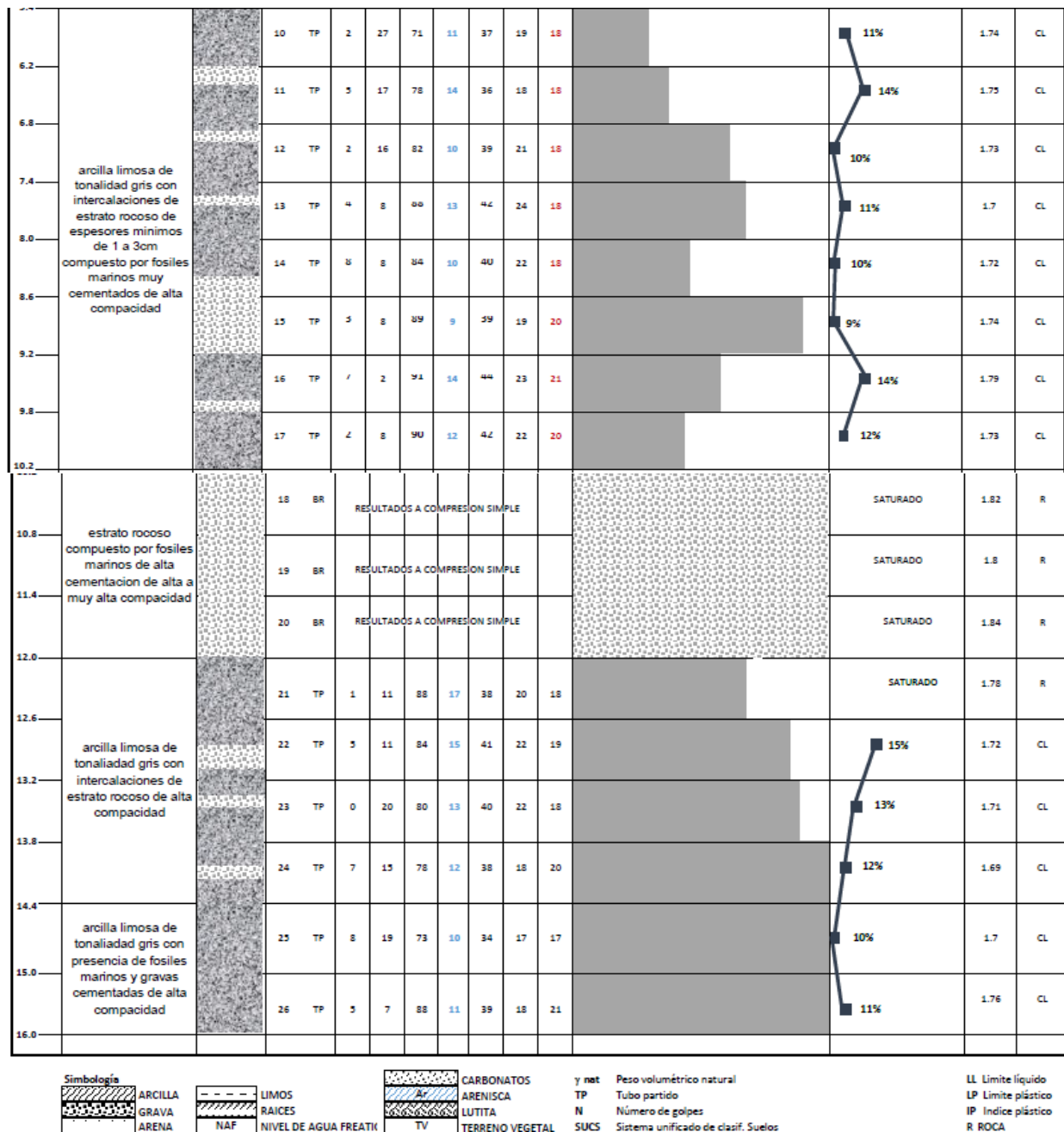
B. ROCA.

ON BARRIS

SONDEO MIXTO N°3 CAD- 2+400

PERFIL ESTRATIGRAFICO																			SPE	3
PROF. (m)	DESCRIPCION	PERFIL	MUESTRA		CONTENIDO%		CONTENIDO DE AGUA %				RECUPERACION							γ_{nat}	CLASIF.	
			N°	TIPO	Grava	Arena	Finos	LIMITES DE CONSISTENCIA												
								Wo	LL	LP	IP	Número de golpes N				% Humedad				
												10	20	30	40	1	2	3	4	
0.0	arcilla limosa de tonalidad gris con intercalaciones de arena limosa de grano fino de color crema de baja compacidad		1	TP	0	66	34	12	33	15	18							12%	1.74	CL
0.6			2	TP	0	69	31	10	32	16	16							10%	1.68	CL
1.2			3	TP	0	72	28	11	29	13	16							11%	1.71	CL
1.8	arcilla limosa de tonalidad gris de baja compacidad		4	TP	0	31	69	17	35	18	17							17%	1.75	CL
2.4			5	TP	0	18	82	14	37	19	18							14%	1.72	CL
3.0			6	TP	0	68	32	12	38	19	19							12%	1.67	SC
3.6	arena arcillosa de tonalidad gris con presencia de fósiles marinos y gravas cementadas de compacidad media		7	TP	0	62	38	15	39	21	18							15%	1.74	SC
4.2			8	TP	0	71	29	13	36	18	18							13%	1.63	SC
4.8			9	TP	0	67	33	17	34	17	17							17%	1.66	SC

Laboratorio



5.0 ESTADO LIMITE DE FALLA

Penetración estándar o SPT

Consiste en medir el número de golpes necesario para que se introduzca una determinada profundidad una cuchara (cilíndrica y hueca) muy robusta (diámetro exterior de 51 milímetros e interior de 35 milímetros, lo que supone una relación de áreas superior a 100), que le permite tomar una muestra en su interior, naturalmente alterada. El peso de la masa y la altura de la caída libre, están normalizados, siendo de 63.5 kilopondios y 76 centímetros respectivamente.

Procedimientos del Ensayo de Penetración Estándar

Cuando en la perforación del sondeo se alcanza la profundidad donde se efectuará la prueba, sin avanzar la entubación y viendo limpio el fondo del sondeo, se desciende él toma muestras **SPT** unido al varillaje hasta apoyar en el fondo con suavidad. Luego se eleva repetidamente la masa con una frecuencia constante, dejándola caer libremente sobre una sufridera colocada en la zona superior del varillaje.

Se contabiliza y se anota el número de golpes necesarios para hincar la cuchara los primeros 15 centímetros (N0 – 15).

Seguidamente se realiza la prueba en sí, introduciendo otros 30 centímetros, anotando el número de golpes requerido para la hinca en cada intervalo de 15 centímetros de penetración (N15 – 30 y N30 – 45).

El resultado del ensayo es el golpeo **SPT** o **Resistencia a la Penetración Estándar**:

$$N_{SPT} = N_{15 - 30} + N_{30 - 45}$$

Si el número de golpes requerido para profundizar en cualquiera de estos intervalos de 15 centímetros, supera los 50, el resultado del ensayo deja de ser la suma anteriormente indicada, para convertirse en rechazo (R), debiéndose anotar también la longitud hincada en el tramo en el que se han alcanzado los 50 golpes.

Laboratorio

Hasta aquí, el ensayo **SPT** se considera finalizado cuando se alcanza este valor. (Por ejemplo, si se ha llegado a 50 golpes en 120 mm en el intervalo entre 15 y 30 centímetros, el resultado debe indicarse como $N_{0-15} / 50$ en 120 mm, R).

La cuchara **SPT** suele tener una longitud interior de 60 centímetros, por ello es frecuente hincar mediante golpeo hasta llegar a esta longitud, por lo que se tiene un resultado adicional que es el número de golpes N_{45-60} . Proporcionar este valor no está normalizado, no constituye un resultado del ensayo, solo tiene una función indicativa.

Ventajas del ensayo

Al ser la cuchara **SPT** una toma muestras, permite visualizar el terreno donde se ha realizado la prueba y realizar ensayos de identificación, y en el caso de terreno arcilloso, de obtención de la humedad natural.

Aplicaciones

Este ensayo **SPT** es de uso extendido, muy útil en la caracterización de suelos granulares (arenas o gravas arenosas), donde es difícil obtener muestras inalteradas para los ensayos de laboratorio.

Por otra parte existen correlaciones en el caso de los terrenos cohesivos, pero al ser un ensayo prácticamente instantáneo, no se produce la disipación de los incrementos de presiones intersticiales producidos en estos suelos arcillosos por efecto del golpeo, lo que por cierto debe influir en el resultado de la prueba.

Por esta razón, los resultados del ensayo SPT (y por extensión, los de todos los penetrómetros dinámicos) en ensayos cohesivos no son muy fiables para la aplicación de correlaciones. Actualmente este criterio está cuestionado, siendo cada vez más aceptado que las pruebas penetrométricas pueden dar resultados igualmente válidos en todo tipo de suelo. En cualquier caso, al margen de la validez o existencia de correlaciones, el valor del golpeo obtenido en ensayo de penetración simple es un dato indicativo de la consistencia de un terreno susceptible de su utilización para la caracterización o el diseño geotécnicos.

Laboratorio

5.1 TABLA DE COMPORTAMIENTO ESTRATIGRAFICO DE LOS SUELOS ENCONTRADOS.

SONDEO MIXTO N°1 CAD- 2+140

ESTRATO NO.	PROFUNDIDAD M.	DESCRIPCIÓN SUCS	N° DE GOLPES PROMEDIO	COHESION t/m2	ANGULO DE FRICCIÓN INTERNA (°)
1	0.00 A 1.20	SC	5	2.08	19
2	1.20 A 2.40	CL	7	2.91	-
3	2.40 A 3.60	CL	7	2.91	-
4	3.60 A 4.80	CL	3	1.25	-
5	4.80 A 6.00	CL	2	0.83	-
6	6.00 A 8.00	CL	26	11.54	-

ESTRATO NO.	PROFUNDIDAD M.	DESCRIPCIÓN SUCS	N° DE GOLPES PROMEDIO	COHESION t/m2	ANGULO DE FRICCIÓN INTERNA (°)
7	8.00 A 12.00	ROCA	RECHAZO	-	-
8	12.00 A 13.80	SM	36	-	34.35
9	13.80 A 16.00	SM	38	-	34.8

SONDEO MIXTO N°2 CAD- 2+280

ESTRATO NO.	PROFUNDIDAD M.	DESCRIPCIÓN SUCS	N° DE GOLPES PROMEDIO	COHESION t/m2	ANGULO DE FRICCIÓN INTERNA (°)
1	0.00 A 1.80	CL	3	1.25	-
2	1.80 A 3.00	CL	3	1.25	-
3	3.00 A 5.40	SC	15	6.67	30.66
4	5.40 A 10.20	CL	36	14.65	-
5	10.20 A 12.60	ROCA	RECHAZO	-	-
6	12.60 A 13.80	CL	34	14.21	-
7	13.80 A 16.00	CL	6	2.50	-

SONDEO MIXTO N°3 CAD- 2+400

ESTRATO NO.	PROFUNDIDAD M.	DESCRIPCIÓN SUCS	N° DE GOLPES PROMEDIO	COHESION t/m2	ANGULO DE FRICCION INTERNA (°)
1	0.00 A 1.80	CL	5	2.08	-
2	1.80 A 3.00	CL	2	0.83	-
3	3.00 A 3.60	SC	5	2.08	19.0
4	3.60 A 5.40	SC	10	14.28	29.2
5	5.40 A 10.20	CL	28	12.43	-
6	10.20 A 12.00	ROCA	RECHAZO	-	-
7	12.00 A 14.40	CL	42	15.97	-
8	14.40 A 16.00	CL	50	17.77	-

5.2 TABLA DE RESULTADOS A LA COMPRESION SIMPLE (ROCA MARINA)

Las rocas, independientemente de su origen, no son materiales que se puedan dragar fácilmente. Las propiedades básicas para caracterizar su dragabilidad son la resistencia a compresión simple, la fracturación, el grado de meteorización y la abrasividad.

El ensayo de compresión simple tiene por finalidad medir la resistencia de la roca a la compresión uniaxial, es decir, sin confinamiento; utilizando para ello testigos de una relación longitud/diámetro de 2:1. En la Tabla se presentan los valores utilizados para clasificar las rocas según su resistencia.

SONDEO MIXTO N°1 CAD- 2+140

PROBETA CUBICA N°.	PROFUNDIDAD M.	DESCRIPCIÓN SUCS	AREA DEL ESPECIMEN CM2	ESFUERZO KG/CM2	FACTOR DE CORRECCION	q _u kg/cm2
1	8.00 A 9.50	ROCA MARINA	16.619	450	1.0	27.077
2	10.00 A 11.50	ROCA MARINA	16.619	510	1.0	30.687
3	11.50 A 12.00	ROCA MARINA	16.619	585	1.0	35.200

q_u Resistencia a la compresión simple promedio=30.988 kg/cm2

Laboratorio

SONDEO MIXTO N°2 CAD- 2+280

PROBETA CUBICA N°.	PROFUNDIDAD M.	DESCRIPCIÓN SUCS	AREA DEL ESPECIMEN CM2	ESFUERZO KG/CM2	FACTOR DE CORRECCION	q _u kg/cm2
1	10.20 A 11.00	ROCA MARINA	16.619	395	1.0	23.767
2	11.00 A 12.00	ROCA MARINA	16.619	420	1.0	25.272
3	12.00 A 12.60	ROCA MARINA	16.619	475	1.0	28.581

q_u Resistencia a la compresión simple promedio=25.873 kg/cm2

SONDEO MIXTO N°3 CAD- 2+400

PROBETA CUBICA N°.	PROFUNDIDAD M.	DESCRIPCIÓN SUCS	AREA DEL ESPECIMEN CM2	ESFUERZO KG/CM2	FACTOR DE CORRECCION	q _u kg/cm2
1	10.20 A 10.50	ROCA MARINA	16.619	360	1.0	21.661
2	10.50 A 11.40	ROCA MARINA	16.619	450	1.0	27.077
3	11.40 A 12.00	ROCA MARINA	16.619	510	1.0	30.687

q_u Resistencia a la compresión simple promedio=26.475 kg/cm2

De acuerdo a los resultados obtenidos mediante el ensayo a la compresión simple en el estrato rocoso que se encuentra en los tres estudios mixtos se puede clasificar de acuerdo a su resistencia como una roca de moderada resistencia.

Término	Resistencia a compresión simple (MN/m ²)
muy débil	< 1,25
débil	1,25 - 5
moderadamente débil	5 - 12,5
moderadamente resistente	12,5 - 50
resistente	50 - 100
muy resistente	100 - 200
extremadamente resistente	> 200

Tabla 3. 5. Descripción de la resistencia de rocas.

(ROM 0.5-94, 1994)

6.0 Recomendaciones generales.

Sobre el área de exploración, y realizando tres estudios de mecánica de suelos mixtos, muestreo y ensayos de laboratorio en los materiales del subsuelo y de acuerdo al análisis efectuado, se concluye y recomienda lo siguiente:

Se observaron intercalados estratos de arena limosa con conchilla, arcillas arenosas, arenas arcillosas estratos rocosos y finalmente de una arena gravoarcillosa con fósiles marinos de compacidad muy densa. Tal vez se deban a que en algunas áreas se colocaron rellenos tomados con dragado o de bancos de arena superficiales.

Durante los trabajos de exploración se detectó el nivel de aguas freáticas a una profundidad de estudio 3.80, 2.80 Y 3.00M. Este nivel puede variar según el nivel de mareas.

Debido a que se tienen rellenos sueltos constituidos de arenas con escasos finos de compacidad muy suelta y arcilla limosas con nula capacidad de carga, se infiere que pudieran presentarse problemas de asentamientos diferenciales importantes, si se desplantan las edificaciones o equipos en estos estratos, por lo que se recomienda proyectar plataformas de material con calidad.

La publicación de la PIANC (Permanent internacional Association of Navigation Congresses) PTC II-30 de junio de 1997 titulada "Approach Channels-A Guide for Design" establece las recomendaciones y los datos necesarios para el diseño del canal de navegación. Estas recomendaciones generalmente están orientadas al desarrollo del concepto preliminar de diseño, el cual puede después probarse utilizando métodos detallados de simulación.

El siguiente análisis detalla los requerimientos de ancho y profundidad de canal de acuerdo a los lineamientos de la PIANC.

El ancho del canal en las recomendaciones de la PIANC se determina calculando el ancho de una vía en un sentido en un canal recto como una función de la maniobrabilidad del buque, añadiendo después factores adicionales tales como:

- Velocidad del buque;
- Viento, oleaje y corrientes;
- Ayudas a la navegación;
- Tipo de fondo;
- Profundidad de la vía;
- Nivel de peligrosidad de la carga;
- Separación de los taludes del canal

Teniendo en cuenta los diferentes tipos de dragas a utilizar y su interrelación con el ambiente, se resume a continuación la aplicabilidad al proyecto de las distintas metodologías de dragado. Las alternativas que se consideran como más relevantes, y recomendadas como ambientalmente más aptas, son las siguientes:

Draga de succión por arrastre (hopper) o de Cántara:

La draga de succión por arrastre, sea tipo Split (abertura al medio) o con Compuertas de fondo constituye sin lugar a dudas la alternativa más apropiada para el dragado con disposición no confinada en aguas abiertas. Este tipo de equipos agrega a su alta producción la ventaja de maniobrar con su propia propulsión y minimizar las interferencias con las operaciones portuarias de rutina. Cuando el material dragado es lo suficientemente limpio como para clasificarse en la Categoría I, su disposición en aguas abiertas y la utilización del rebalse quedan limitadas exclusivamente por los efectos que pueda causar sobre la turbidez. La draga de succión por arrastre también constituye una solución apropiada para el dragado de sedimentos moderadamente contaminados de Categoría II, por su capacidad contenedora (cántara). Sin embargo, el dragado de estos sedimentos contaminados con una draga de esta clase requiere adecuar sus parámetros básicos de operación. Estas modificaciones, naturalmente, extienden los tiempos de operación y disminuyen el rendimiento efectivo del equipo.

Draga de succión con cortador:

La draga de succión con cortador se sitúa, en principio, como alternativa preferible en el caso de que existan en el fondo material significativamente consolidados. En caso de optarse por la utilización de este método de dragado, se deberán tomar precauciones para reducir el impacto al mínimo. En ese sentido se plantea más adelante la utilización de dragas con cortadores con pantalla. También será necesario, en general, diseñar las operaciones de refulado para minimizar las interferencias de las tuberías flotantes con la navegación (diseño del sistema de emplazamiento de tuberías flotantes, utilización de ductos sumergidos, planificación precisa de las actividades de dragado y controles del tráfico de embarcaciones en la zona de dragado). En caso de no disponerse de recintos adecuados para la disposición del material dragado, estas dragas pueden utilizar ganguiles (o dragas hopper que actúen en esa función) para el transporte y vertido del material. En este caso se considera como una posibilidad a evaluar la utilización de ganguiles con descarga en la zona empleada históricamente para ello por la ANP, denominada "Boya del Barro". La utilización de ganguiles con disposición en sitios más alejados no se considera económicamente factible debido a la gran cantidad de equipos que debería disponerse para mantener un ciclo de alimentación adecuada al ritmo de dragado, y a que los mismos deberían ser de características marinas, cuya movilización no parece justificarse debido al escaso volumen a dragar. De todas formas, si se optara por este tipo de equipos, el vertido de material en las áreas habilitadas puede asimilarse a la operación de una draga de cántara, rigiendo las mismas limitaciones que aplican para éstas en cuanto a la ubicación

del vertido y la masa descargada diariamente.

6.1 Proceso constructivo.

El proceso constructivo única con el traslado y armado con el equipo de bombeo, una vez finalizado se vota al agua y se autotraslada a la zona de inicio de los dragados, paralelamente se inicia la construcción de las zonas de tiro con base en bordos por lo que se traslada un tractor D7 o similar hasta la barra en las cercanías de la bocabarra de catan se delimita el área de la zona de tiro e inicia la formación de bordos. Una vez lista la draga y la zona de tiro se traza el área a ser removida y da inicio el dragado con el tendido de la tubería que conduce el material dragado para posteriormente empezar los cortes con el equipo adecuado, el material cortado es succionado por la draga y bombeado por ella misma hacia la tubería que conduce los sedimentos hasta la zona de tiro, este proceso se repite hasta dar la forma de proyecto al canal, estando implicado en este proceso el movimiento de la draga y tuberías a medida que avanza el dragado o el llenado de una zona de tiro.

7.0 ALBUM FOTOGRAFICO

ARCHIVO FOTOGRAFICO SONDEO MIXTO N° 1



ARCHIVO FOTOGRAFICO SONDEO MIXTO N° 2



ARCHIVO FOTOGRAFICO SONDEO MIXTO N° 3

