
PUERTO MARITIMO DE GUAYAQUIL



FASE III - CAPITULO 17 Estudio de Ingeniería de Dragado

Realizado por:



Preparado para:



Guayaquil, Junio del 2012



TABLA DE CONTENIDO

17	ESTUDIO DE INGENIERÍA DE DRAGADO	17-9
17.1	Antecedentes	17-9
17.2	Objetivo General	17-10
17.3	Objetivos Específicos	17-10
17.4	Área de estudio	17-11
17.5	Escenarios propuestos para análisis	17-12
17.6	Buques de Diseño y Profundidades Náuticas en función de las Profundidades de dragado.	17-13
17.7	Cálculo de Configuración del Canal para el Buque de Diseño.	17-13
17.8	Determinación de volumen a dragar para cada uno de los escenarios propuestos y tipo de fondo a dragar	17-15
17.9	Identificación de tipo de dragas	17-16
17.9.1	Dragas Mecánicas	17-17
17.9.1.1	Dragalinas	17-18
17.9.1.2	Dragas de cuchara	17-19
17.9.1.3	Draga de cuchara montada sobre pontón	17-20
17.9.1.4	Dragas de rosario	17-21
17.9.2	Dragas Hidráulicas	17-25
17.9.3	Draga de succión en marcha	17-26
17.9.3.1	Dragas Cortadoras (“Cutter”)	17-32
17.10	Determinación de la mejor alternativa de dragado	17-35
17.10.1	Introducción	17-35
17.10.2	Características del Área de Operaciones versus Equipos de Dragado	17-36
17.10.3	Caracterización geotécnica de los Materiales	17-36
17.10.3.1	Métodos utilizados para determinar la resistencia al corte no drenada, “Su”	17-36
17.10.3.2	Métodos utilizados para determinar el ángulo de fricción, “ ϕ ”	17-37
17.10.3.3	Análisis mediante el método de elementos finitos	17-38
17.10.3.4	Análisis de estabilidad mediante PLAXIS V.9	17-38
17.10.4	Análisis de estabilidad de taludes para el canal de acceso	17-39
17.10.4.1	Análisis de Estabilidad para el Tramo 1	17-40
17.10.4.2	Análisis de Estabilidad para el Tramo 2	17-44
17.10.4.3	Análisis de Estabilidad para el Tramo 3	17-47
17.10.4.4	Análisis de Estabilidad para el Tramo 4	17-47
17.10.4.5	Análisis de Estabilidad para el Tramo 5	17-50
17.10.4.6	Análisis de Estabilidad para el Tramo 6	17-56
17.10.4.7	Conclusiones y recomendaciones del análisis de taludes	17-62
17.10.5	Dimensiones de la Zona a Dragar	17-62
17.10.6	Profundidad del Dragado	17-62
17.10.7	Exposición a la Acción del Mar	17-63
17.10.8	Distancia al Punto de Vertido	17-63

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 1	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Junio 2012	17-2



17.10.9	Aceptabilidad Ambiental del dragado.....	17-63
17.10.10	Análisis de Alternativas del equipo óptimo de dragado.....	17-63
17.10.11	Características del dragado per se.....	17-65
17.10.12	Características del Material a Dragar	17-67
17.10.13	Características del Medio.....	17-68
17.10.14	Criterios Ambientales	17-70
17.10.15	Equipo Propuesto.....	17-70
17.10.16	Equipos de Dragado Existentes en el País y Características	17-70
17.10.17	Características de los Equipos Propuestos	17-73
17.10.17.1	Tipo de Draga para roca:	17-73
17.10.17.2	Tipo de Draga de Apertura para material suelto (arena, limo, arcilla y sus combinaciones):.....	17-74
17.10.17.3	Tipo de Draga de Mantenimiento 1 para material suelto (arena, limo, arcilla y sus combinaciones):	17-74
17.10.17.4	Tipo de Draga de Mantenimiento 2 para material suelto (arena, limo, arcilla y sus combinaciones):	17-74
17.10.18	Área de depósito	17-75
17.10.19	Metodología de dragado	17-76
17.10.19.1	Enfiladas de dragado.	17-77
17.10.19.2	Metodología de dragado de la barra externa.....	17-91
17.10.19.3	Metodología dragado de la barra interna (Sedimentos).....	17-93
17.10.19.4	Condiciones de personal.....	17-94
17.10.19.5	Metodología de dragado por escenarios.	17-94
17.10.20	Estimación de Tiempos para el dragado de apertura cada escenario	17-96
17.10.21	Dragado de mantenimiento.	17-101
17.10.22	Precios Unitarios, Presupuesto de obra y Programación de obra para realizar el dragado de apertura y de mantenimiento en los distintos escenarios.	17-106
17.10.22.1	Costo unitario de la draga de tolva.....	17-106
17.10.22.2	Escenario 1: Dragado a 9,60 m de profundidad, considerando 0,50 m de sobredragado	17-107
17.10.22.3	Escenario 2: Dragado a 10,0 m de profundidad, considerando 0,50 m de sobredragado.	17-118
17.10.22.4	Escenario 3: Dragado a 10,50 m de profundidad, considerando 0,50 m de sobredragado.	17-129
17.10.22.5	Escenario 4: Dragado a 11,0 m de profundidad, considerando 0,50 m de sobredragado.	17-140
17.10.22.6	Escenario 5: Dragado a la profundidad requerida por el buque de diseño de calado 11,0 m, considerando 0,50 m de sobredragado.....	17-151
17.11	Anexos.....	17-162
17.11.1	Anexo A: Registros de toma de las muestras con la draga Van Been	17-162
17.11.2	Anexo B: Registros de ensayos de laboratorio	17-163
17.11.3	Anexo C: Especificaciones técnicas de Dragado.	17-164
17.11.4	Anexo D: Planos.....	17-165
17.11.4.1	Anexo D1: Fondo del Canal de Acceso.....	17-165

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 1	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Junio 2012	17-3



17.11.4.2	Anexo D2: Perfiles de Líneas Sísmicas	17-166
17.11.4.3	Anexo D3: Perfiles y Fondo del Canal de Acceso	17-167
17.11.4.4	Anexo D4: Secciones para cálculo de volúmenes a 9,60m de profundidad	17-168
17.11.4.5	Anexo D5: Secciones para cálculo de volúmenes a 10,0m de profundidad	17-169
17.11.4.6	Anexo D6: Secciones para cálculo de volúmenes a 10,50m de profundidad	17-170
17.11.4.7	Anexo D7: Secciones para cálculo de volúmenes a 11,0m de profundidad	17-171
17.11.4.8	Anexo D8: Secciones para cálculo de volúmenes para el Buque de diseño (calado 11,0 m).....	17-172
17.11.4.9	Anexo D9: Enfiladas para dragado	17-173

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 1	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Junio 2012	17-4



INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Buques de Diseño.....	17-13
Tabla 2: Resultados para 10 m. de profundidad de dragado.....	17-13
Tabla 3: Resultados para 10,5 m. de profundidad de dragado.....	17-14
Tabla 4: Resultados para 11 m. de profundidad de dragado.....	17-14
Tabla 5: Resultados para Buque de Proyecto (Calado de 11 m).....	17-14
Tabla 6. Resultados para Buque de Proyecto (Calado de 11 m) considerando la altura de marea media(*)	17-15
Tabla 7. Cuadro resumen de volúmenes calculados para cada escenario.....	17-16
Tabla 8. Tolerancia de Operación de las dragas de rosario	17-22
Tabla 9. Rendimiento medio semanal en m ³ para las dragas de rosario.....	17-24
Tabla 10. Diferentes tipos de cabezales y su aplicación	17-31
Tabla 11 Seccionamiento del canal de acceso en tramos.....	17-39
Tabla 12 Tipo de geomaterial según la velocidad de onda cortante (Vs)	17-40
Tabla 13 Propiedades de ls geomateriales para el modelo geotécnico del tramo 1	17-41
Tabla 14 Factores de seguridad obtenidos para el modelo geotécnico del tramo 1	17-43
Tabla 15 Propiedades de ls geomateriales para el modelo geotécnico del tramo 2	17-44
Tabla 16 Factores de seguridad obtenidos para el modelo geotécnico del tramo 2	17-46
Tabla 17 Propiedades de ls geomateriales para el modelo geotécnico del tramo 4	17-47
Tabla 18 Factores de seguridad obtenidos para el modelo geotécnico del tramo 4	17-49
Tabla 19 Propiedades de los geomateriales para el modelo geotécnico caracterizado con el sondeo EG1	17-51
Tabla 20 Factores de seguridad obtenidos para el modelo geotécnico caracterizado con el sondeo EG1	17-52
Tabla 21 Propiedades de ls geomateriales para el modelo geotécnico caracterizado con el sondeo EG2	17-53
Tabla 22 Factores de seguridad obtenidos para el modelo geotécnico caracterizado con el sondeo EG2	17-55
Tabla 23 Propiedades de ls geomateriales para el modelo geotécnico caracterizado con el sondeo EG4	17-56
Tabla 24 Factores de seguridad obtenidos para el modelo geotécnico caracterizado con el sondeo EG4	17-58
Tabla 25 Propiedades de ls geomateriales para el modelo geotécnico caracterizado con el sondeo EG5	17-59
Tabla 26 Factores de seguridad obtenidos para el modelo geotécnico caracterizado con el sondeo EG5	17-61
Tabla 27. Matriz de Naturaleza del terreno vs. Tipo de draga	17-64
Tabla 28 Matriz de Ventajas y desventajas de las dragas Hidráulicas	17-64
Tabla 29. Características para el acceso de buques al Puerto Marítimo	17-66
Tabla 30. Rangos de Mareas en el Área de Estudio	17-69
Tabla 31. Denominación de sedimentos existentes en las enfiladas diseñadas.....	17-78
Tabla 32. Estimación de tiempo de dragado a 9,60 m de profundidad; Error! Marcador no definido.	

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 1	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Junio 2012	17-5



Tabla 33. Estimación de tiempo de dragado a 10,0 m de profundidad; **¡Error! Marcador no definido.**

Tabla 34. Estimación de tiempo de dragado a 10,50 m de profundidad..... **¡Error! Marcador no definido.**

Tabla 35. Estimación de tiempo de dragado a 11,0 m de profundidad; **¡Error! Marcador no definido.**

Tabla 36. Estimación de tiempo de dragado para buque de diseño con calado 11,0 m **¡Error! Marcador no definido.**

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 1	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Junio 2012	17-6



INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Canal de Acceso a Puerto Marítimo de Guayaquil	17-11
Figura 2. Canal de Acceso a Puerto Marítimo de Guayaquil	17-12
Figura 3. Distribución de las dragas mecánicas	17-17
Figura 4. Distribución de las dragas mecánicas	17-18
Figura 5. Esquema de trabajo de la draga de rosario durante la operación de dragado.	17-23
Figura 6 Distribución de las dragas hidráulicas	17-25
Figura 7 Esquema de trabajo de una draga cortadora	17-33
Figura 8 Correlaciones existentes de ϕ de acuerdo al N1,60, varios autores	17-37
Figura 9 Uso del software Rocklab para obtener los parámetros para los estratos rocosos	17-38
Figura 10 Esquema de los términos relacionados con el análisis de estabilidad....	17-39
Figura 11 Selección de la sección más crítica para el cálculo de estabilidad en el tramo 1	17-41
Figura 12 Modelo del talud del fondo y subfondo marino caracterizado con la LSR-1 17- 42	
Figura 13 Malla generada para el modelo caracterizado con la LSR-1	17-42
Figura 14 Diagrama de la superficie de falla potencial	17-43
Figura 15 Selección de la sección más crítica para el cálculo de estabilidad en el tramo 2	17-44
Figura 16 <i>Modelo del talud del fondo y subfondo marino caracterizado con la LSR-2</i> 17- 45	
Figura 17 Malla generada para el modelo caracterizado con la LSR-2	17-45
Figura 18 Diagrama de la superficie de falla potencial	17-46
Figura 19 Modelo del talud del fondo y subfondo marino caracterizado con el vibrosondeo EHS2	17-48
Figura 20 Malla generada para el modelo caracterizado con el vibrosondeo EHS2... 17- 48	
Figura 21 Diagrama de la superficie de falla potencial	17-49
Figura 22 Vista en planta de los perfiles EG1 y EG2 analizados.....	17-50
Figura 23 Modelo del talud del fondo y subfondo marino caracterizado con el sondeo EG1	17-51
Figura 24 Malla generada para el modelo caracterizado con el sondeo EG1.....	17-52
Figura 25 Diagrama de la superficie de falla potencial	17-53
Figura 26 Modelo del talud del fondo y subfondo marino caracterizado con el sondeo EG2	17-54
Figura 27 Malla generada para el modelo caracterizado con el sondeo EG2.....	17-54
Figura 28 Diagrama de la superficie de falla potencial	17-55
Figura 29 Vista en planta de los perfiles EG4 y EG5 analizados.....	17-56
Figura 30 Modelo del talud del fondo y subfondo marino caracterizado con el sondeo EG4	17-57
Figura 31 Malla generada para el modelo caracterizado con el sondeo EG4.....	17-58
Figura 32 Diagrama de la superficie de falla potencial	17-59

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 1	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Junio 2012	17-7



Figura 33 Modelo del talud del fondo y subfondo marino caracterizado con el sondeo EG5	17-60
Figura 34 Malla generada para el modelo caracterizado con el sondeo EG5.....	17-60
Figura 35 Diagrama de la superficie de falla potencial	17-61
Figura 36. Lugar de acarreo propuesto	17-67
Figura 37. Draga Santiago	17-71
Figura 38. Draga Puyo	17-71
Figura 39. Tena	17-72
Figura 40. Draga Macas	17-72
Figura 41. Draga Francisco de Orellana	17-73
Figura 42. Ubicación del Sitio de Depósito.....	17-76
Figura 43. Ubicación del Sitio de depósito	17-76

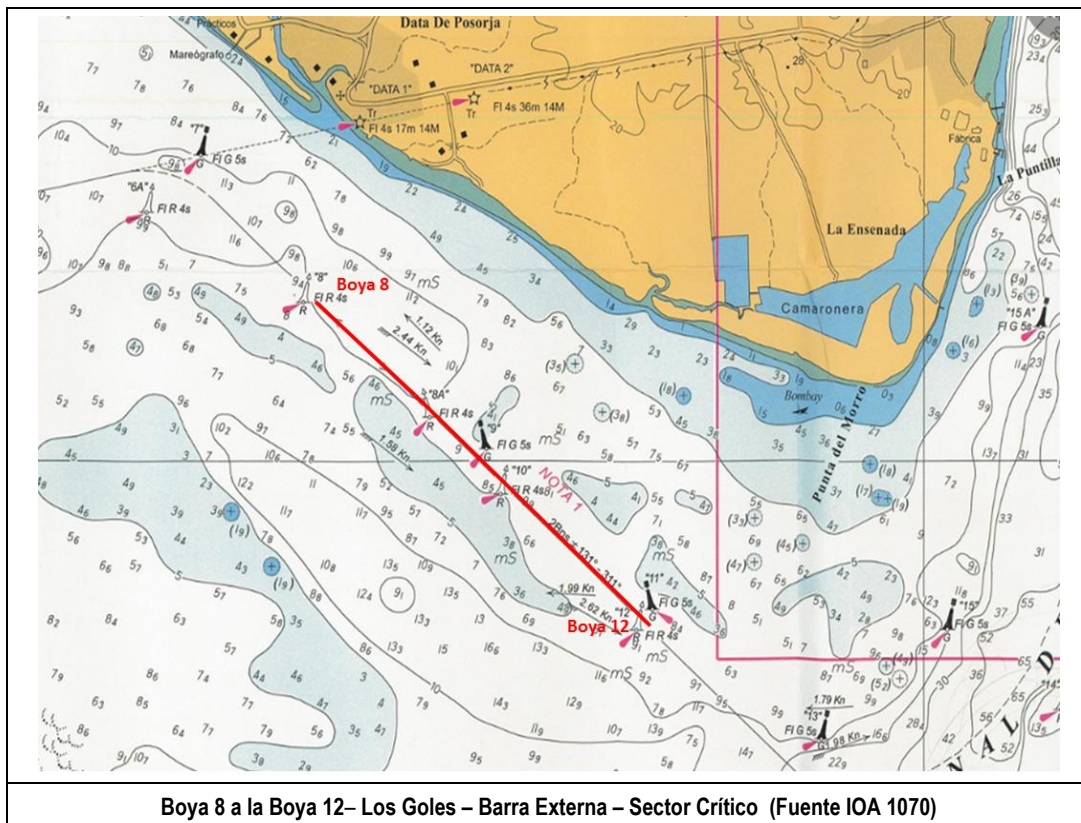
Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 1	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Junio 2012	17-8

17 ESTUDIO DE INGENIERÍA DE DRAGADO

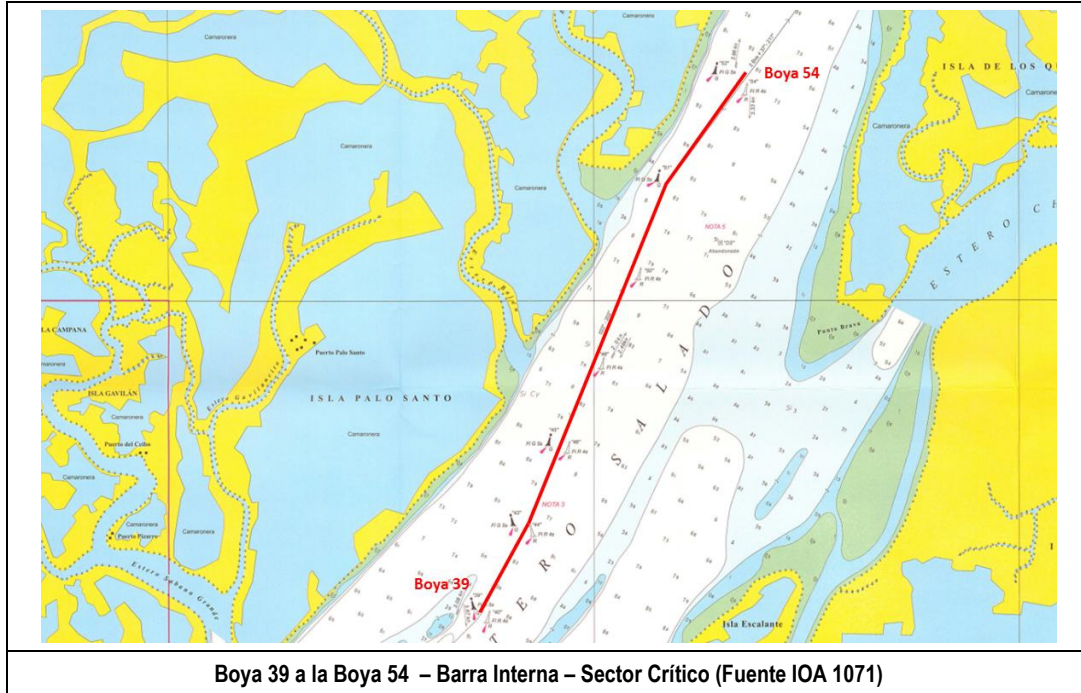
17.1 Antecedentes

Una vez que se ha levantado toda la información técnica necesaria, para definir la Ingeniería de Dragado para los “Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño del Canal Actual y Alterno de Acceso a los Muelles de la Terminal Marítima Simón Bolívar, para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. con respecto al MLWS” se desarrolla el capítulo en mención, considerando los escenarios establecidos en los Términos de Referencia; para ello se considerarán todos los detalles para definir la mejor opción de dragado, en función de los dos tipos de material existentes en el lecho del canal de Acceso al Puerto Marítimo de Guayaquil.

Los dos sitios críticos a considerarse por el material predominante, son la Barra Externa (Boyas 7 a la 13) y la Barra Interna (Boya 33 a la 66); y en cada uno de ellos sus sitios críticos, en la Barra Externa (Tramo entre la Boya 8 a 12) y en la Barra Interna (Tramo 39 a 54); en el primer caso por la presencia de material rocoso, y en el segundo caso por la alta tasa de sedimentación existente.



Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 1	Página
Asociación Geostudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Junio 2012	17-9



Sin embargo, si se realiza el dragado a las profundidades de 10.50 m y 11.0 m, la parte inicial del canal desde la Boya de Mar hasta la Boya 7 también se considera como crítica, ya que de acuerdo al estudio geo sísmico realizado entre las boyas 3 y 5 se encuentra con que posee una capa arenosa de 2.0m, luego de lo cual predomina la presencia de una roca blanda meteorizada hasta una profundidad de 10m.

17.2 Objetivo General

Presentar el Estudio de Ingeniería de Dragado en el Canal de Acceso a Puerto Marítimo de Guayaquil, empleando la información obtenida en los capítulos precedentes, definiendo la selección del equipo idóneo y las tareas de dragado en función de la información obtenida en los capítulos anteriores.

17.3 Objetivos Específicos

Entre los objetivos específicos se tiene:

- Escenarios propuestos de Análisis
- Determinación de Tipo y Características del material a ser dragado
- Volumen de Dragado
- Identificación de las Alternativas de Dragado – Tipos de Dragas
- Análisis de Alternativas de Dragado – Determinación de la mejor Alternativa (Especificaciones Técnicas)
- Metodología de Dragado – Área de Depósito
- Cuantificación del Costo del Dragado - Costos Unitarios
- Programación de Obra

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 1	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Junio 2012	17-10

17.4 Área de estudio

El Canal de Acceso al Puerto de Guayaquil se encuentra situado en el Estuario Externo del Golfo de Guayaquil hasta el Canal de El Morro y en el Estuario Interno en el Estero Salado, desde el Canal de El Morro hasta el Sur de la Ciudad de Guayaquil en la confluencia del Estero Salado y el Estero Cobina. El canal se encuentra balizado con 64 boyas (incluido la Boya de Mar hasta la Boya 85) que corresponden a 94+000 Km, el área de Estudio del presente Proyecto abarca desde la Boya de Mar hasta la Boya 80 91+350 Km, a excepción de la Boya 7 a la Boya 10. Sin embargo, para propósitos de integrar todo el canal, se emplearán los resultados del Estudio de Dragado del Área de Los Goles (Boya 7 a la Boya 10), realizada por GEOESTUDIOS (Marzo 2011).

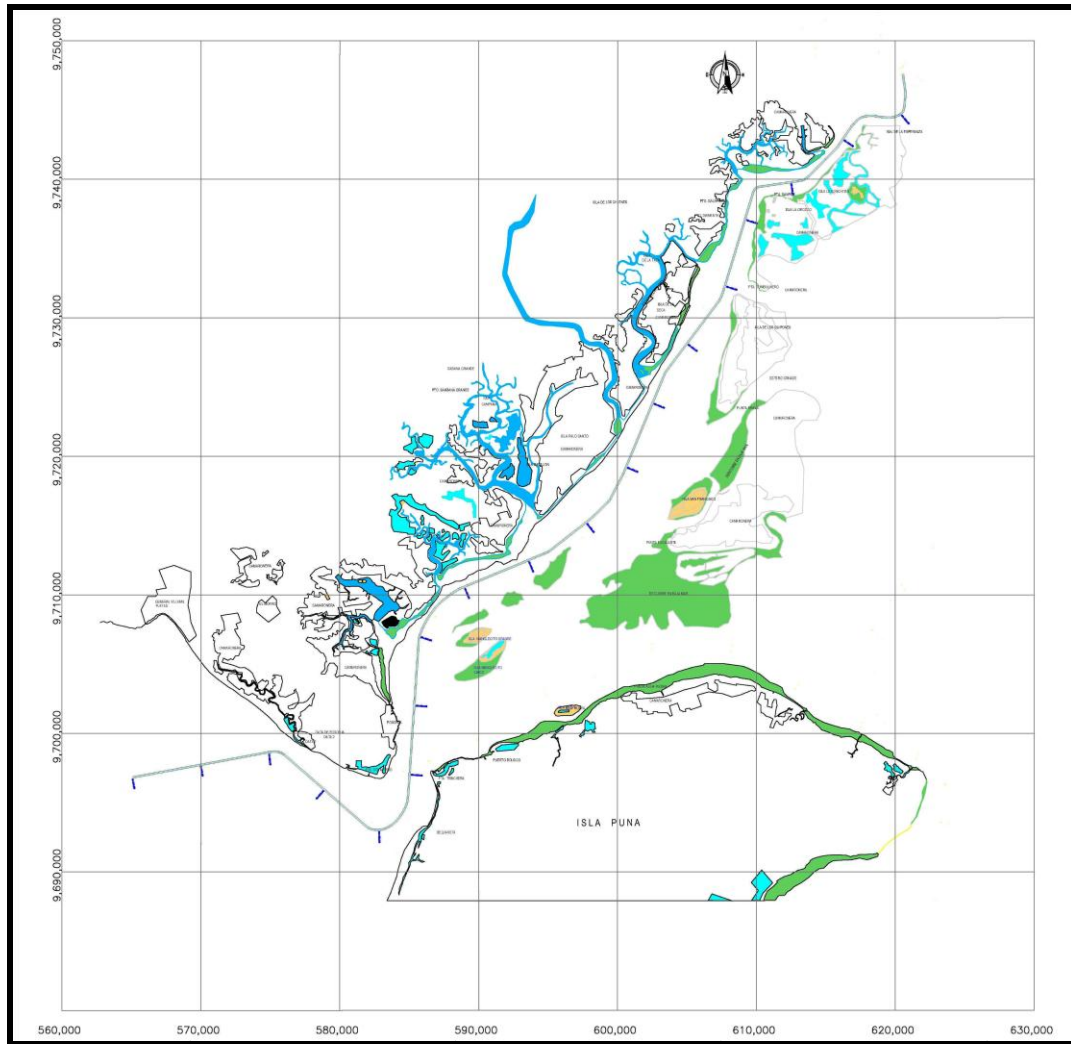
Figura 1. Canal de Acceso a Puerto Marítimo de Guayaquil



Fuente: Grupo de Trabajo

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 1	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Junio 2012	17-11

Figura 2. Canal de Acceso a Puerto Marítimo de Guayaquil



Fuente: Grupo de Trabajo

17.5 Escenarios propuestos para análisis

De los escenarios propuestos en los Términos de Referencia, se consideran los siguientes:

1. Profundidad de 9,6 metros al MLW (Mean Low Water Spring) más 0,5 metros de sobredragado
2. Profundidad de 10 metros al MLW (Mean Low Water Spring) más 0,5 metros de sobredragado
3. Profundidad de 10,5 metros al MLW (Mean Low Water Spring) más 0,5 metros de sobredragado
4. Profundidad de 11.0 metros al MLW (Mean Low Water Spring) más 0,5 metros de sobredragado
5. Profundidad Náutica para que un buque (el de diseño) de 320 metros de eslora, 40 metros de manga y 11 metros de calado pueda ingresar al Canal.

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 1	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Junio 2012	17-12

17.6 Buques de Diseño y Profundidades Náuticas en función de las Profundidades de dragado.

Se entiende como Buque de Diseño como el buque o conjunto de buques que se utilizarán para el dimensionamiento de los accesos y áreas de flotación; en general se tratará de los buques de mayores exigencias que puedan operar en la zona que se considere, según las condiciones de operación de la misma, suponiendo que el barco se encuentre en las condiciones de carga más desfavorables (ROM 3.1 – 99)¹.

En el capítulo 11 se establecieron los distintos buques estimados en base a las profundidades náuticas especificadas en los Términos de Referencia y con este buque estimado se procedió a realizar los cálculos para el diseño de la vía navegable. Además se realizaron los cálculos para el buque de diseño establecido en los TdR's.

Las características de los Buques son las siguientes:

Tabla 1: Buques de Diseño

ESCENARIO DE ANÁLISIS	PROFUNDIDAD (m)	ESLORA (m)	MANGA (m)	CALADO (m)	PUNTAL (m)
Escenario 1	9,60	----	----	----	----
Escenario 2	10	174	26	9	16
Escenario 3	10,5	185	27	9,5	17
Escenario 4	11	195	28	9,9	18
Escenario 5	-----	320	40	11	20

Fuente: Grupo Consultor 2012

17.7 Cálculo de Configuración del Canal para el Buque de Diseño.

Luego de estimar los buques de diseño para cada profundidad náutica requerida, se realizó el cálculo de la vía navegable empleando las Recomendaciones para el "Proyecto de la Configuración Marítima de los Puertos; Canales de Acceso y Áreas de Flotación" (ROM 3.1-99), con lo que se obtuvo los siguientes diseños para cada profundidad.

Tabla 2: Resultados para 10 m. de profundidad de dragado

TRAMOS (BOYAS)	ANCHO DE CANAL		PROFUNDIDAD DEL CANAL		
	Tramo recto	Tramo Curvo	dt	Tipo de fondo	Profundidad náutica
1 (M-7)	163	185	0.09	Sedimento	10.00
2(7-13)	139	162	0.10	Roca	

¹ Recomendaciones de Obras Marítimas (ROM)

TRAMOS (BOYAS)	ANCHO DE CANAL		PROFUNDIDAD DEL CANAL		
	Tramo recto	Tramo Curvo	dt	Tipo de fondo	Profundidad náutica
3(13-17)	174	n/a	0.06	Sedimento	
4(17-33)	163	187	0.10	Sedimento	
5(33-66)	146	n/a	0.11	Sedimento	
6(66-80)	180	206	0.09	Sedimento	

Elaborado por: Grupo Consultor 2012

Tabla 3: Resultados para 10,5 m. de profundidad de dragado

TRAMOS (BOYAS)	ANCHO DE CANAL		PROFUNDIDAD DEL CANAL		
	Tramo recto	Tramo Curvo	dt	Tipo de fondo	Profundidad náutica
1 (M-7)	167	190	0.1	Sedimento	10.50
2(7-13)	141	165	0.11	Roca	
3(13-17)	178	n/a	0.06	Sedimento	
4(17-33)	167	191	0.11	Sedimento	
5(33-66)	150	n/a	0.12	Sedimento	
6(66-80)	184	210	0.09	Sedimento	

Elaborado por: Grupo Consultor 2012

Tabla 4: Resultados para 11 m. de profundidad de dragado

TRAMOS (BOYAS)	ANCHO DE CANAL		PROFUNDIDAD DEL CANAL		
	Tramo recto	Tramo Curvo	dt	Tipo de fondo	Profundidad náutica
1 (M-7)	171	192	0.09	Sedimento	11.00
2(7-13)	143	168	0.1	Roca	
3(13-17)	181	n/a	0.06	Sedimento	
4(17-33)	170	191	0.1	Sedimento	
5(33-66)	153	n/a	0.11	Sedimento	
6(66-80)	188	215	0.09	Sedimento	

Elaborado por: Grupo Consultor 2012

Tabla 5: Resultados para Buque de Proyecto (Calado de 11 m)

TRAMOS (BOYAS)	ANCHO DE CANAL		PROFUNDIDAD DEL CANAL		
	Tramo recto	Tramo Curvo	dt	Tipo de fondo	Profundidad náutica
1 (M-7)	222	258	0.1	Roca	12.10
2(7-13)	171	207	0.11	Roca	12.11
3(13-17)	229	n/a	0.06	Sedimento	11.66
4(17-33)	212	247	0.11	Sedimento	11.71

TRAMOS (BOYAS)	ANCHO DE CANAL		PROFUNDIDAD DEL CANAL		
	Tramo recto	Tramo Curvo	dt	Tipo de fondo	Profundidad náutica
5(33-66)	196	n/a	0.12	Sedimento	11.72
6(66-80)	239	277	0.11	Sedimento	11.71

Elaborado por: Grupo Consultor 2012

Es importante recalcar que en el cálculo de la profundidad náutica también se consideró el margen de seguridad acorde al tipo de material de fondo del canal de navegación, esto es 0,60 m en el caso de sedimento suelto y 1,00 m para el caso de roca.

El cálculo del buque de diseño de 11 m. de calado se realizó bajo dos supuestos, sin considerar el beneficio de marea que se tiene en el Canal de Acceso y considerando la marea tal como se realiza actualmente. Para el caso en el que no se considera el beneficio de marea se obtuvieron las mayores profundidades, mientras que al considerar y aprovechar la ventana de marea que existe se pudo notar que el buque de diseño planteado en los TdR's podría ingresar con el dragado a 11,00 m de profundidad, tal como podemos observar en la siguiente tabla de resultados:

Tabla 6. Resultados para Buque de Proyecto (Calado de 11 m) considerando la altura de marea media^(*)

TRAMOS (BOYAS)	ANCHO DE CANAL		PROFUNDIDAD DEL CANAL			
	Tramo recto	Tramo Curvo	dt	Tipo de fondo	datos de marea (*)	Profundidad náutica
1 (M-7)	222	258	0.10	Sedimento	1.30	10.40
2(7-13)	171	207	0.11	Roca	1.30	10.41
3(13-17)	229	n/a	0.06	Sedimento	1.45	10.21
4(17-33)	212	251	0.11	Sedimento	1.825	9.885
5(33-66)	196	n/a	0.12	Sedimento	1.825	9.895
6(66-80)	239	288	0.11	Sedimento	2.15	9.56

Elaborado por: Grupo Consultor 2012

17.8 Determinación de volumen a dragar para cada uno de los escenarios propuestos y tipo de fondo a dragar

Con las configuraciones marítimas antes descritas se procedió a realizar los planos, considerando para ello el mismo track de navegación definido actualmente, se realizaron las secciones cada 50 m y se obtuvo los volúmenes a dragar. Los planos y los cálculos se presentan en los anexos de este capítulo. El resumen de los cálculos se puede observar en la siguiente tabla:

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 1	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Junio 2012	17-15

Tabla 7. Resumen de volúmenes calculados para dragado de apertura en cada escenario

Escenarios		Volumen en m3 de Dragado de apertura (arena)	Volumen en m3 de Dragado de apertura (roca)
1	9,6m + sobredragado	1'107.733.65	17.646.27
2	10m + sobredragado	3'962.744.04	45.096.59
3	10,5m + sobredragado	7'195.508.24	60.718.16
4	11m + sobredragado	11'476.384.13	198.201.72
5	Buque de diseño calado 11 mt + sobredragado	18'230.548.14	1'403.154.16

Elaborado por: Grupo Consultor

Del modelamiento matemático desarrollado en el Capítulo 16, luego del análisis para cada uno de los escenarios se obtuvieron los siguientes volúmenes para mantenimiento:

Tabla 8. Resumen de volúmenes estimados para dragado de mantenimiento en cada escenario

Escenarios	Volumen Total de Mantenimiento Época Seca (Material Suelto m ³)	Volumen Total de Mantenimiento Época Húmeda (Material Suelto m ³)	Volumen Total de Mantenimiento Anual (Material Suelto m ³)
9,60 m	630.000,00	1'120.000,00	1'750.000,00
10,0 m	1'011.600,00	1'798.400,00	2'810.000,00
10,5 m	1'047.600,00	1'862.400,00	2'910.000,00
11,0 m	1'094.400,00	1'945.600,00	3'040.000,00
Buque de Diseño	1'378.800,00	2'451.200,00	3'830.000,00

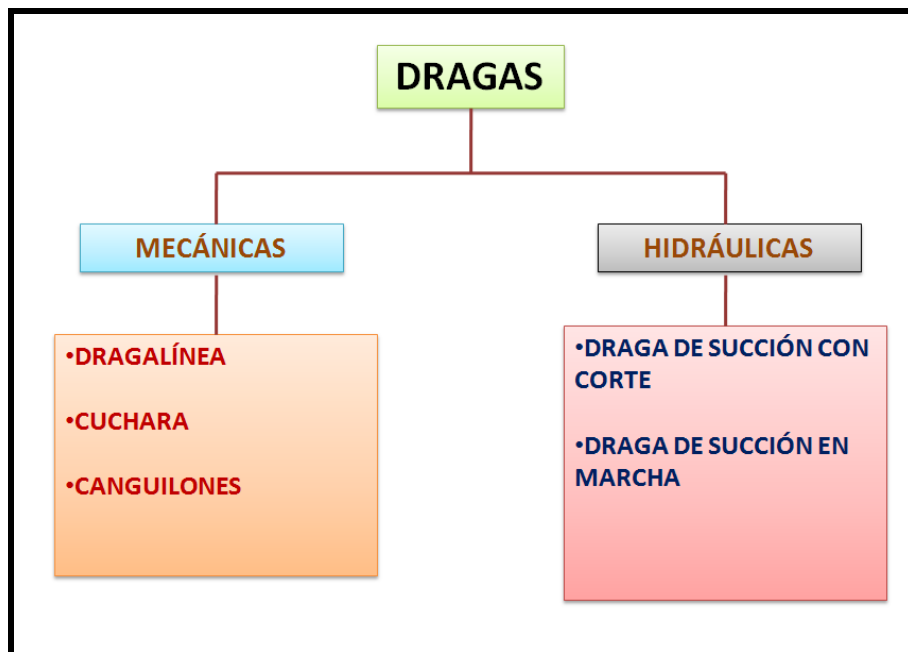
Elaborado por: Grupo Consultor

En la tabla anterior se puede observar que, además de estimar el volumen que se necesitará dragar para mantener la profundidad del canal en cada escenario, se ha realizado un cálculo de la cantidad de volumen para dragar tanto en época seca y época húmeda. Este cálculo se realizó en base a los porcentajes que se obtienen actualmente en el contrato de Dragado Permanente del Canal de Acceso ejecutado por SERDRA, en el cual se ha observado que en época húmeda se draga el 64% del volumen anual dragado.

17.9 Identificación de tipo de dragas

Existe una gran variedad de equipos y métodos de dragado, siendo lo más usual clasificarlos, según el método para la excavación del material, en dragas mecánicas e hidráulicas; a continuación se presenta el esquema de la clasificación:

Figura 3. Distribución de las dragas mecánicas



Fuente: Llorca J., 1997

17.9.1 Dragas Mecánicas.

Las dragas mecánicas utilizan equipos o medios exclusivamente mecánicos para la excavación y extracción del material. Es el tipo de dragas más antiguo y ha evolucionado mucho a lo largo de la historia gracias al avance de la tecnología industrial y de las obras marítimas. Según datos correspondientes a 1994, las dragas mecánicas representan el 40% de la flota mundial de dragas, con un total de 1005 unidades (Llorca, J.1997).

En general, el uso de estas dragas está recomendado para trabajos en zonas confinadas y pueden operar fácilmente con materiales sueltos y pesados, aunque también son adecuadas para todo tipo de suelos. El material excavado suele tener un bajo contenido en agua, puesto que no es precisa la dilución del material. El rendimiento suele ser inferior al de las dragas hidráulicas dado que el tipo de trabajo es discontinuo y el acabado es menos uniforme.

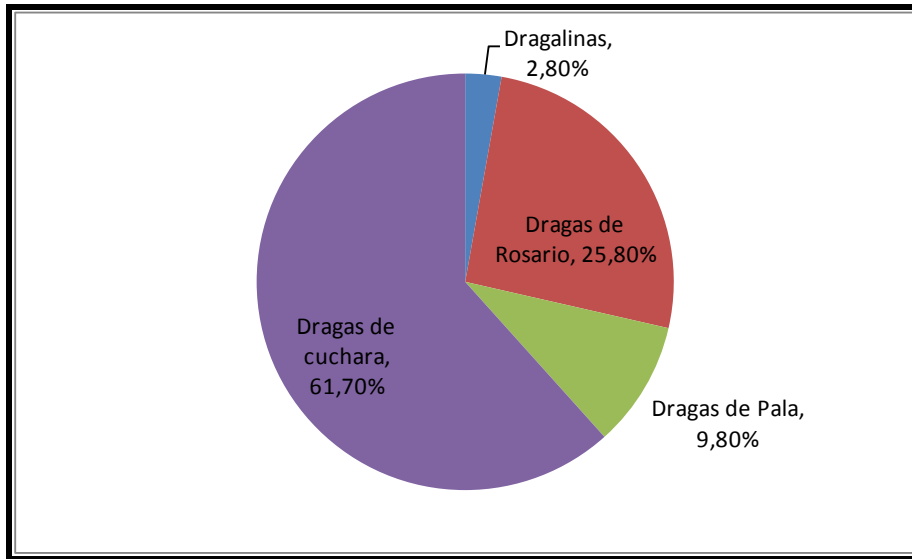
En función del medio mecánico con que se realiza la extracción del material, podemos clasificar las dragas mecánicas en los siguientes grupos:

- Dragalina
- Dragas de cuchara
- Dragas de rosario

Como puede verse en la Figura 38, las dragas de cuchara son las más abundantes con casi un 62% del total, seguida de las dragas de rosario (25,8%), las de pala (9,8%) y finalmente las dragalinas con tan sólo un 2,8%.

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 1	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Junio 2012	17-17

Figura 4. Distribución de las dragas mecánicas



Fuente: Llorca J., 1997

A continuación se describen los diferentes tipos de dragas mecánicas que existen en la actualidad, analizando sus principales características, formas de trabajo, rendimientos y elementos auxiliares.

17.9.1.1 Dragalinas

Actualmente, las dragalinas se incluyen entre los equipos de excavación terrestre limitándose, en lo que se refiere a dragados, a la limpieza de canales y creación de nuevos cauces. El material extraído se puede verter en tierra para su posterior transporte, o bien dejarlo en el mismo cauce fuera del canal de navegación, esperando que las corrientes lo arrastren, operando en este caso como equipo de remoción de fondos.

La dragalina consta de una grúa con una pluma de gran longitud y dos tambores de cable, uno de elevación y otro de arrastre, montados sobre un pontón. Como se puede observar en la fotografía, del cable de elevación se suspende una cuchara que, una vez depositada sobre el fondo, se desplaza mediante el cable de arrastre. En caso de dragados en cauces estrechos, la dragalina trabaja desde tierra.



Dragalina

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 1	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Junio 2012	17-18

La cuchara no se deja caer verticalmente, como en el caso de las dragas de cuchara, sino que se lanza lo más lejos posible de la grúa, aprovechando la inercia producida por el giro de la grúa. A medida que se va recuperando el cable, la cuchara se arrastra por el fondo creando un agujero y llenándose de material. Una vez llena la cuchara, se eleva y se gira la grúa hasta colocarla encima del gánguil para descargar el material. La trayectoria de la cuchara dependerá de su peso y de las características geotécnicas del material dragado, por lo que este sistema no permite tener una gran precisión en los perfiles de dragado.

Una de sus principales ventajas es sin duda el hecho de ser una maquinaria en muchos casos convencional y que permite además trabajar en superficies estrechas. Sin embargo, el uso de la cuchara como elemento extractor conlleva una pérdida de eficiencia por la fuga de material en el proceso de izado.

17.9.1.2 Dragas de cuchara

Las dragas de cuchara constan de una grúa que acciona una cuchara de valvas encargada de efectuar la excavación. La grúa puede trabajar desde tierra, desde un pontón, o puede estar montada sobre un gánguil, tratándose en este caso de una draga autopropulsada



Las dragas de cuchara se utilizan principalmente para trabajos localizados o de pequeño volumen, donde no se puede operar con otro tipo de dragas debido a sus dimensiones, o no es rentable su movilización. Son adecuadas para servicios de mantenimiento de puertos, en muelles, en zonas periféricas de espigones, etc. En muchos casos, las dragas de cuchara no se utilizan con el objetivo de obtener un calado determinado, sino para la extracción de áridos.

Estos equipos permiten dragar un gran abanico de materiales. Los rendimientos más elevados se obtienen en terrenos poco cohesivos, como fangos o arenas sueltas. También se pueden utilizar en arcillas y arenas medianamente compactas, aunque con un descenso de los rendimientos. En caso de utilizarse cucharas de gajos o de pinzas se pueden extraer rocas quebrantadas y todo tipo de elementos sueltos. Dadas sus características, es un equipo apto para materiales heterogéneos, dando buenos resultados cuando el material a dragar contiene cantos o bolos.

La profundidad a la que puede operar la draga depende únicamente de la resistencia del cable metálico izador, por lo que puede dragar a profundidades mayores que en

<p>Autoridad Portuaria de Guayaquil</p>	<p>Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.</p>	<p>Revisión: 1</p>	<p>Página</p>
<p>Asociación Geoestudios – Consulsua</p>	<p>Contrato No. 41 – 2011</p>	<p>Fecha: Junio 2012</p>	<p>17-19</p>

otros tipos de dragas de tamaño similar. Las profundidades máximas de trabajo que puede alcanzar oscilan entre los 40 y los 50 m. Sin embargo, la excavación realizada por estas dragas es muy irregular. Debido al poco control que se tiene sobre el movimiento de la cuchara, es difícil conseguir un buen acabado de la excavación, en la que suelen quedar crestas y agujeros.

La producción obtenida es menor en comparación con las dragas de succión, puesto que se producen grandes pérdidas en el izado de la cuchara, especialmente de material fino. No obstante, una de las ventajas de este tipo de dragas reside en la gran densidad de la pulpa almacenada en la cántara, puesto que no es preciso, como se requiere en las dragas hidráulicas, la dilución del material. En 1994 se disponía de un total de 620 unidades, representando el 24,5% de la flota mundial de dragas (Llorca, J., 1997).

17.9.1.3 *Draga de cuchara montada sobre pontón*

En este caso la grúa está montada sobre un pontón que no dispone de cántara, por lo que se deben situar uno o varios gánguiles en los laterales para almacenar el material.

El pontón, que puede ser rectangular o semicircular, suele estar fondeado mediante cables y anclas (uno en cada esquina) o mediante puntales (“spuds”) que lo estabilizan y permiten mantener su posición durante las operaciones. El calado del pontón es pequeño, por lo que puede trabajar en aguas poco profundas, siempre y cuando los gánguiles puedan acceder a la zona. La grúa se instala en la borda del pontón para barrer la mayor superficie posible de material. En caso de que sea necesario, se pueden disponer varias grúas sobre un mismo pontón.



La operación consiste en hacer descender la cuchara abierta hasta el fondo y con suficiente inercia para que pueda penetrar en el terreno. A continuación se acciona el cierre de la cuchara y las valvas cortan el terreno. Se iza la cuchara a la vez que va girando la grúa, hasta situarla sobre la cántara del gánguil, donde se abre de nuevo para descargar el material. Variando el giro de la grúa y la inclinación de su pluma se pueden realizar nuevas excavaciones hasta acabar con el material extraíble desde esta posición. Mediante el accionamiento de los cabrestantes de los cables de fondeo o haciendo subir y bajar los puntales, en caso que se disponga de ellos, la draga se puede desplazar hacia atrás sin la ayuda del remolcador, y repetir el proceso de

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 1	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Junio 2012	17-20

excavación en una zona diferente hasta conseguir el llenado del gánguil. Para conseguir un trabajo eficiente, se debe realizar el ciclo lo más rápidamente posible, barriendo la zona de forma ordenada y sin sobrepasar el calado requerido.

Los gánguiles se encargan de transportar el material al lugar de vertido. La capacidad de almacenamiento de estas embarcaciones suele oscilar entre 50 y 2000 m³. En todo caso, el volumen de producción conseguido con las dragas de cuchara sobre pontón es superior que en el caso de dragas de cuchara autoportadoras, porque mientras haya gánguiles disponibles la operación de dragado podrá ser ininterrumpida. Estas dragas no son útiles en zonas expuestas al oleaje, siendo 2 metros la altura máxima de ola que permite trabajar. La resistencia máxima a compresión y a cizalla del terreno a dragar es de 1 MPa y 300 KPa respectivamente.

17.9.1.4 Dragas de rosario

La draga de rosario o de cangilones ha sido durante muchos años el equipo más poderoso y eficaz de los equipos de dragado. Sin embargo, la renovación y el gran avance tecnológico de los equipos hidráulicos ha hecho decrecer su uso desde mediados del siglo XX, dando mejores resultados de producción y costos. Con un total de 259 unidades, las dragas de rosario representaban en 1994 el 10,2% de la flota mundial de dragas y el 25,8% de las dragas mecánicas utilizadas principalmente en Europa Occidental. (Llorca, J., 1997).

Una draga de rosario es una embarcación o un pontón equipada con una cadena sinfín de cangilones (rosario) montada sobre una escala inclinada (ver Foto). La escala está fijada en uno de sus extremos en un armazón situado en el centro del barco, y en el otro extremo está colgando de un pescante. El sistema se dispone inclinado siendo el ángulo óptimo de trabajo de 45°. Para poder mantener esta inclinación a diferentes profundidades de dragado, el eje de la escala tiene diferentes posiciones. El rosario se guía mediante dos tambores prismáticos situados en los puntos extremos de la escala y puede girar gracias al tambor superior. Al girar el rosario, los cangilones excavan el fondo y elevan el material hasta la draga, descargándolo cuando invierten su posición al pasar por el tambor superior. El material se descarga en un depósito donde, a través de unas canaletas, pasa a los gánguiles situados en los laterales de la embarcación.

Existen en realidad distintos tipos de dragas de rosario, pero la más común de ellas es la draga de rosario estacionaria, sin cántara propia y vertiendo en un gánguil.



Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 1	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Junio 2012	17-21

Las dragas de rosario trabajan bien con todo tipo de suelos, incluso rocas disgregadas o de baja resistencia, cuya resistencia a compresión puede alcanzar valores de 10 ó 15 MPa y no tienen dificultad para operar con materiales heterogéneos con escombros, aunque la aparición de cableados es altamente peligrosa. El tamaño máximo de partícula es de 1500 mm y no trabajan bien cuando el espesor de la capa a dragar es pequeño.

Una de sus principales ventajas radica en ser la única draga mecánica que trabaja de forma continua, lo que supone un rendimiento elevado, a pesar de las pérdidas de material por derrame desde el cangilón o durante la carga del material por las canaletas.

Este dragado continuo permite a la vez conseguir un perfil del terreno muy regular y de gran calidad, con un control bastante exacto de la profundidad de dragado, lo que implica que el volumen de sobre excavación es bajo. Gracias a su método de trabajo, es la draga mecánica que proporciona el mejor acabado, con errores en vertical de unos 20 cm (Ver Tabla). Por esta razón, las dragas de rosario están muy recomendadas para trabajos que requieran una gran precisión en el fondo, como pueden ser zanjas para muelles o diques.

Tabla 9. Tolerancia de Operación de las dragas de rosario

Tipo de material	Tolerancia vertical (cm)		
	Volumen del cangilón (l)		
	900	600	400
Roca	-	20	10
Gravas	25	20	15
Arena	30	25	20
Arcilla/Fango	20	20	10

Fuente: Vidal y París, 1997

La draga de rosario está subordinada al uso de gánguiles para transportar el material, pero la carga del material se hace también de forma continua.

La draga está sujeta al fondo mediante longos y anclas que permiten su posicionamiento y movimiento. Pero este amplio despliegue de anclajes dificulta su uso fuera de las instalaciones portuarias e incluso en ellas puede resultar peligroso para la navegación. Sus medios de fondeo requieren un espacio amplio restringido al tráfico. Para evitar que los traveses afecten a los gánguiles de carga, se disponen guaderas submarinas en los dos lados de la draga a suficiente profundidad para no engancharse con el casco de los gánguiles.

No es muy recomendable utilizar dragas de rosario en aguas someras porque la catenaria de la cadena que pende de la escala sería muy pronunciada, con lo que se realizaría una sobreexcavación involuntaria. La profundidad de dragado oscila entre los 5 y 35 metros. Estos equipos tampoco son adecuados para trabajar en mar abierto, siendo la altura máxima de ola de 1,5 metros.

Como en todos los equipos mecánicos, la dilución del material es pequeña en comparación con los equipos hidráulicos, por lo que el porcentaje de material sólido transportado es mayor.

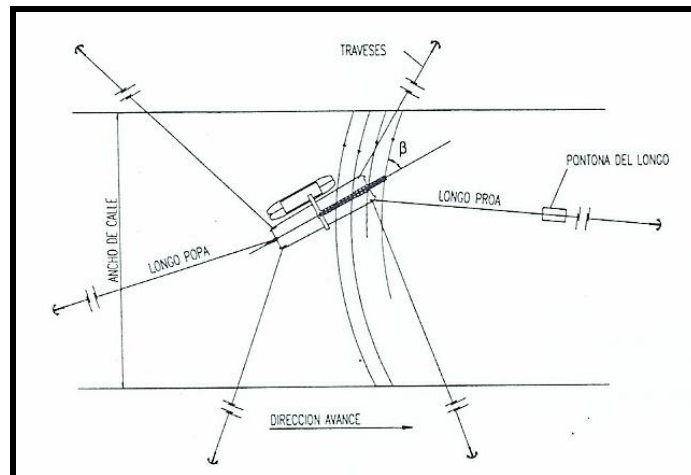
Finalmente, el excesivo ruido generado hace en muchos casos inviable este tipo de dragado en lugares cercanos a cascos urbanos.

Los gastos de construcción de las dragas de rosario son superiores a los de otras dragas de la misma capacidad productiva. Este tipo de draga ha quedado actualmente relegada, quedando solamente algunas unidades para casos específicos.

Sistema de trabajo

En la Figura 5 se puede observar el esquema de trabajo de una draga de rosario. Se sitúa la draga de proa a la corriente, se coloca la escala a la profundidad requerida y se hace girar el rosario. Los cangilones van excavando el material y vertiéndolo en los depósitos laterales. Gracias a un cable anclado a cierta distancia de la draga, ésta se mantiene sobre el tajo y puede vencer la resistencia que le opone el terreno.

Figura 5. Esquema de trabajo de la draga de rosario durante la operación de dragado.



Fuente: Vidal y París, 1997

Para asegurar una extracción continua, la draga debe desplazarse lateralmente, para conseguir nuevo material para excavar y poder barrer toda la anchura de la calle. El movimiento lateral, llamado borneo, se consigue con los cuatro traveses que están situados a los dos lados de la draga y anclados a cierta distancia de ésta. El movimiento de la draga es circular, con el centro en el ancla del largo de proa. Para evitar que los cangilones entren en perpendicular en el terreno, con lo que recibirían grandes esfuerzos transversales, se coloca la draga con un ángulo de borneo β que varía entre 65° y 80° respecto al frente de excavación.

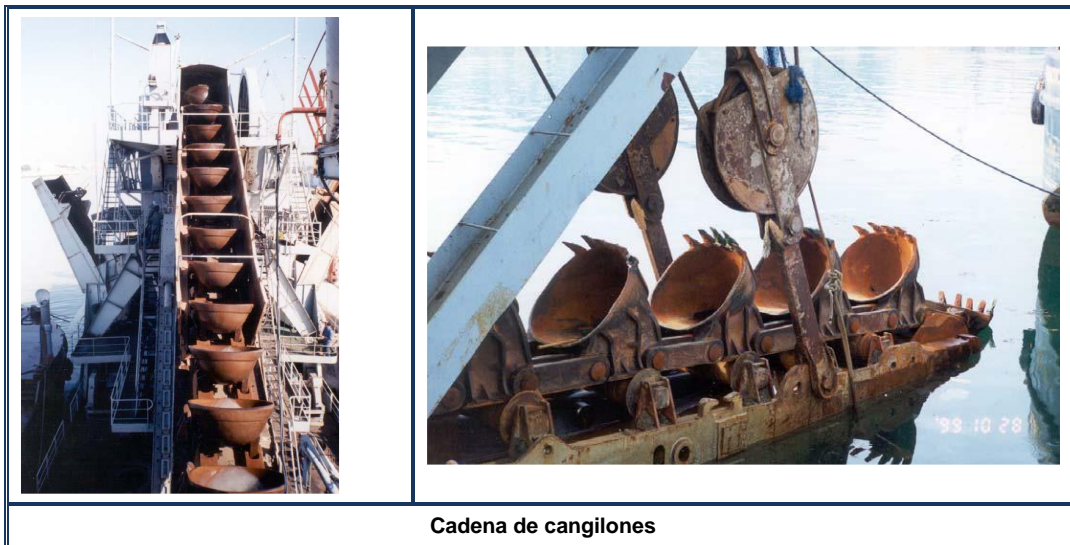
Una vez alcanzado el límite lateral de la calle, se tira del largo de proa para hacer avanzar la draga y volver a empezar la excavación esta vez en sentido contrario al anterior y a una profundidad distinta haciendo variar el ángulo del rosario. La anchura de la calle suele oscilar entre 60 y 100 m, aunque depende de la distancia a la que se puedan anclar los largos y los traveses.

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 1	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Junio 2012	17-23

El cangilón

Los cangilones son de acero fundido, con los bordes reforzados para resistir a la abrasión, y en determinados casos pueden ser dentados. La capacidad del cangilón depende del tipo de terreno a dragar, pero los volúmenes típicos oscilan entre 0,15 m³ y 1,2 m³. La velocidad a la que se mueve la escala varía entre 15 y 30 cangilones por minuto, según la fuente de información, aunque se debe adaptar al tipo de material que esté dragando.

En materiales resistentes como arcillas duras o rocas débiles, los cangilones han de ser robustos pero de poca capacidad, y la velocidad de la escala se reduce para adaptarse a este material. Si el material es cohesivo con gran adherencia, los cangilones pueden tener problemas para descargar completamente el material.



Rendimientos

El rendimiento obtenido es función del tipo de material y del volumen del cangilón, aunque se aceptan en general los valores mostrados en la Tabla.

Tabla 10. Rendimiento medio semanal en m³ para las dragas de rosario.

Rendimiento (m³/semana)			
Volumen cangilón (L)	Material		
	Arcilla - fango	arena	Roca($\sigma < 100$ Kg/cm²)
400	30.000 a 50.000	20.000 a 40.000	10.000 – 25.000 (*)
600	40.000 a 70.000	30.000 a 50.000	-
900	70.000 a 110.000	40.000 a 70.000	-

(*) con cangilones de dientes

Gracias a su sistema de trabajo continuo, la draga de rosario es el equipo mecánico que obtiene mayores producciones. Estos valores son sin embargo inferiores a los obtenidos con dragas de cortador y de succión en marcha, pero la aplicación de estas

dragas hidráulicas está también más limitada. De esta manera, cuando por las dimensiones de la zona o por el tipo de terreno a dragar no sean adecuadas las dragas hidráulicas, el equipo que obtendrá mayor producción será la draga de rosario.

17.9.2 Dragas Hidráulicas

A partir del siglo XIX comenzaron a utilizarse las bombas de succión en las operaciones de dragado. Con la aparición de esta nueva tecnología, los equipos se clasificaron en mecánicos e hidráulicos. En 1994, el 60% de la flota mundial de dragas correspondía a dragas hidráulicas o de succión (Llorca, J., 1997).

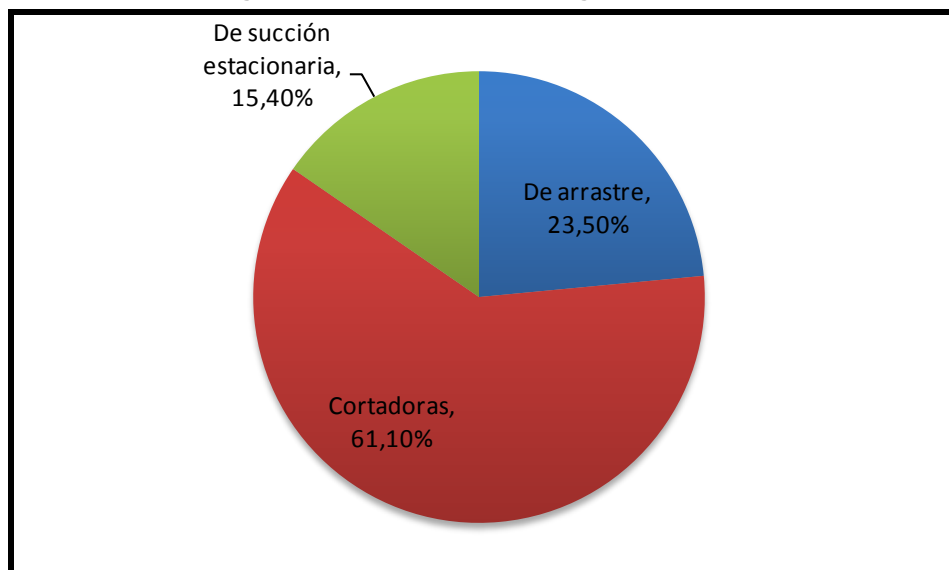
La característica fundamental del dragado hidráulico es el empleo de la bomba de succión y todas las variantes de estos equipos derivan en la forma de transportar el producto, el empleo de equipos complementarios para la disgregación del terreno, y la forma de facilitar la absorción de los productos por la corriente producida por las bombas.

Las dragas hidráulicas se distinguen en dragas estacionarias o en marcha. Los diferentes equipos existentes en la actualidad son los siguientes:

- Dragas estacionarias:
 - Dragas cortadoras o “cutter”
- Dragas en marcha:
 - Dragas de succión en marcha o de arrastre

En 1994, las dragas de cortador representaban alrededor del 60 % del parque mundial de dragas, seguidas por las de arrastre con cerca del 24% del total (Ver Figura). En la actualidad, aunque no existen datos globales, se acepta que las dragas de succión en marcha han ido ganando terreno por su versatilidad y capacidad de maniobra. Además, las nuevas tecnologías han permitido la aparición de otros tipos de dragas como la draga Dustpan diseñadas para obras de dragado más específicas.

Figura 6 Distribución de las dragas hidráulicas



Fuente: (Llorca, J; 1997)

De forma general, las dragas hidráulicas son más eficientes que las dragas mecánicas gracias a su sistema de dragado continuo. En contrapartida, el sistema obliga a diluir el sedimento, obteniendo una pulpa de densidad menor.

En general, el dragado por succión es un método útil cuando los materiales a dragar son sedimentos sueltos, arenas, gravas o arcillas blandas, no siendo adecuadas en terrenos duros o compactos, porque la corriente creada por las bombas de succión no es capaz de disgregar y arrastrar tales productos, ni en terrenos fangosos, por la dificultad de decantar el material al salir por la tubería de vertido. Para solucionar el problema de los terrenos resistentes, aparecieron las dragas cortadoras que analizaremos a continuación. Por otro lado, en las dragas más modernas de succión en marcha se utilizan desgasificadores que permiten condensar el material y facilitar el vertido del material en caso de materiales fangosos.

17.9.3 Draga de succión en marcha

Una draga de succión en marcha es una embarcación autoportante y autopropulsada, de dimensiones variables, diseñada para dragar de forma continua elevados volúmenes de material de una forma sencilla y económica, y admitiendo condiciones marítimas adversas. El material es aspirado por un tubo dotado en su extremo de un cabezal de succión. A bordo de la embarcación se instala una bomba que crea el vacío necesario en el cabezal para poner en suspensión los materiales sueltos en el agua y se aspira la mezcla agua-material que se almacena en la cántara de la propia draga. Se muestra los elementos principales de una draga de succión en marcha.



Esquema de una draga de succión en marcha

Durante el proceso de dragado, el barco sigue en movimiento, aunque a una velocidad muy inferior a la de crucero. El material aspirado se vierte en la cántara, donde los sólidos decantan hacia el fondo y el agua que queda por encima se va evacuando a través de un dispositivo de rebose. Se puede observar la cántara de una draga de succión.

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 1	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Junio 2012	17-26



Cántara de una draga de succión

La capacidad necesaria de la cántara dependerá del trabajo a realizar, pudiendo variar desde los 1.000 hasta los 20.000 m³. Una de las grandes ventajas de este tipo de dragas es la posibilidad de transportar el material dragado a grandes distancias. La descarga del material puede realizarse por apertura del fondo o por bombeo. En caso de no poder llegar hasta la zona de vertido debido al calado de la embarcación, el vertido sólo podrá hacerse mediante tubería.

Las dragas de succión están principalmente diseñadas para dragar terrenos blandos, no demasiado compactos ni cohesivos, como fangos, arcillas blandas, arenas y ciertas gravas. En casos extremos, se puede instalar un montaje de dientes en el cabezal aspirador y un sistema de chorro para poder dragar materiales más resistentes.

Las aplicaciones de las dragas de succión en marcha son muy numerosas, pudiéndose utilizar tanto en dragados de mantenimiento de canales o puertos, donde a causa del tráfico o de las condiciones marítimas no es recomendable el uso de dragas hidráulicas estacionarias, como en alimentaciones de playas.

Estos equipos son los mejor preparados para resistir condiciones marítimas adversas, estando diseñadas para trabajar principalmente en mar abierto. Las dragas de arrastre acostumbran a trabajar en zonas amplias, debido a que sus dimensiones le impiden trabajar en zonas cerradas, requiriendo un perímetro de giro mínimo de 75 m.

Durante los últimos años se ha diseñado una gran variedad de buques de esta categoría, por lo que la definición de unas condiciones mínimas puede resultar un tanto ambigua. Sin embargo, en términos generales, las dragas de succión en marcha

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 1	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Junio 2012	17-27



suelen trabajar entre 4 y 50 m de profundidad, según el tamaño de la draga, con velocidades máximas de navegación de 17 nudos.

Las dragas de arrastre son el gran adelanto y perfeccionamiento de la tecnología portuaria, que ha permitido dominar las obras situadas en mar abierto. El volumen de producción obtenido con estos equipos es muy elevado. El desarrollo de estos equipos ha revolucionado la industria del dragado con una gran reducción de los costos de dragado. Hoy en día, las operaciones de dragado europeas están dominadas por estos equipos. En 1994 se contaba con un total de 358 unidades, representando el 14% de la flota mundial de dragas, según Llorca, J., 1997.

Sistema de trabajo

Cuando la draga de succión llega a la zona de trabajo, se arría el equipo de succión con la ayuda de grúas de sujeción y se pone el extremo del tubo en contacto con la capa de material a dragar. Se succiona el material a medida que la draga va avanzando lentamente hasta llenar la cántara. En ese momento, se vuelve a introducir el equipo de succión dentro del barco y se desplaza la draga hasta la zona de vertido.

Métodos de vertido

La descarga del material se puede efectuar por apertura del fondo o por bombeo. En el primer caso, el material se vierte en el mar o en un vaciadero, abriendo la cántara a través de una compuerta o de una charnela. Este método es el que se suele utilizar en trabajos de conservación. En cambio, cuando se quiere verter el material en la costa, se pone el material almacenado en suspensión a través de una bomba, y se impulsa hacia tierra a través de una tubería, como se hace por ejemplo en el caso de regeneraciones de playas.

El tiempo de descarga por vertido de fondo de la draga es una operación rápida y que suele tener una duración de pocos minutos. El vertido por fondo no puede realizarse en condiciones someras si la apertura de la cántara es por compuerta, puesto que se requiere un calado adicional de seguridad. Así, suponiendo un calado mínimo de 5 m para la draga en plena carga, se requiere una profundidad adicional de 1,5 a 2 metros para la apertura de las compuertas.

Si por el contrario el vertido se realiza por bombeo, debe computarse el tiempo de anclaje, conexión de la tubería de vaciado, desconexión y desanclaje, llegando a ser superior a 1 ó 2 horas. El vertido por tubería puede ser directo o por tramos. En el primer caso (modelos "rainbow" o "sidecasting") la pulpa no suele alcanzar más de 100 metros de distancia. Este método se utiliza cuando se quiere restaurar el terreno de detrás de un dique o cuando la draga se puede acercar suficientemente a la zona de vertido y verter directamente el material. Se muestra dos casos de dragas de succión en marcha que descargan el material por bombeo con el modelo "rainbow".

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 1	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Junio 2012	17-28



El tiempo necesario para verter a través de tubería y del cañón es aproximadamente de una hora. Sin embargo, el que se requiere para verter por apertura de fondo es de escasos minutos.

Son dragas muy eficaces en el caso de materiales sueltos. Hay equipos modernos que llevan incorporado un sistema que inyecta agua a alta presión desde el cabezal de dragado, permitiendo disgregar y succionar rocas blandas:

- Con las dragas de gran porte se alcanzan rendimientos de 100.000 m³ /día en el caso de arenas.
- Los equipos modernos van equipados con sistemas que optimizan los rendimientos.
- Disponen de avanzados sistemas de posicionamiento y navegación.

En el segundo caso, las tuberías pueden ser flotantes o sumergidas. Las tuberías sumergidas suelen ser de acero y tienen diversas ramificaciones que permiten realizar el vertido en puntos diferentes consiguiendo así una mejor distribución del material. Las tuberías flotantes deben ser suficientemente resistentes y flexibles para poder resistir tanto las presiones internas como las del oleaje. Sea cual sea el tipo de tubería utilizado, siempre que la descarga se realice por bombeo, la draga ha de ir equipada de otra bomba adicional que permita introducir agua en la cántara para formar pulpa y facilitar su vertido.

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 1	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Junio 2012	17-29



Draga de Succión en Marcha y tubería flotante

Bombas de dragado

El número de bombas necesarias para succionar el material suele ser de 1 ó 2 unidades por buque, con una potencia que puede llegar a los 2.500 o 3.000 kW por unidad. Antiguamente se localizaban en la bodega del buque, aunque en la actualidad se incorporan cada vez más en el tubo de succión, es decir sumergidas, puesto que con ello se permite dragar a mayores profundidades sin disminuir la capacidad de succión, se obtiene un mayor peso específico de la mezcla y por último, se consigue una mayor uniformidad en el proceso de succión.

La eficiencia de succión de la bomba de dragado depende de la velocidad de la mezcla, la profundidad del dragado, la profundidad de ubicación de la bomba, el diámetro de la tubería y el tipo de terreno a dragar.

En la práctica, la draga será utilizada en una gran variedad de condiciones, por lo que el punto óptimo de posición de la bomba variará según el caso. Sin embargo, lo habitual es ubicar la bomba más profunda de lo necesario u óptimo para disminuir el riesgo de cavitación de la misma y su consiguiente parada. El resultado final es una mayor uniformización del proceso de dragado.

Elementos de control en la tubería de succión

El tubo de succión es una tubería articulada que suele ser de acero o de goma reforzada, o de alguna de sus variantes tales como elementos de poliuretano o placas de óxido de aluminio, quedando expuesta a una vida útil variable en función de la pulpa a dragar.

En la tubería de succión se suelen colocar indicadores que permiten un mayor control del proceso de dragado, como pueden ser indicadores de concentración radioactiva Geiger-Muller, indicadores de caudal o medidores de fibra óptica de depósitos en tubería.

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 1	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Junio 2012	17-30

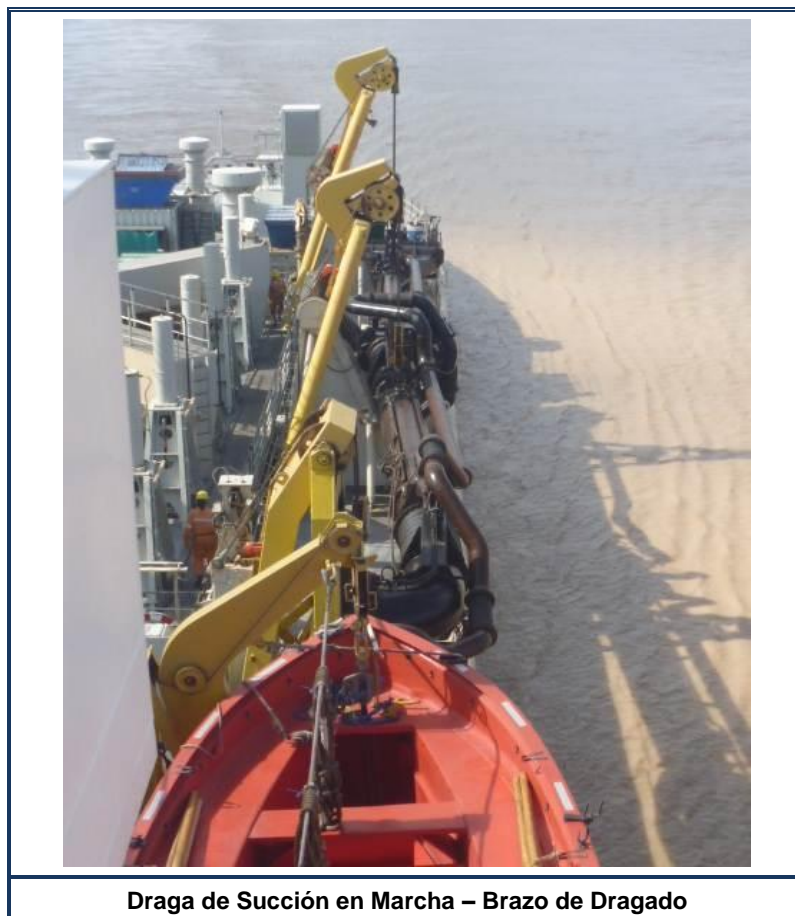
Los cabezales

La elección del cabezal de dragado dependerá del tipo de material a dragar, existiendo un gran abanico de posibilidades que van desde la simple extensión de la tubería hasta elementos más complejos a los que se les incorpora elementos auxiliares para favorecer la suspensión o disgregación del sedimento en el fondo y aumentar la densidad de la pulpa. El cabezal tiene cierta libertad de movimiento en el plano vertical, de forma que puede adaptarse a la capa de terreno a dragar. En la tabla siguiente se observa en resumen los tipos más comunes de cabezales con sus aplicaciones y se muestra un cabezal de tipo californiano.

Tabla 11. Diferentes tipos de cabezales y su aplicación

Tipo	Aplicación
Fruhling	Arcillas blandas y arenas sueltas
Sedimento	Sedimentos
Californiano	Arenas compactas
Venturi	Arenas
Inyector de agua	Arenas compactas y arcillas de dureza media
Activa	Arcillas duras, compactas y de dureza media

Fuente: Sanz Bermejo, 2001

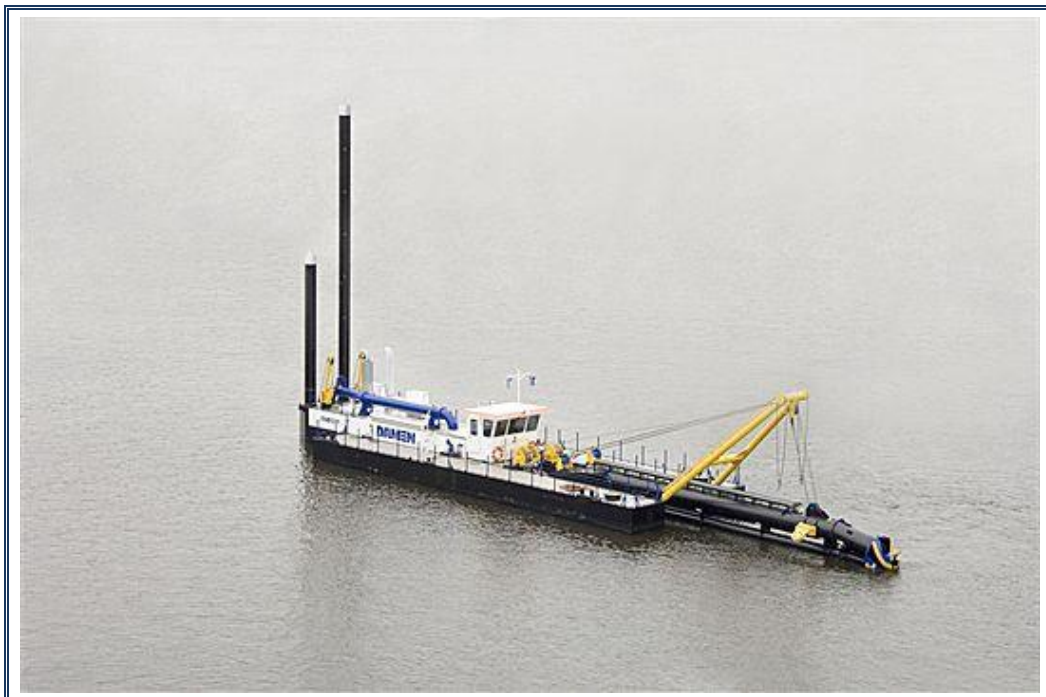


Draga de Succión en Marcha – Brazo de Dragado

17.9.3.1 Dragas Cortadoras (“Cutter”)

Este tipo de draga es una mejora directa de la draga de succión estacionaria, que incorpora además un dispositivo disgregador del terreno montado en el extremo del tubo de succión. Las dragas cortadoras son dragas estacionarias, es decir que no se desplazan conforme realizan el dragado. El cabezal cortador permite trabajar sobre materiales más cohesivos y con una resistencia al corte superior que los permitidos con el resto de dragas hidráulicas. Este cabezal giratorio disgrega el material y succiona la pulpa mediante un sistema de bombeo. Para optimizar el proceso, el cabezal cortador debe situarse próximo a la zona donde la bomba absorbe la pulpa.

El sistema está colocado sobre un pontón sin capacidad de propulsión que dispone de una escala de dragado en uno de sus extremos. La escala está anclada lateralmente por medio de dos anclas, y en su extremo se encuentra el cabezal cortador. El pontón se fija con dos puntales situados en el extremo contrario a la escala, uno de anclaje y otro de avance, que le permitirán el movimiento longitudinal, y dos anclas de giro laterales para desplazarse transversalmente.



Draga de succión y corte – Tubería de Dragado

El material aspirado, como es más frecuente, es trasladado directamente a través de una tubería flotante o sumergida hasta la zona de depósito.

El campo de aplicación de estas dragas es muy amplio, pudiéndose emplear para la restauración de terrenos, para realizar rellenos, para excavar trincheras, canales y dársenas en terrenos vírgenes, pero siempre en zonas abrigadas. Estos equipos son muy sensibles a la acción del oleaje, por lo que no pueden actuar demasiado lejos de la costa. Por otro lado, las dragas cortadoras permiten obtener superficies de corte bastante precisas siguiendo un perfil predeterminado.

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 1	Página
Asociación Geostudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Junio 2012	17-32

Las profundidades alcanzadas con estos equipos no son muy elevadas, oscilando generalmente entre 1 y 30 metros, pero dado el tipo de trabajos que efectúan, raramente necesitan operar a profundidades mayores.

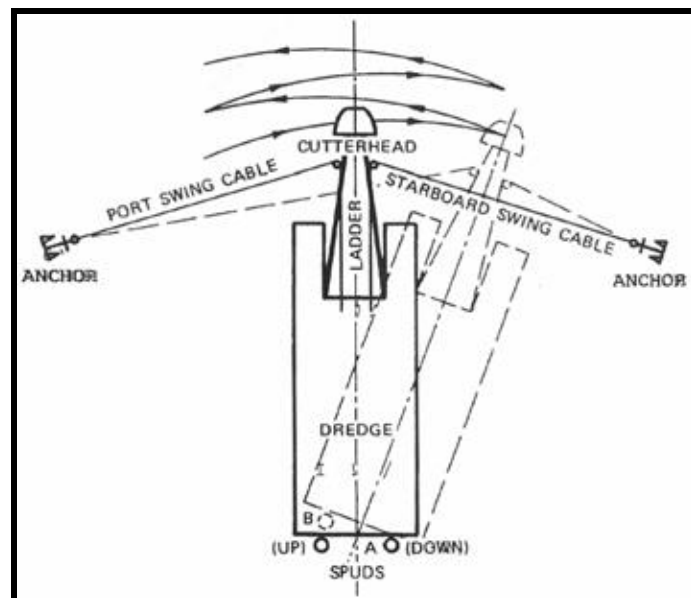
El ritmo de producción depende del diámetro de la tubería de succión, que varía entre 150 mm (6 pulgadas) y 1100 mm (43 pulgadas), y de la capacidad de corte de la cabeza cortadora, que suele tener una potencia entre 15 kW y 4.500 kW.

Debido a sus costos de instalación y movilización, las dragas cortadoras se utilizan cuando hay grandes volúmenes a dragar. Sin embargo, debido a la elevada producción obtenida por estos equipos, el costo por metro cúbico dragado e impulsado es el más económico de todos. Su gran eficiencia hace que las dragas cortadoras sean las más utilizadas en el mundo, con un total de 930 unidades, representando el 36.8 % de la flota mundial de dragas (Llorca, J., 1997).

Sistema de trabajo

Situada la draga en el eje de la zona a dragar, se hincan los puntales y se instala la tubería de vertido hacia tierra. A continuación se levanta uno de los puntales de popa y se desciende la escala hasta la cota deseada. Las bombas de dragado se ponen en funcionamiento y se activa el motor del cabezal cortador. El conjunto va describiendo un arco de círculo alrededor del puntal hincado, parecido al esquema de trabajo de las dragas de rosario (ver Figura). El material cortado es succionado por el tubo de aspiración e impulsado hacia la zona de vertido por otra tubería o vertido en un gánguil. El movimiento circular del cortador se va repitiendo hasta extraer todo el material. La anchura de las calles de dragado varía entre 25 m y 100 m, dependiendo de las características de la draga y de la profundidad de dragado. Una vez extraído todo el material, el pontón avanza por la calle de dragado mediante los puntales y las anclas.

Figura 7 Esquema de trabajo de una draga cortadora



Fuente: Engineer Manual No. 1110-2-5025, 1983

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 1	Página
Asociación Geostudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Junio 2012	17-33

El cabezal cortador

El cabezal cortador es sin duda el elemento singular de este tipo de dragas, llegando a crear en algunos casos nuevos tipos de dragas cortadoras, con nombres específicos, que se utilizan en trabajos singulares (profiledredger, wheeldredger, sweepdredger). Existe una gran variedad de cortadores, que se escogen según las necesidades de cada trabajo, pudiéndose distinguir principalmente entre:

Cabezales de cuchillas: son útiles para dragar arenas y arcillas blandas, aunque existen cuchillas especiales para rocas. Las cuchillas cortan el material y lo dirigen hacia la entrada del tubo de succión. Cuanto mayor es el número de hojas de corte en el cabezal, menor es el diámetro del elemento que puede succionar y mayor la potencia de corte, por lo que el diseño del cortador ha de ser un compromiso entre ambos si el material contiene escombros o elementos de tamaño heterogéneo. La muestra un cabezal cortador de cuchillas.



Cortadores de cangilones: una rueda de cangilones extrae el producto y lo vierte en la boca del tubo. Este sistema permite obtener una alta densidad del lecho dragado, pero las pérdidas producidas en el proceso de succión son elevadas, y mayores cuanto más fino es el material.

- Discos cortadores: operan en terrenos blandos de grano fino.

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 1	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Junio 2012	17-34



- Tornos helicoidales: se utilizan en el dragado de sedimentos finos de baja resistencia.

El material que se draga es reimpulsado y dirigido a través de tubería al lugar de vertido; Excepcionalmente, se puede verter a gánguil mediante difusores. En el mercado hay gran número de dragas de cortador de tamaños y potencias muy distintas. Desde las más pequeñas, adecuadas para dragar en las presas y en los ríos, que son desmontables y se pueden transportar en camiones, que con una potencia que puede alcanzar 28.000 Kw son capaces de dragar rocas de 50 MPa de resistencia a compresión simple e impulsar el material a través de tubería a una distancia de 25 Km.

17.10 Determinación de la mejor alternativa de dragado

17.10.1 Introducción

Una de las decisiones más importantes que hay que tomar en todo proyecto de dragado es respecto al equipo que se va a utilizar. La definición de la mejor alternativa depende de las características de la obra de dragado y debe enfocarse en una adecuada opción de ingeniería (eficiencia en la ejecución de la obra a un costo razonable); evidentemente el costo de la obra depende del tipo de trabajo a ejecutarse. La elección de la mejor alternativa debe responder al equipo que mejor se acople para cumplir con el escenario de dragado propuesto.

En el capítulo 8 del presente estudio se analizó las condiciones actuales de los taludes que se han conformado naturalmente a la altura de los sondeos mecánicos Geo 2, Geo 3, Geo 4 y Geo 5, estos sondeos se encuentran entre la boya 48 y la boya 80 del canal de acceso al Puerto de Guayaquil, la ubicación exacta de los mismos se detalla en los planos entregados en fases anteriores de este estudio. Adicionalmente, en la zona de afloramientos rocosos, se ha realizado mediciones de velocidades de la onda cortante, correlacionando con parámetros geotécnicos de las formaciones rocosas, encontradas en estudios anteriores realizados en el sector de Los GOLES, (Geoestudios, 2011).

En el desarrollo del presente capítulo se analizarán las condiciones de estabilidad de los taludes a conformar con el proceso de dragado, para ello se ha dividido al canal de acceso en tramos, esta división va desde la boya de mar hasta la boya 80.

Para cada tramo de los antes mencionados se ha evaluado la estabilidad partiendo de la información geotécnica recolectada en las fases previas de este estudio así como de estudios anteriores, como es el caso del estudio para el área de los "Goles como se indico anteriormente.

Mediante el análisis de estabilidad realizado en este capítulo se seleccionarán las pendientes que se le dará a los taludes en el proceso de dragado, estos valores de pendientes son muy importantes ya que mediante los mismos se podrá establecer el volumen de los geomateriales (roca y sedimentos) a dragar.

Para el análisis de estabilidad de los se utilizaron modelos generados mediante un algoritmo de elementos finitos en el software Plaxis V. 9.

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 1	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Junio 2012	17-35



17.10.2 Características del Área de Operaciones versus Equipos de Dragado

El estero Salado está constituido por una costa muy baja, casi al nivel del mar, donde la abundancia de vegetación, principalmente Manglar, le da la apariencia de un gran pantano. Se pueden describir como varios esteros interconectados entre islas cubiertas de manglar en sus orillas, con pampas salinas en el centro de las mismas. Además, el ecosistema de manglar, con su complicado sistema de raíces, atrapa sedimentos que sirven de nicho a infinidad de especies marinas. Adicionalmente, la influencia marina dada por la interacción río – mar ha generado la conformación de numerosas ramificaciones (esteros e islas), formando un estuario complejo, cuya principal ramificación es el estero Salado, que se adentra hasta el corazón mismo del Guayaquil metropolitano

El contenido de sedimentos está constituido por arena limosa, siendo el contenido de arcilla bajo. Respecto a los sólidos en suspensión, estos dependen de la magnitud y de la duración de las corrientes de marea existentes. Durante la estación de lluvia la concentración de sedimentos es mayor que en la estación seca, debido al mayor aporte de sedimentos de ríos y riachuelos, provenientes del lavado de sedimentos ocasionado en las áreas torrenciales de las zonas montañosas.

Es evidente que por la magnitud de sedimentos a dragar, se requerirá de equipos de producción alta del orden de los 10.000.0m³ a 12.000.0m³ y que tengan autonomía propia. Además, el requerimiento de un lugar de depósitos del material debería estar inmerso en las cercanías de las áreas de trabajo, que para el presente caso un lugar se encuentra frente a la Isla Puna Coordenadas W 80° 15' 36", S 2° 47' 48" cuyas profundidades alcanzan los 30m que en la actualidad se lo usa y desarrolla una distancia promedio con respecto a la barra interna de 24 millas; existe otro lugar que también se podría escogerse, que es frente a Posorja a la altura de la Boya 16 donde las profundidades llegan a los 60m y esta a una distancia de 19 millas.

17.10.3 Caracterización geotécnica de los Materiales.

Para la caracterización geotécnica de los suelos se ha empleado diferentes procedimientos como por ejemplo:

17.10.3.1 Métodos utilizados para determinar la resistencia al corte no drenada, "Su"

Equipo Pocket Penetrómetro y Torvane

En la campaña de exploración geotécnica se realizaron perforaciones en las cuales se obtuvo muestras con tubos Shelby para obtener la resistencia índice del suelo con el penetrómetro de bolsillo y además se realizaron las pruebas utilizando el Torvane para obtener este mismo parámetro (Su).

Correlaciones con N60

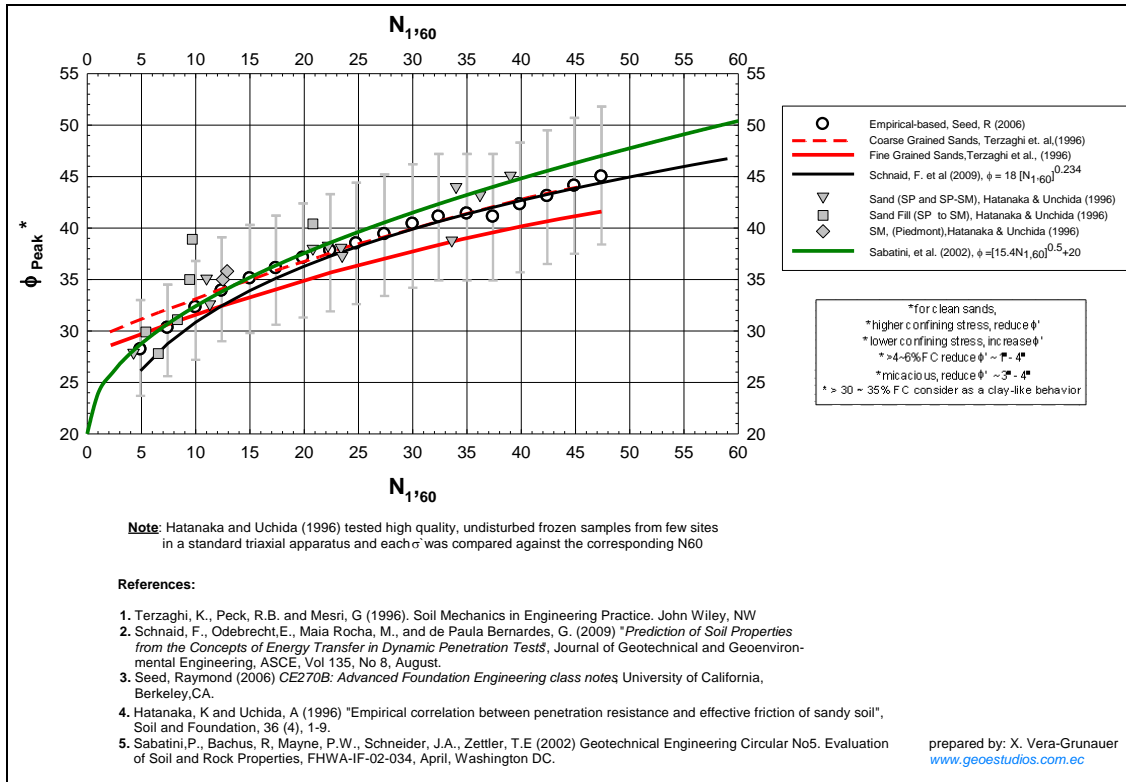
Se extrajo una cantidad determinada de muestras arcillosas con muestreadores tipo Shelby, para poder determinar la resistencia al esfuerzo cortante (Su) con ensayos directos sobre las mismas. Para las muestras restantes se empleó la correlación establecida por Look (2007) para arcilla de alta plasticidad ($S_u=4N_{60}$ [kPa]) que es el tipo de arcillas que se encontraron en el canal de acceso.

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 1	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Junio 2012	17-36

17.10.3.2 Métodos utilizados para determinar el ángulo de fricción, “ ϕ ”

Para la determinación del ángulo de fricción en función del número del golpes del ensayo STP (N_{60}) se empleó la gráfica preparada por Vera Grunauer et al 2009 la misma que denota las correlaciones expuestas por varios autores.

Figura 8 Correlaciones existentes de ϕ de acuerdo al $N_{1,60}$, varios autores

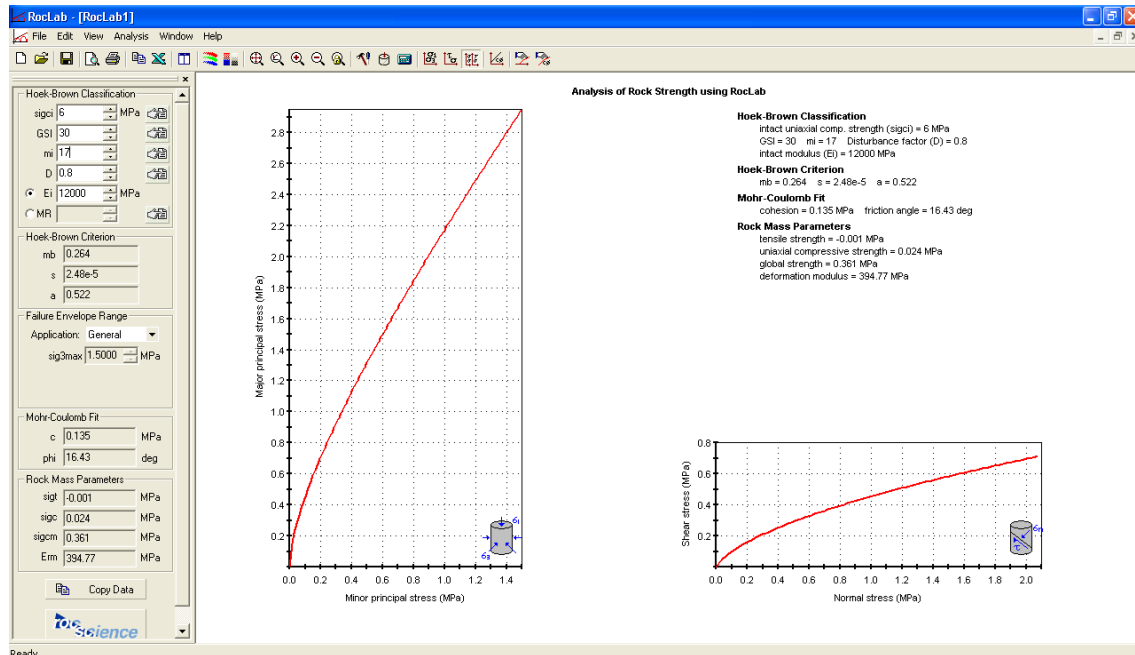


Fuente: Vera Grunauer et al, 2009.

Para la caracterización geotécnica de las rocas, considerando el valor medio estimado de los parámetros de correlación obtenidos de las velocidades de las ondas de corte, se empleó el software Rocklab para obtener los valores de c , ϕ y E_{rm} en función de los parámetros sigci, GSI, m_i , D y E_i , en la figura mostrada a continuación se muestra la obtención de los parámetros para un ejemplo:

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 1	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Junio 2012	17-37

Figura 9 Uso del software Rocklab para obtener los parámetros para los estratos rocosos



Elaborado por: Grupo Consultor

17.10.3.3 Análisis mediante el método de elementos finitos

El análisis de elemento finito ha sido usado ampliamente por varios años en la ingeniería geotécnica, para calcular la respuesta de suelos y rocas. La selección de las dimensiones generales del modelo del elemento finito y el tipo de fronteras empleadas son muy importantes.

Para que la evaluación de la estabilidad sea significativa, el análisis de elemento finito debe emplear una relación esfuerzo-deformación representativa del comportamiento del geomaterial.

17.10.3.4 Análisis de estabilidad mediante PLAXIS V.9

PLAXIS es un paquete que utiliza el elemento finito, específicamente diseñado para el análisis de la deformación y la estabilidad de proyectos de ingeniería geotécnica. Las aplicaciones geotécnicas requieren modelos constitutivos avanzados para la simulación de comportamientos de suelos no lineales y dependientes del tiempo, así como de rocas como medios discontinuos. Además, como los geomateriales son materiales que presentan múltiples fases, se requieren procedimientos especiales para tratar con presiones de poro hidrostáticas y no – hidrostáticas en el suelo.

El factor de seguridad se define usualmente como la relación entre la carga de falla y la carga de trabajo. Esta definición es válida para estructuras de cimentación, pero no para taludes y terraplenes. Para este tipo de estructuras es más apropiado usar la definición de mecánica de un factor de seguridad, la cual es la relación del esfuerzo cortante disponible entre el esfuerzo cortante mínimo necesario para el equilibrio. PLAXIS puede ser usado para calcular este factor de seguridad usando un procedimiento de reducción de la resistencia al esfuerzo cortante (c- Φ reduction).

PLAXIS tiene aplicaciones gráficas para ver los resultados calculados. Los valores exactos de desplazamientos, esfuerzos y fuerzas estructurales pueden ser obtenidos

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 1	Página
Asociación Geostudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Junio 2012	17-38

en tablas. Una herramienta especial está disponible para dibujar curvas carga–desplazamiento, esfuerzo–trayectoria y diagramas esfuerzo–deformación.

La visualización de trayectorias de esfuerzos provee particularmente una valiosa idea del comportamiento local del geomateriales y dispone un análisis detallado de los resultados.

17.10.4 Análisis de estabilidad de taludes para el canal de acceso

Con la información geotécnica producto de los sondeos geofísicos y mecánicos que se realizaron, además de la información obtenida producto del modelamiento matemático del canal y las recomendaciones dadas por el especialista de dragado, se decidió seccionar al canal de acceso al puerto de Guayaquil para de esta manera realizar un análisis mucho más detallado de los taludes a conformar hacia los lados del eje del canal de acceso el cual vaya de acuerdo con el tipo de geomateriales presentes en cada tramo, de esta manera se logrará tener una mejor aproximación del volumen total de material que necesita ser dragado, esta última acotación es la objetivo del análisis realizado en este capítulo.

Se ha dividido al canal de acceso en seis tramos los mismos que se indican en la siguiente tabla:

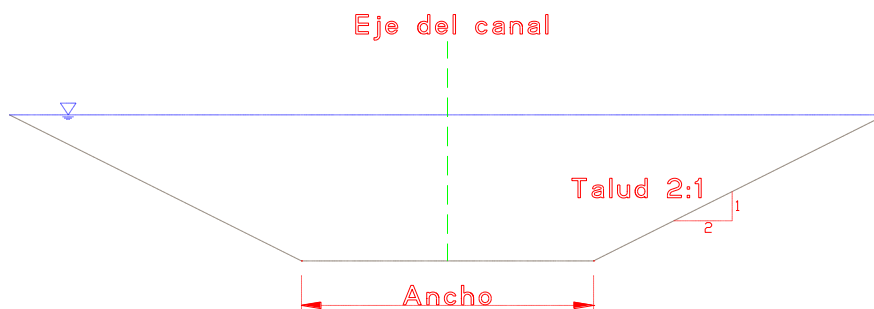
Tabla 12 Seccionamiento del canal de acceso en tramos

TRAMO	Boyas	
	Desde	Hasta
1	Boya de mar	7
2	7	13
3	13	17
4	17	33
5	33	66
6	66	80

Elaborado por: Grupo Consultor 2012

En adelante se nombrará términos como **pendientes de taludes** expresadas de la forma **x:y** donde el primer valor (x) indica la distancia horizontal que se recorre por cada distancia vertical (y) y además se hará referencia al **ancho** del canal, el mismo que es el la longitud horizontal que habrá en el fondo del canal tal como lo expresa el esquema mostrado a continuación:

Figura 10 Esquema de los términos relacionados con el análisis de estabilidad



Fuente: Grupo Consultor 2012

Para cada uno de los seis tramos detallados en la tabla anterior se presenta a continuación el análisis de estabilidad de taludes indicando en cada caso el tipo de geomateriales presentes así como los parámetros de cada uno de ellos que es la información de entrada para realizar el modelamiento de estabilidad el cual se realizó en el software de análisis de elementos finitos Plaxis v9.0

17.10.4.1 Análisis de Estabilidad para el Tramo 1

Para este tramo se empleó la información obtenida mediante la línea de sísmica de refracción uno (LSR-1). Esta línea de sísmica de refracción se ejecutó entre el 27 de enero y el 29 de enero del año 2012 sobre el eje del canal de acceso, aproximadamente entre la boya 4 y la boya 6 y la misma tuvo una longitud total de 800 m.

La información que se obtuvo como resultados de la ejecución de las líneas sísmicas fueron las velocidades de onda cortante (V_s) las mismas que varían de acuerdo al tipo de geomaterial, es así que se clasificó a los geomateriales según su velocidad de onda cortante, de la siguiente manera:

Tabla 13 Tipo de geomaterial según la velocidad de onda cortante (V_s)

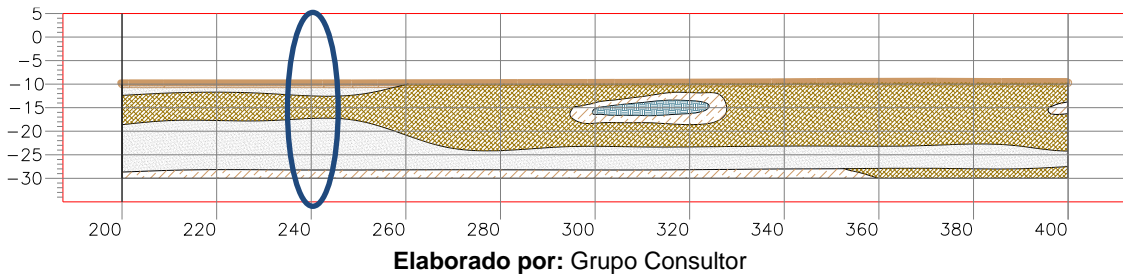
TIPO MATERIAL	DE	RANGO DE VELOCIDADES
Arena		$V_s < 300$ m/s
Roca Meteorizada		300 m/s $< V_s < 450$ m/s
Roca Blanda		450 m/s $< V_s < 600$ m/s
Roca Media		$V_s > 600$ m/s

Elaborado por: Grupo Consultor

Clasificados los diferentes tipos de geomateriales presentes en el fondo del canal de acceso se relacionó a los mismos con la información de un estudio previo como es el estudio del sector de "Goles", el mismo que está ubicado a una corta distancia del lugar de ejecución de esta líneas sísmica (LSR-1) y en el cual se determinó las propiedades de cada tipo de geomaterial, por ello, haciendo una analogía entre estos dos estudios se le asignó propiedades a los materiales identificados son este sondeo geofísico.

Debido a que la conformación de los taludes se da de forma perpendicular al eje del canal se decidió realizar el análisis de estabilidad con la condición más crítica que podría darse para este tramo, esta condición es en la que el perfil descrito mediante la información de la sísmica de refracción denota velocidades de onda cortante menores lo cual revela un mayor grado de meteorización de los mismos. Puntualmente se ha tomado la información a la altura de la abscisa 0+240 del perfil de la LSR1 (como se muestra en la siguiente figura) o a la altura de la abscisa 5+850 del eje del canal de acceso, esto comenzando el abscisado desde la boya de mar.

Figura 11 Selección de la sección más crítica para el cálculo de estabilidad en el tramo 1



En este tramo 1 el tipo de geomateriales es muy variable y se presenta superficialmente en el fondo marino arena y roca meteorizada. Debido a que en más del 50% de la línea sísmica LSR-1 se presenta roca meteorizada se decidió evaluar taludes con pendientes más pronunciadas, pero seleccionando como parte más crítica del perfil aquella que contiene material un mayor componente arenoso. Los valores de las pendientes que se evaluaron fueron 1:1 , 2:1 , 4:1

Considerando las condiciones particulares de los tipos de geomateriales encontrados en el sitio, se caracterizó su comportamiento con base en el criterio de falla Mohr-Coulomb y las arenas se modelaron como material tipo drenado. La geometría del modelo analizado así como los parámetros asociados con cada uno de los geomateriales se presenta en la siguiente tabla:

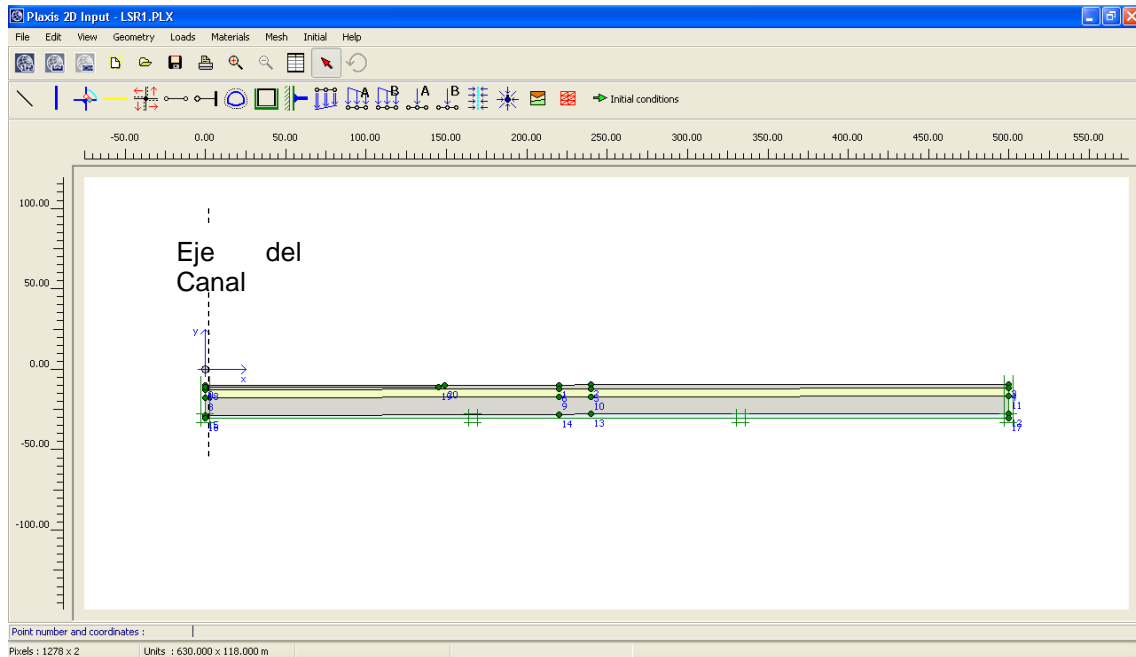
Tabla 14 Propiedades de ls geomateriales para el modelo geotécnico del tramo 1

Materiales	Prof. (m)	C (kN/m²)	Φ (°)	E (kPa)
Arena	0.00 – 2.50	---	29	3000
Roca Meteorizada	2.50 – 7.50	135	16	19740
Arena	7.50 – 18.25	---	29	3000
Roca blanda	18.25 - 20	547	24	80140

Elaborado por: Grupo Consultor

A continuación se muestra el modelo empleado en Plaxis para el cálculo de estabilidad:

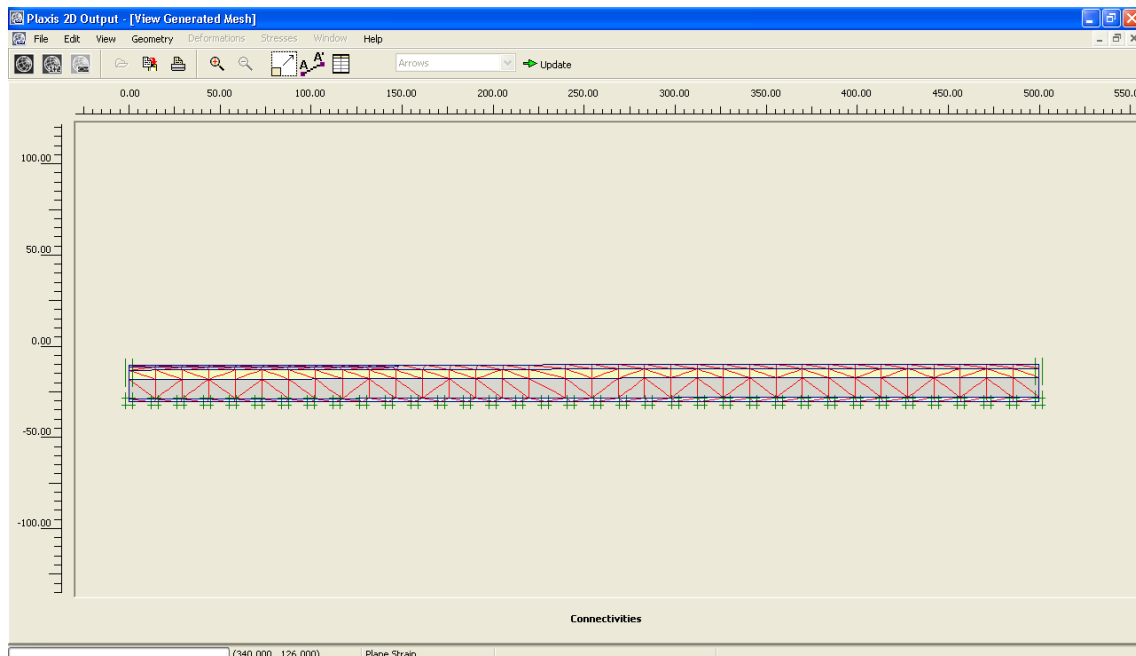
Figura 12 Modelo del talud del fondo y subfondo marino caracterizado con la LSR-1



Elaborado por: Grupo Consultor

La figura 13 muestra la malla formada en el modelo para el posterior cálculo de estabilidad mediante un algoritmo de elementos finitos

Figura 13 Malla generada para el modelo caracterizado con la LSR-1



Elaborado por: Grupo Consultor

De este análisis se obtuvo los siguientes valores de factores de seguridad para la etapa actual y post-dragado:

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 1	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Junio 2012	17-42

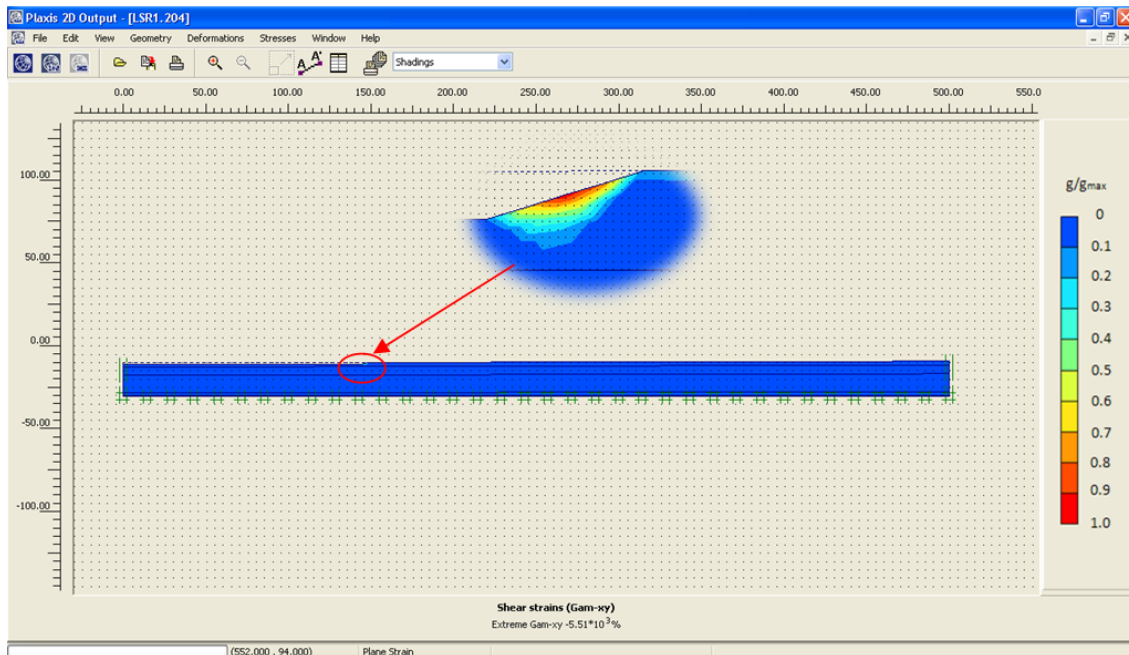
Tabla 15 Factores de seguridad obtenidos para el modelo geotécnico del tramo 1

Calado	Ancho	Factor de Seguridad			
		Condición actual	Condición Post-dragado		
			1:1	2:1	4:1
9.6	247.08	46	46	46	46
10.0	261.9	---	46	46	46
10.5	275.29	---	3.7	3.8	4.2
11.0	286	---	1.5	1.6	2.1

Elaborado por: Grupo Consultor

Se puede apreciar en la figura 14 la relación entre la deformación unitaria por cortante y la deformación unitaria por cortante máxima, lo cual permite estimar la superficie de falla potencial para el modelo del tramo 1:

Figura 14 Diagrama de la superficie de falla potencial



Elaborado por: Grupo Consultor

Para el caso de los calados con 9.6 y 10.0 m los factores de seguridad post-dragado son los mismos que en la condición actual, ya que con el incremento de 0.4m de profundidad el talud no genera incremento de esfuerzos cortantes considerables.

Los factores de seguridad en para 10.5 y 11.0 m reportados en la tabla anterior se indican para las diferentes pendientes de los taludes, se puede notar que para un calado de 11 m los factores de seguridad para pendientes 1:1 y 2:1 se encuentran en 1.5 el cual es el mínimo valor de factor de seguridad para taludes de este tipo de acuerdo a la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC 2011, la mismo que es su capítulo 9, Geotecnia y Cimentaciones, indica para taludes expuestos a una larga duración el factor de seguridad mínimo es de 1.50.

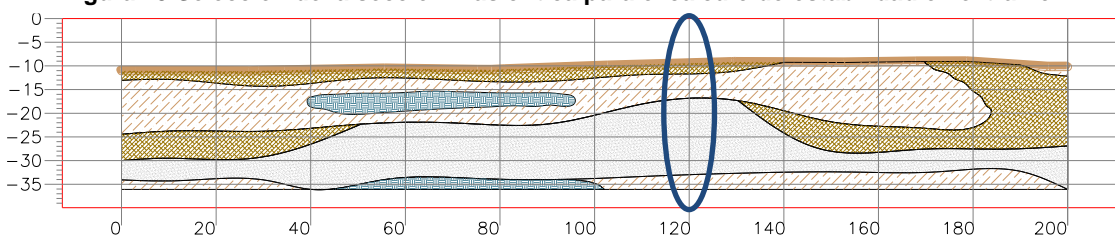
Los distintos valores de ancho de fondo fueron establecidos mediante un análisis náutico y se evaluó la condición más desfavorable que es para la parte curva de cada tramo, ya que en estas se necesitan mayores valores de anchos en el fondo del canal y por consiguiente provocará un mayor dragado.

17.10.4.2 Análisis de Estabilidad para el Tramo 2

Para este tramo que va desde la boya 7 hasta la boya 13 se empleó la información obtenida mediante un ensayo de prospección geofísica como lo es la línea de ReMidos (LSR-2). Esta línea de sísmica de refracción se ejecutó entre el 30 de enero y el 01 de febrero del año 2012 sobre el eje del canal de acceso, entre las boyas 10 y 12, la misma tuvo una longitud total de 800 m.

Al igual que para la LSR-1, dado que la conformación de los taludes se da de forma perpendicular al eje del canal se decidió realizar el análisis de estabilidad con la condición más crítica que podría darse para este tramo, esta condición es en la que el perfil descrito mediante la información de la sísmica de refracción denota velocidades de onda cortante menores lo cual revela un mayor grado de meteorización de los mismos. Puntualmente se ha tomado la información a la altura de la abscisa 0+120 del perfil de la LSR2 o a la altura de la abscisa 15+350 del eje del canal de acceso, esto comenzando el abscisado desde la boya de mar, figura 15.

Figura 15 Selección de la sección más crítica para el cálculo de estabilidad en el tramo 2



Elaborado por: Grupo Consultor

Considerando las condiciones particulares de los tipos de geomateriales encontrados en el sitio, se caracterizó su comportamiento con base en el criterio de falla Mohr-Coulomb y las arenas se modelaron como material tipo drenado. La geometría del modelo analizado así como los parámetros asociados con cada uno de los geomateriales se presenta en la siguiente tabla:

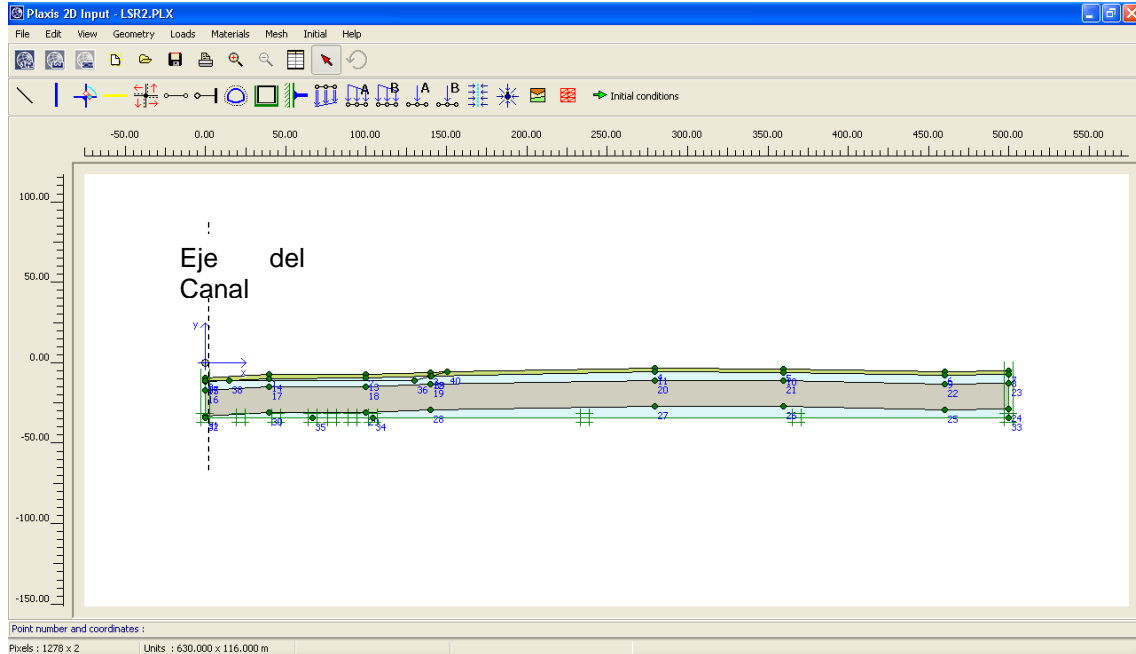
Tabla 16 Propiedades de los geomateriales para el modelo geotécnico del tramo 2

Materiales	Prof. (m)	C (kN/m ²)	Φ (°)	E (kPa)
Roca Meteorizada	0.00 – 2.25	135	16	19740
Roca blanda	2.25 – 7.50	547	24	80140
Arena	7.50 – 23.50	---	29	3000
Roca blanda	23.50 – 25.00	547	24	80140

Elaborado por: Grupo Consultor

A continuación se muestra el modelo empleado en Plaxis para el cálculo de estabilidad, figura 16:

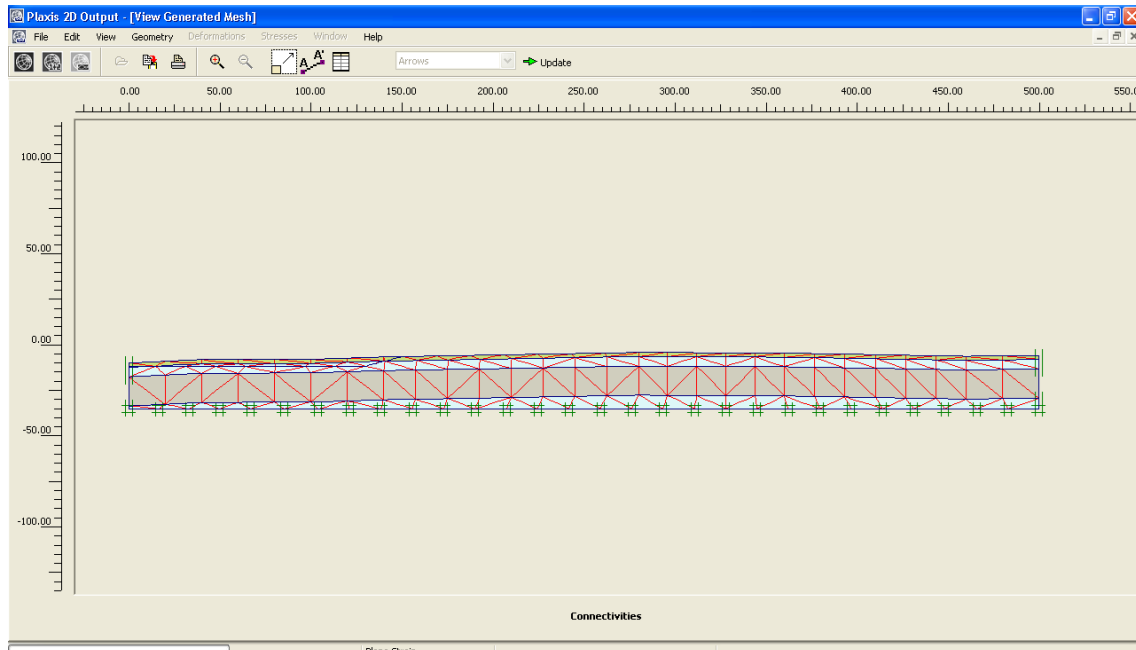
Figura 16 Modelo del talud del fondo y subfondo marino caracterizado con la LSR-2



Elaborado por: Grupo Consultor

En la figura 17 se muestra la malla formada en el modelo para el posterior cálculo de estabilidad mediante un algoritmo de elementos finitos

Figura 17 Malla generada para el modelo caracterizado con la LSR-2



Elaborado por: Grupo Consultor

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 1	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Junio 2012	17-45

De este análisis se obtuvo los siguientes valores de factores de seguridad para la condición actual y post dragado:

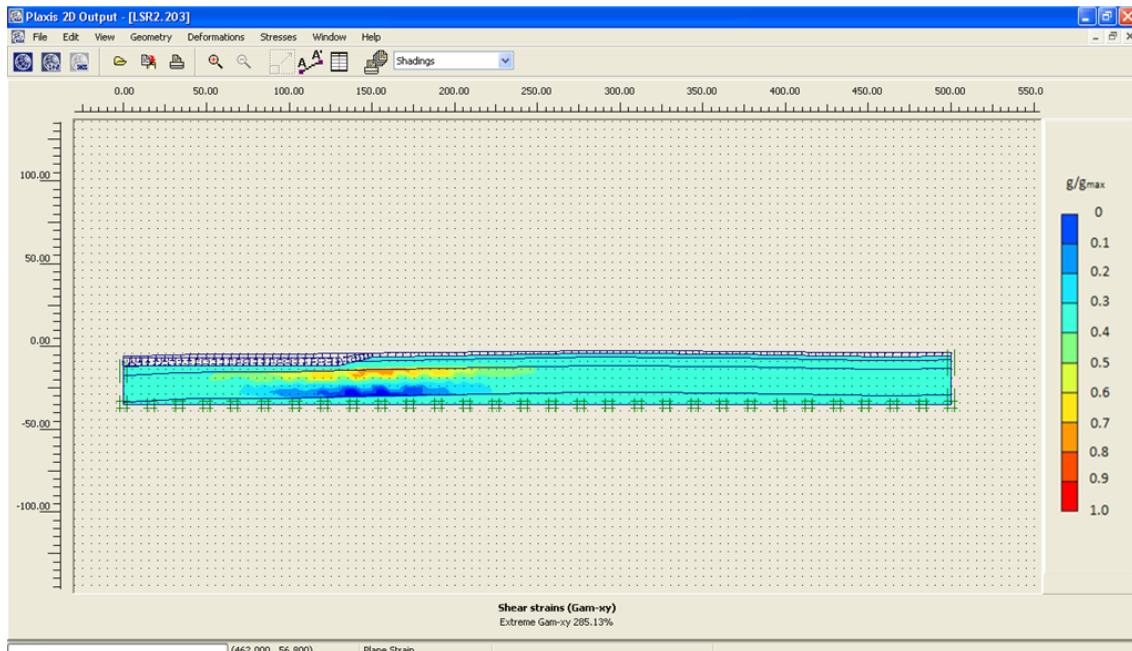
Tabla 17 Factores de seguridad obtenidos para el modelo geotécnico del tramo 2

Calado	Ancho	Factor de Seguridad			
		Condición actual	Condición Post-dragado		
			1:1	2:1	4:1
9.6	235.83	87	46	48	49
10.0	245.15	---	38	43	45
10.5	253.83	---	36	43	44
11.0	259.91	---	29	30	31

Elaborado por: Grupo Consultor

Se puede apreciar en la figura 18, la superficie de falla potencial para el modelo del tramo 2:

Figura 18 Diagrama de la superficie de falla potencial



Elaborado por: Grupo Consultor

Los factores de seguridad globales obtenidos son muy altos debido a que el material que aflora superficialmente en el fondo del canal son materiales rocosos. Estos factores de seguridad cumplen con las especificaciones establecidas en el NEC 2011 el mismo que es su capítulo 9, Geotecnia y Cimentaciones, indica para taludes expuestos a una larga duración el factor de seguridad mínimo es de 1.50.

Los distintos valores de ancho fueron establecidos mediante un análisis náutico y se evaluó la condición más desfavorable que es para la parte curva de cada tramo, ya que en estas se necesitan mayores valores de anchos en el fondo del canal y por consiguiente provocará un mayor dragado.

17.10.4.3 Análisis de Estabilidad para el Tramo 3

Para este tramo que va desde la boya 13 hasta la boya 17, no hubo necesidad de analizar la estabilidad de taludes, ya que las profundidades a las que se encuentran los geomateriales son mayores a 11 m que es la máxima profundidad para la cual se realizaron los modelos analizados en el software de elementos finitos Plaxis.

17.10.4.4 Análisis de Estabilidad para el Tramo 4

Para este tramo que va desde la boya 17 hasta la boya 33 se empleó la información obtenida mediante un vibrosondeo y se complementó al mismo con la información obtenida del sondeo EG1.

Puntualmente se ha tomado la información a la altura de la abscisa 34+050 del eje del canal de acceso, esto comenzando el abscisado desde la boya de mar.

Considerando las condiciones particulares de los tipos de geomateriales encontrados en el sitio, se caracterizó su comportamiento con base en el criterio de falla Mohr-Coulomb y las arenas se modelaron como material tipo drenado. La geometría del modelo analizado así como los parámetros asociados con cada uno de los geomateriales se presenta en la siguiente tabla:

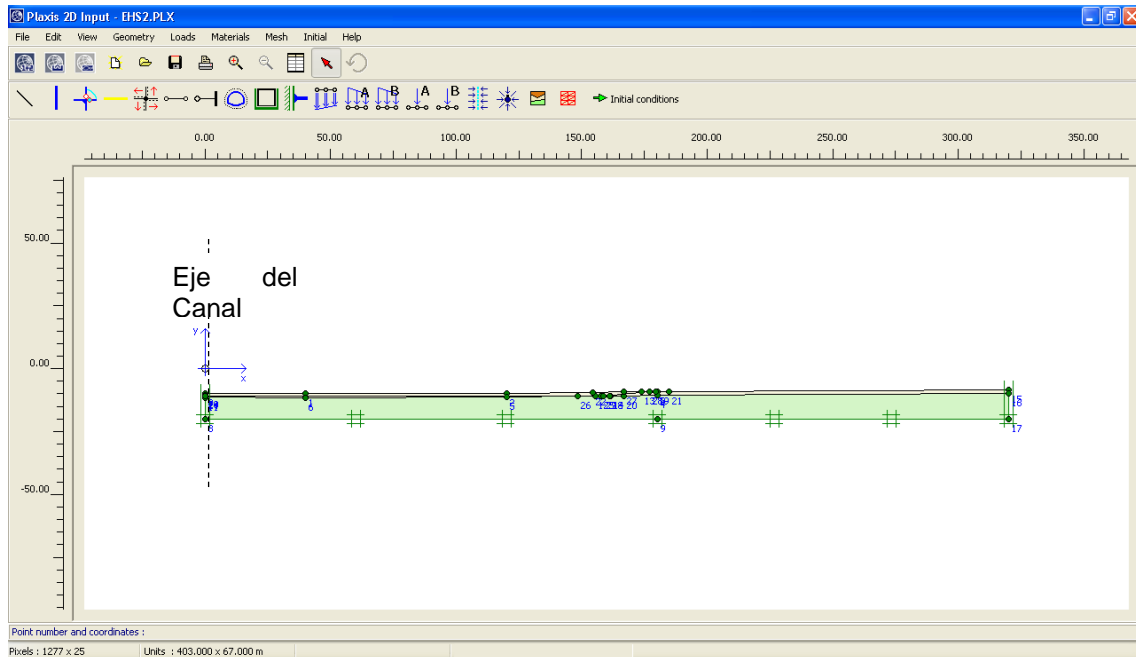
Tabla 18 Propiedades de ls geomateriales para el modelo geotécnico del tramo 4

Materiales	Prof. (m)	C (kN/m²)	Φ (°)	E (kPa)
Arena 1	0.00 – 1.25	---	26	7000
Arena 2	1.25 – 20.00	---	31	10000

Elaborado por: Grupo Consultor

A continuación se muestra en la figura 19, el modelo empleado en Plaxis para el cálculo de estabilidad:

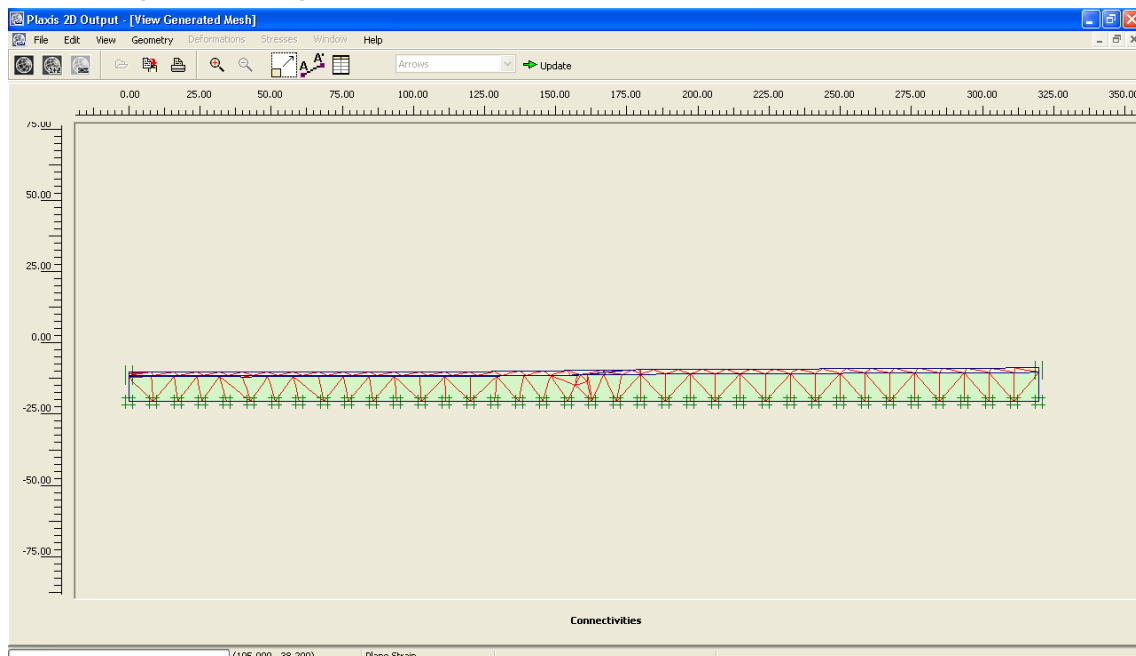
Figura 19 Modelo del talud del fondo y subfondo marino caracterizado con el vibrosondeo EHS2



Elaborado por: Grupo Consultor

En la figura 20 se muestra la malla formada en el modelo para el posterior cálculo de estabilidad mediante un algoritmo de elementos finitos.

Figura 20 Malla generada para el modelo caracterizado con el vibrosondeo EHS2



Elaborado por: Grupo Consultor

De este análisis se obtuvo los siguientes valores de factores de seguridad para la etapa actual y post dragado:

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 1	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Junio 2012	17-48

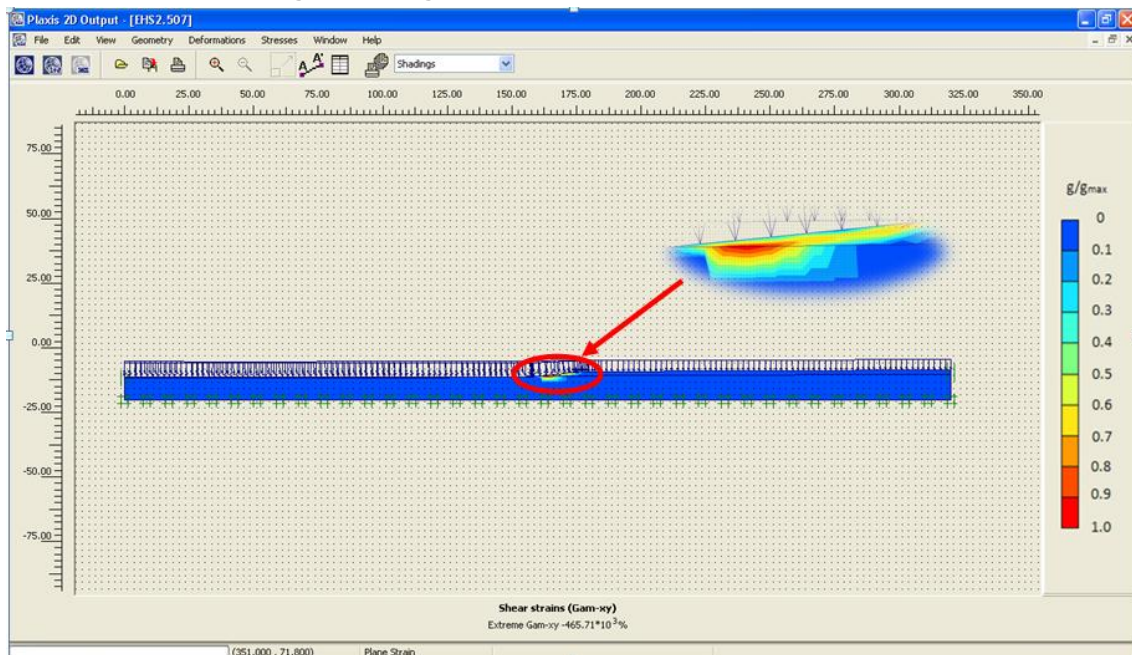
Tabla 19 Factores de seguridad obtenidos para el modelo geotécnico del tramo 4

Calado	Ancho	Factor de Seguridad			
		Condición actual	Condición Post-dragado		
			2.5:1	5:1	10:1
9.6	281.26	40.8	17.8	17.8	17.8
10.0	293.73	---	1.6	2.5	5.6
10.5	304.84	---	1.4	2.5	4.9
11.0	313.4	---	1.3	2.4	4.9

Elaborado por: Grupo Consultor

Se puede apreciar en la siguiente figura la superficie de falla potencial para el modelo del tramo 4:

Figura 21 Diagrama de la superficie de falla potencial



Elaborado por: Grupo Consultor

El factor de seguridad obtenidos para 9.6 m de calado es alto debido a que la superficie de corte es mínima pero se puede notar que estos valores de factor de seguridad se reducen para profundidades de calado mayores y para pendientes más pronunciadas. Se recomienda para los calados mayores de 10.5m que los taludes tengan una pendiente de 3.75:1 a 4:1.

Los distintos valores de ancho de fondo fueron establecidos mediante un análisis náutico y se evaluó la condición más desfavorable que es para la parte curva de cada tramo, ya que en estas se necesitan mayores valores de anchos en el fondo del canal y por consiguiente provocará un mayor dragado.

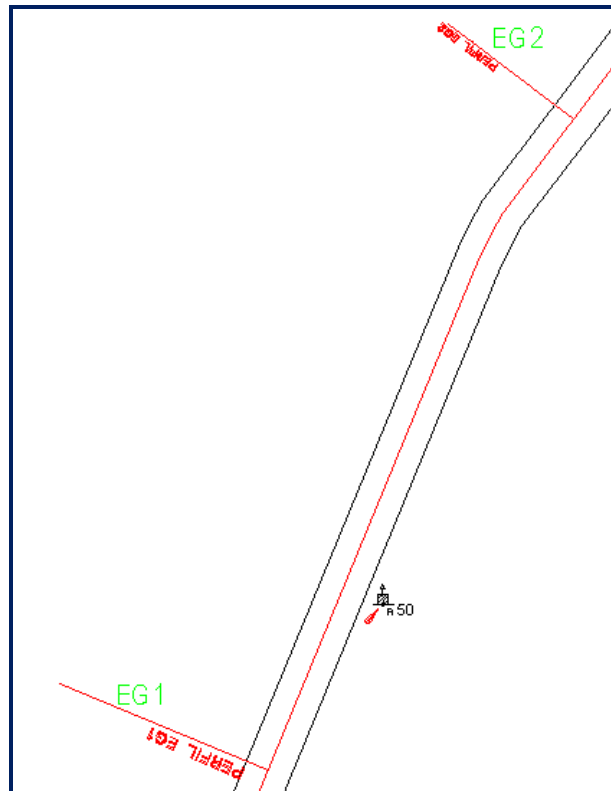
17.10.4.5 Análisis de Estabilidad para el Tramo 5

Para este tramo que va desde la boya 33 hasta la boya 66 se empleó la información obtenida mediante los sondeos mecánicos como son las perforaciones EG1, EG2 y EG3.

Sin embargo la geometría del perfil realizado con el sondeo EG3 no permite efectuar análisis de estabilidad dado que las profundidades que refleja este perfil para el fondo del canal son mayores a las profundidades de dragado que son objeto de evaluación en este estudio.

La figura mostrada a continuación representa la ubicación de los sondeos EG1 y EG2 a lo largo del canal.

Figura 22 Vista en planta de los perfiles EG1 y EG2 analizados



Elaborado por: Grupo Consultor

La perforación Geo 1 se encuentra a la altura de la boya 48 aproximadamente a la abscisa 59+400 esto comenzando el abscisado desde la boya de mar y la perforación Geo 2 se encuentra a la altura de la boya 51 en la abscisa 62+500 comenzando este abscisado también desde la boya de mar

Considerando las condiciones particulares de los tipos de geomateriales encontrados en el sitio, se caracterizó su comportamiento con base en el criterio de falla Mohr-Coulomb y las arenas se modelaron como material tipo drenado. La geometría del modelo analizado con la perforación EG1 así como los parámetros asociados con cada uno de los geomateriales se presenta en la siguiente tabla:

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 1	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Junio 2012	17-50

Tabla 20 Propiedades de los geomateriales para el modelo geotécnico caracterizado con el sondeo EG1

Materiales	Prof. (m)	C (kN/m ²)	Φ (°)	E (kPa)
Arena 1	0.00 – 1.25	---	26	7000
Arena 2	1.25 – 20.00	---	31	10000

Elaborado por: Grupo Consultor

En la figura 23 se muestra el modelo empleado en Plaxis para el cálculo de estabilidad:

Figura 23 Modelo del talud del fondo y subfondo marino caracterizado con el sondeo EG1

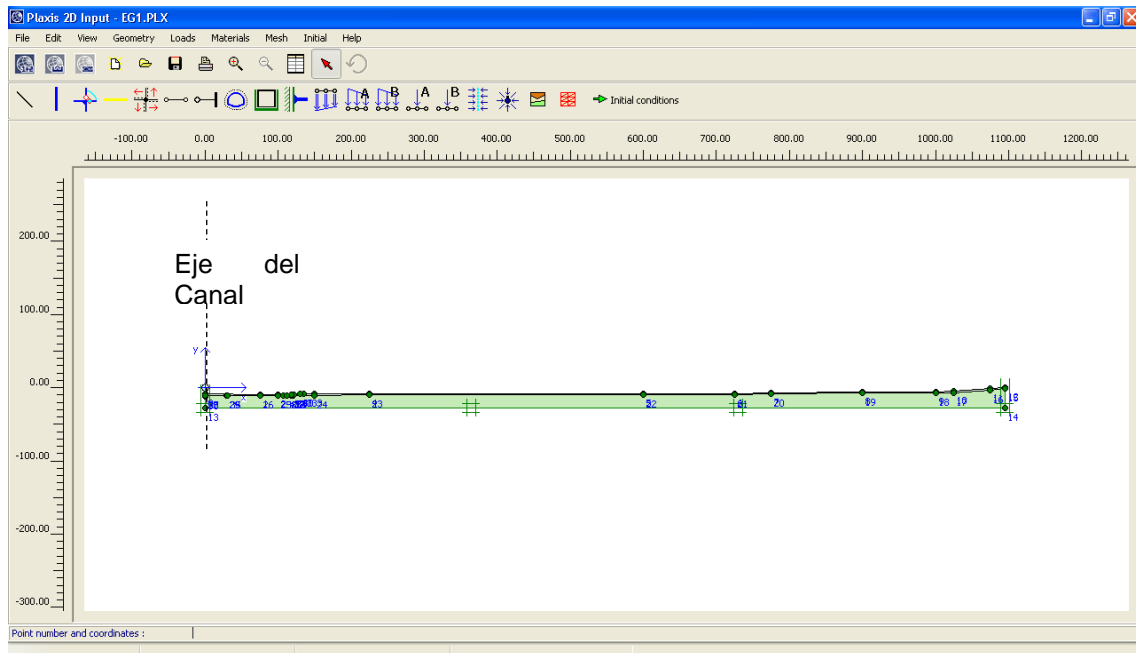
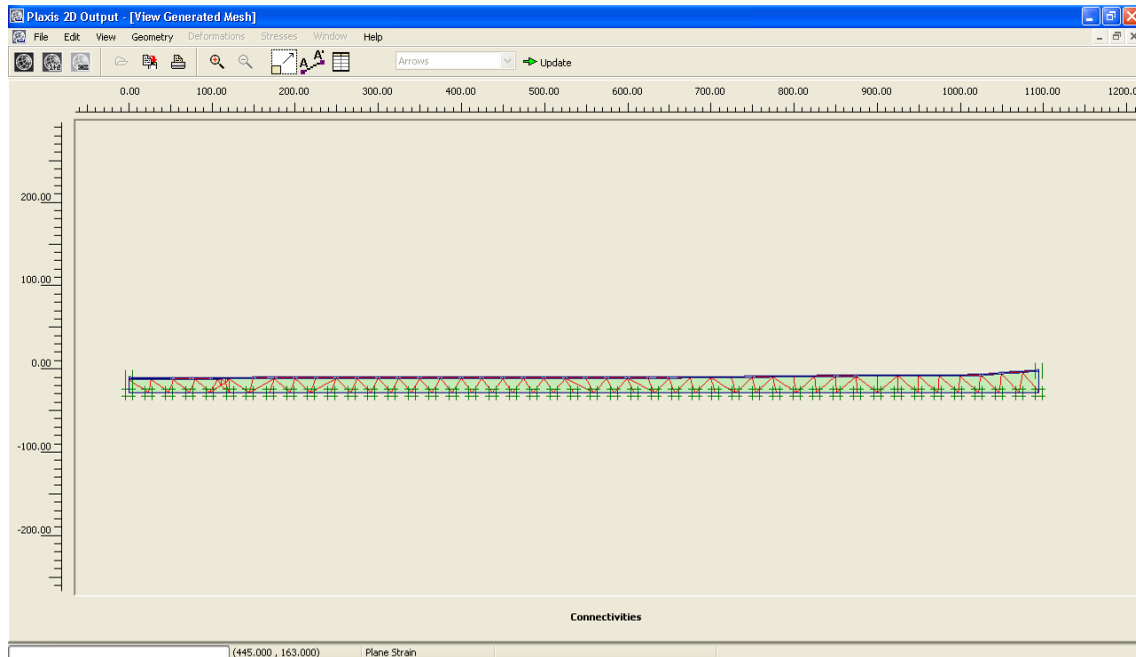


Figura 24 Malla generada para el modelo caracterizado con el sondeo EG1



Elaborado por: Grupo Consultor

De este análisis se obtuvo los siguientes valores de factores de seguridad para la etapa actual y post dragado:

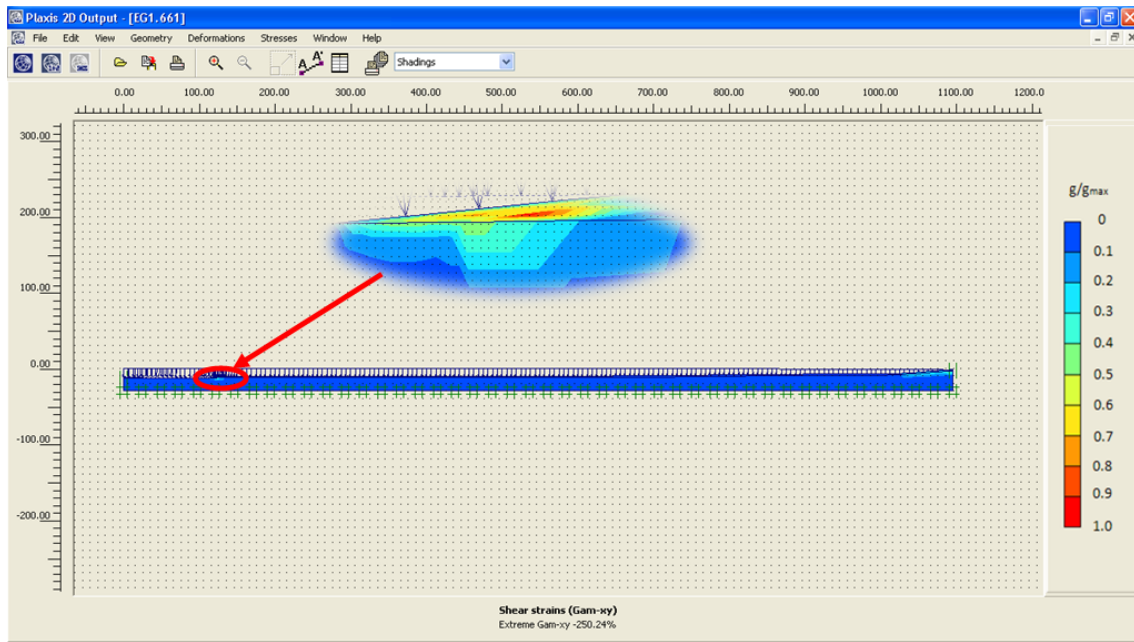
Tabla 21 Factores de seguridad obtenidos para el modelo geotécnico caracterizado con el sondeo EG1

Calado	Ancho	Factor de Seguridad			
		Condición actual	Condición Post-dragado 2.5:1	Condición Post-dragado 5:1	Condición Post-dragado 10:1
9.6	190.67	4.9	2.0	2.7	5.1
10.0	201.04	---	1.3	2.7	5.0
10.5	210.41	---	1.3	2.5	4.9
11.0	214.86	---	1.2	2.2	4.6

Elaborado por: Grupo Consultor

Se puede apreciar en la siguiente figura la superficie de falla potencial para el modelo del tramo 5 generado a partir de sondeo EG1:

Figura 25 Diagrama de la superficie de falla potencial



Elaborado por: Grupo Consultor

Para la condición del sondeo EG1, se recomienda para los calados mayores de 10 m que los taludes tengan una pendiente de 4:1.

Para el modelo analizado en base a la perforación Geo 2 también se utilizó como base el criterio de falla Mohr-Coulomb, las arcillas se modelaron como material tipo no drenado y las arenas se modelaron como material tipo drenado. La geometría de este modelo, así como los parámetros asociados con cada uno de los geomateriales se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 22 Propiedades de los geomateriales para el modelo geotécnico caracterizado con el sondeo EG2

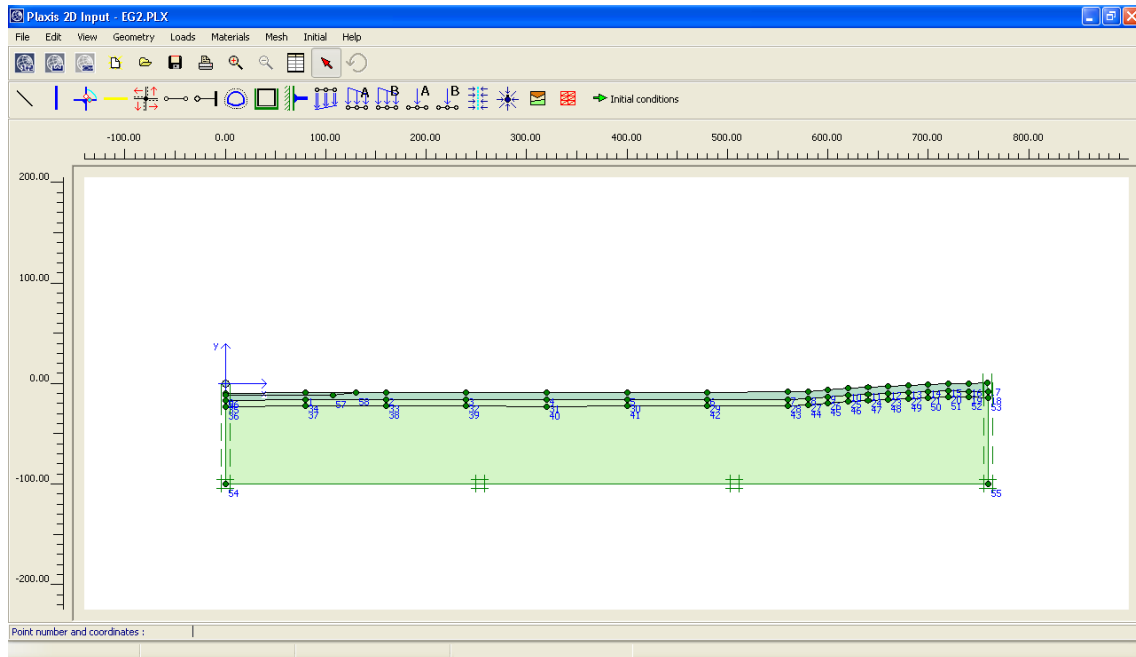
Materiales	Prof. (m)	C (kN/m²)	Φ (°)	E (kPa)
Arcilla	0.00 – 7.20	10	--	4500
Arena	7.20 – 20.00	---	40	8000

Elaborado por: Grupo Consultor

Es importante aclarar que los valores de E y ν usados para arcillas has sido corregidos es decir se ha empleado valores efectivos de estos parámetros los cuales son $E' \approx 0.90E$ y $\nu' \leq 0.35$

A continuación, figura 25, se muestra el modelo empleado en Plaxis para el cálculo de estabilidad:

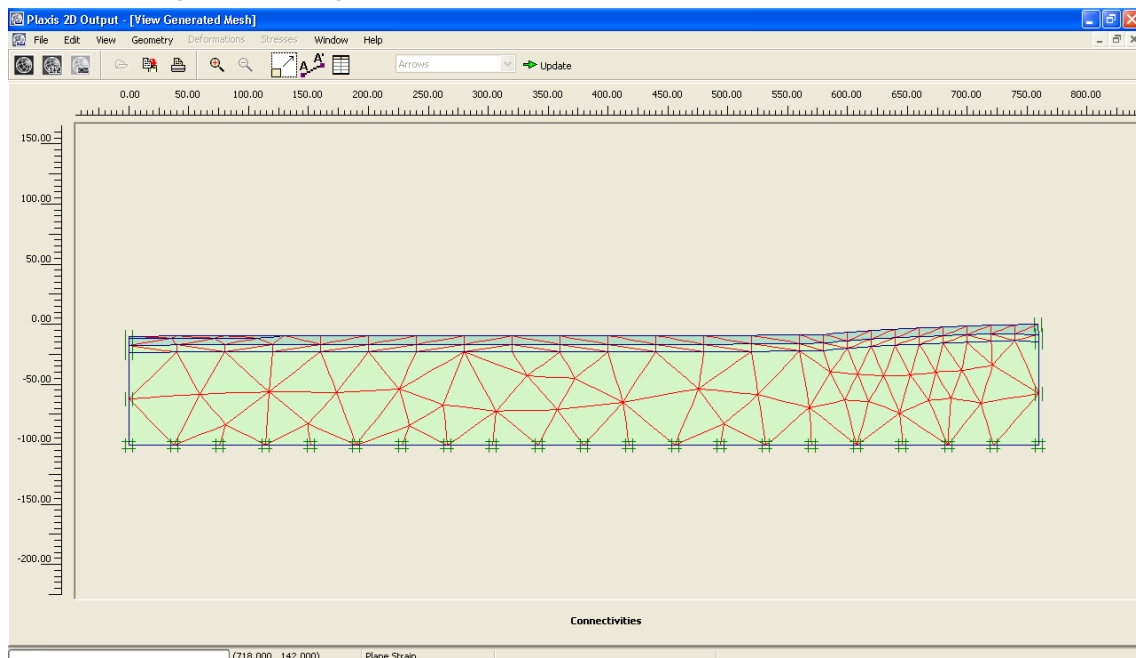
Figura 26 Modelo del talud del fondo y subfondo marino caracterizado con el sondeo EG2



Elaborado por: Grupo Consultor

En la figura 26 se muestra la malla formada en el modelo para el posterior cálculo de estabilidad mediante un algoritmo de elementos finitos

Figura 27 Malla generada para el modelo caracterizado con el sondeo EG2



Elaborado por: Grupo Consultor

De este análisis se obtuvo los siguientes valores de factores de seguridad para la etapa pre-dragado y post dragado:

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 1	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Junio 2012	17-54

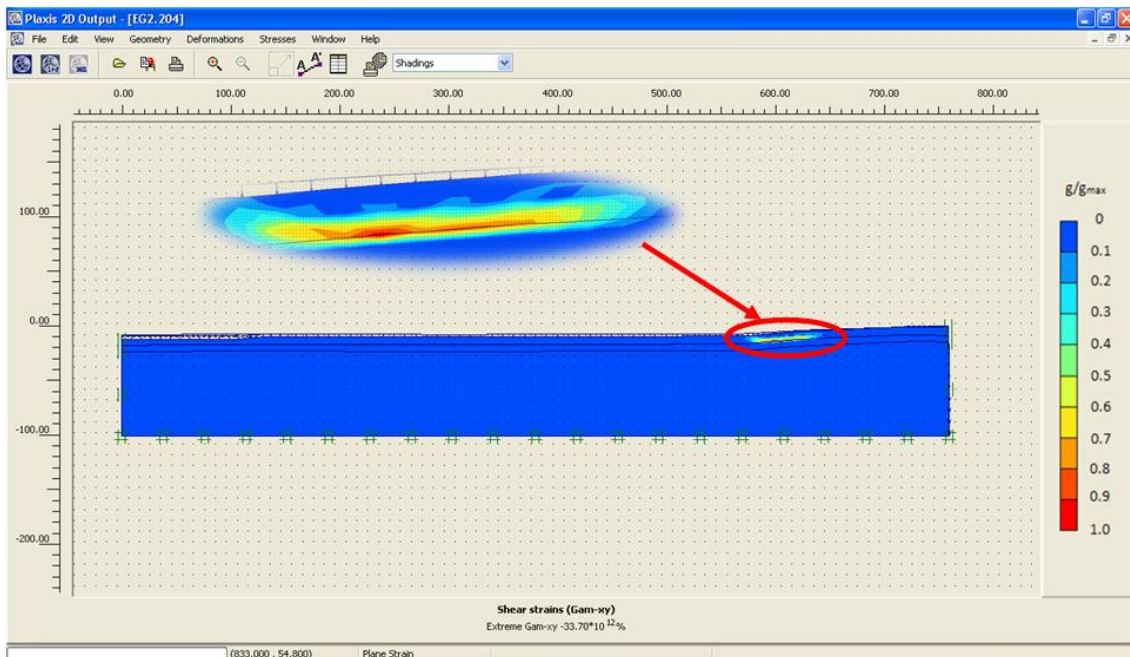
Tabla 23 Factores de seguridad obtenidos para el modelo geotécnico caracterizado con el sondeo EG2

Calado	Ancho	Factor de Seguridad			
		Condición actual	Condición Post-dragado		
			2.5:1	5:1	10:1
9.6	190.7	4.3	2.6	2.6	3.2
10.0	201.0	---	2.5	2.6	2.8
10.5	210.4	---	2	2.5	2.7
11.0	214.9	---	1.4	2.3	2.6

Elaborado por: Grupo Consultor

Se puede apreciar en la siguiente figura la superficie de falla potencial para el modelo del tramo 5 generado a partir de sondeo EG2:

Figura 28 Diagrama de la superficie de falla potencial



Elaborado por: Grupo Consultor

Dada la horizontalidad del perfil se puede notar que al efectuar los distintos cortes en el mismo no se producen variaciones significativas en cuanto a los valores de factores de seguridad y también se aprecia de la tabla que para los diferentes valores de pendiente.

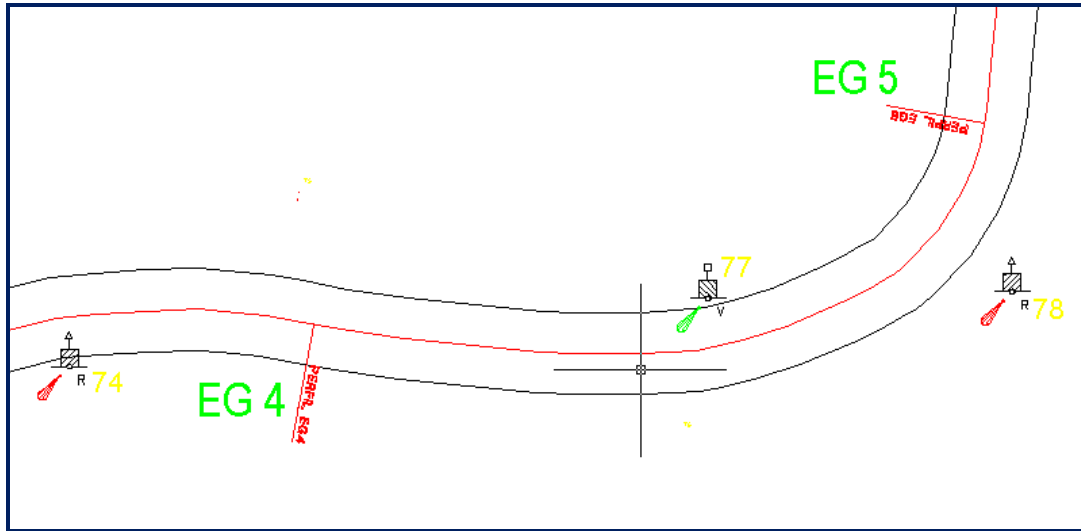
Los distintos valores de ancho de fondo fueron establecidos mediante un análisis náutico y se evaluó la condición más desfavorable que es para la parte curva de cada tramo, ya que en estas se necesitan mayores valores de anchos en el fondo del canal y por consiguiente provocará un mayor dragado.

17.10.4.6 Análisis de Estabilidad para el Tramo 6

Para este tramo que va desde la boya 66 hasta la boya 80 se empleó la información obtenida mediante los sondeos mecánicos como son las perforaciones Geo 4 y Geo 5.

La figura mostrada a continuación representa la ubicación de los sondeos Geo 4 y Geo 5 a lo largo del canal de acceso al Puerto de Guayaquil.

Figura 29 Vista en planta de los perfiles EG4 y EG5 analizados



Elaborado por: Grupo Consultor

La perforación Geo 4 se encuentra a la altura de la boya 74 aproximadamente a la abscisa 88+200 esto comenzando el abscisado desde la boya de mar y la perforación Geo 5 se encuentra a la altura de la boya 78 en la abscisa 90+500 comenzando este abscisado también desde la boya de mar.

Considerando las condiciones particulares de los tipos de geomateriales encontrados en el sitio, se caracterizó su comportamiento con base en el criterio de falla Mohr-Coulomb, las arcillas se modelaron como material tipo no drenado y las arenas se modelaron como material tipo drenado. La geometría del modelo analizado con la perforación Geo 4 así como los parámetros asociados con cada uno de los geomateriales se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 24 Propiedades de los geomateriales para el modelo geotécnico caracterizado con el sondeo EG4

Materiales	Prof. (m)	C (kN/m ²)	Φ (°)	E (kPa)
Arcilla consistencia muy blanda a blanda	0.00 – 4.00	10	0	4050
Arena de compactidad muy suelta	4.00 – 5.45	---	28	6000
Arcilla de consistencia blanda	5.45 – 8.35	20	0	4500

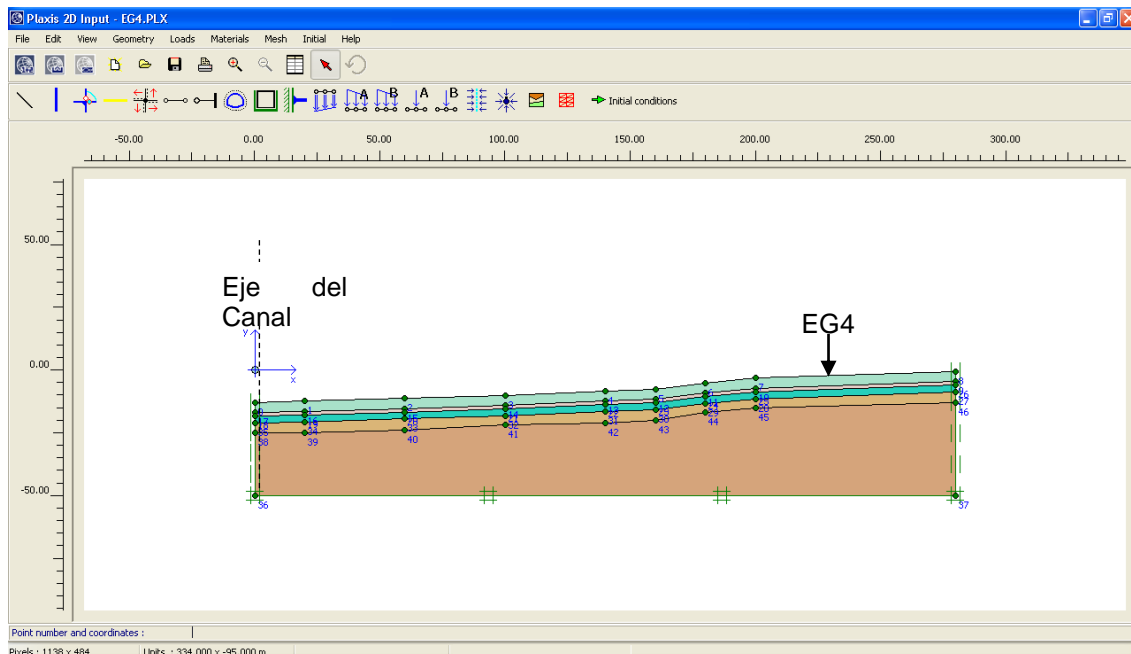
Materiales	Prof. (m)	C (kN/m ²)	Φ (°)	E (kPa)
Arena de compacidad suelta	8.35 – 12.70	---	35	8000
Arena de compacidad densa a muy densa	12.70 – 18.5 (F/S)	---	38	25000

Elaborado por: Grupo Consultor

Es importante aclarar que los valores de E y v usados para arcillas has sido corregidos es decir se ha empleado valores efectivos de estos parámetros los cuales son $E' \approx 0.90E$ y $v' \leq 0.35$

A continuación se muestra el modelo empleado en Plaxis para el cálculo de estabilidad:

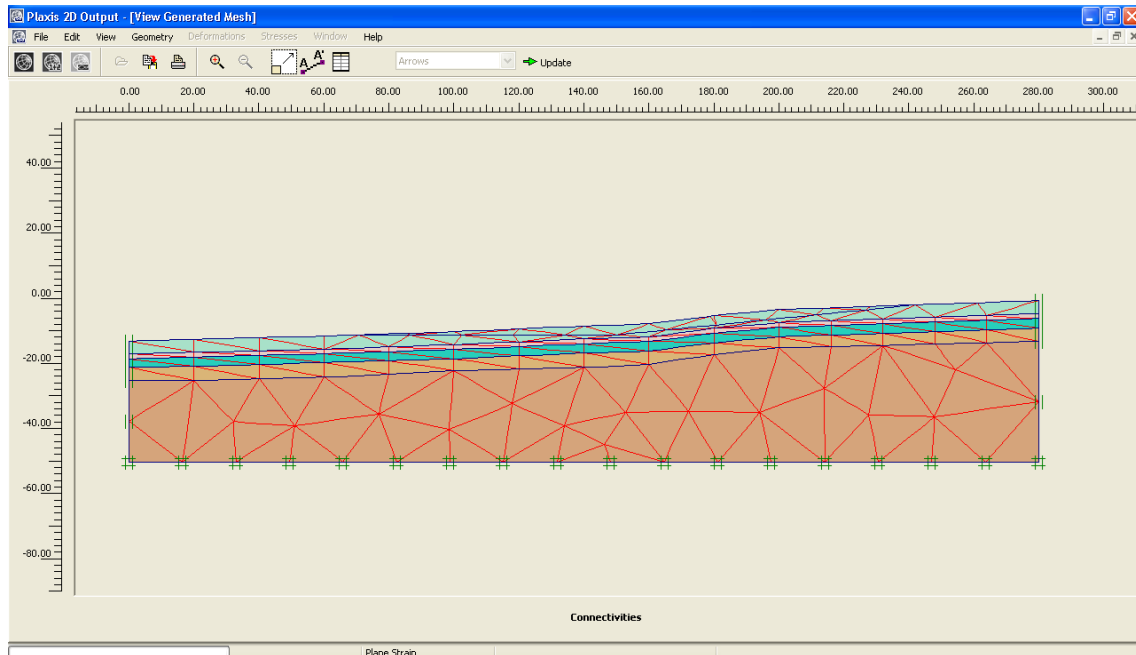
Figura 30 Modelo del talud del fondo y subfondo marino caracterizado con el sondeo EG4



Elaborado por: Grupo Consultor

La siguiente figura muestra la malla formada en el modelo para el posterior cálculo de estabilidad mediante un algoritmo de elementos finitos.

Figura 31 Malla generada para el modelo caracterizado con el sondeo EG4



Elaborado por: Grupo Consultor

De este análisis se obtuvo los siguientes valores de factores de seguridad para la etapa pre-dragado y post dragado:

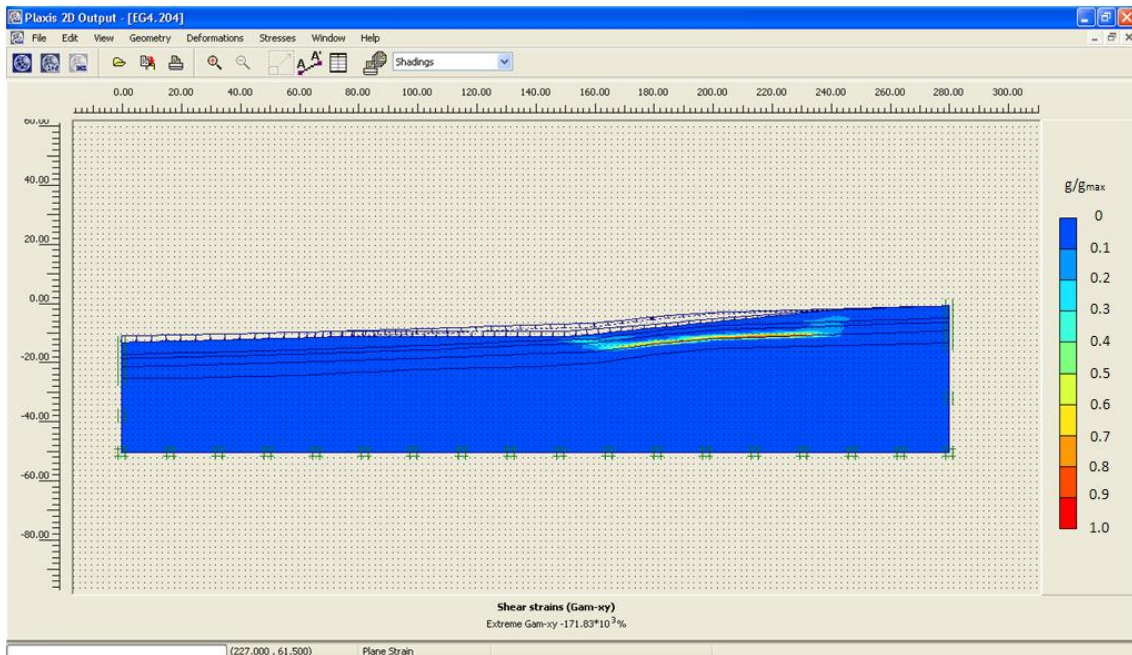
Tabla 25 Factores de seguridad obtenidos para el modelo geotécnico caracterizado con el sondeo EG4

Calado	Ancho	Factor de Seguridad			
		Condición actual	Condición Post-dragado		
			2.5:1	5:1	10:1
9.6	265.84	4.3	4.3	4.3	4.3
10.0	280.59	---	3.9	3.9	4.2
10.5	293.05	---	3	3.2	3.8
11.0	303.34	---	1.7	2.2	3.2

Elaborado por: Grupo Consultor

Se puede apreciar en la siguiente figura la superficie de falla potencial para el modelo del tramo 6 generado a partir de sondeo EG4:

Figura 32 Diagrama de la superficie de falla potencial



Elaborado por: Grupo Consultor

Los factores de seguridad en la etapa post-dragado son muy parecidos a los calculados para la condición actual debido a que los cortes que se darían son mínimos, a pesar de ello todos estos factores de seguridad cumplen con las especificaciones establecidas en el NEC 2011 el mismo que es su capítulo 9, Geotecnia y Cimentaciones, indica para taludes expuestos a una larga duración el factor de seguridad mínimo es de 1.50.

Para el modelo analizado en base a la perforación EG 5 también se utilizó como base el criterio de falla Mohr-Coulomb, las arcillas se modelaron como material tipo no drenado y las arenas se modelaron como material tipo drenado. La geometría de este modelo, así como los parámetros asociados con cada uno de los geomateriales se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 26 Propiedades de los geomateriales para el modelo geotécnico caracterizado con el sondeo EG5

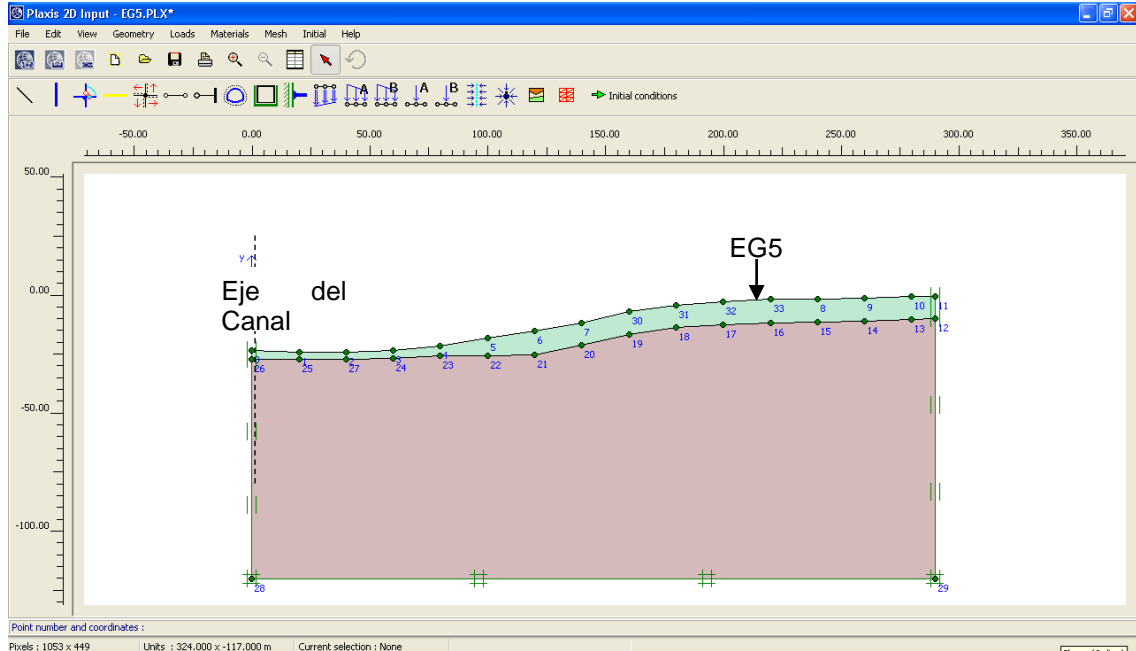
Materiales	Prof. (m)	C (kN/m ²)	Φ (°)	E (kPa)
Arcilla consistencia muy blanda a blanda	0.00 – 9.50	22	0	5940
Arena de compactación densa a muy densa	9.50 – 12.85 (F/S)	---	38	25000

Elaborado por: Grupo Consultor

Es importante aclarar que los valores de E y v usados para arcillas has sido corregidos es decir se ha empleado valores efectivos de estos parámetros los cuales son $E' \approx 0.90E$ y $v' \leq 0.35$

A continuación se muestra el modelo empleado en Plaxis para el cálculo de estabilidad:

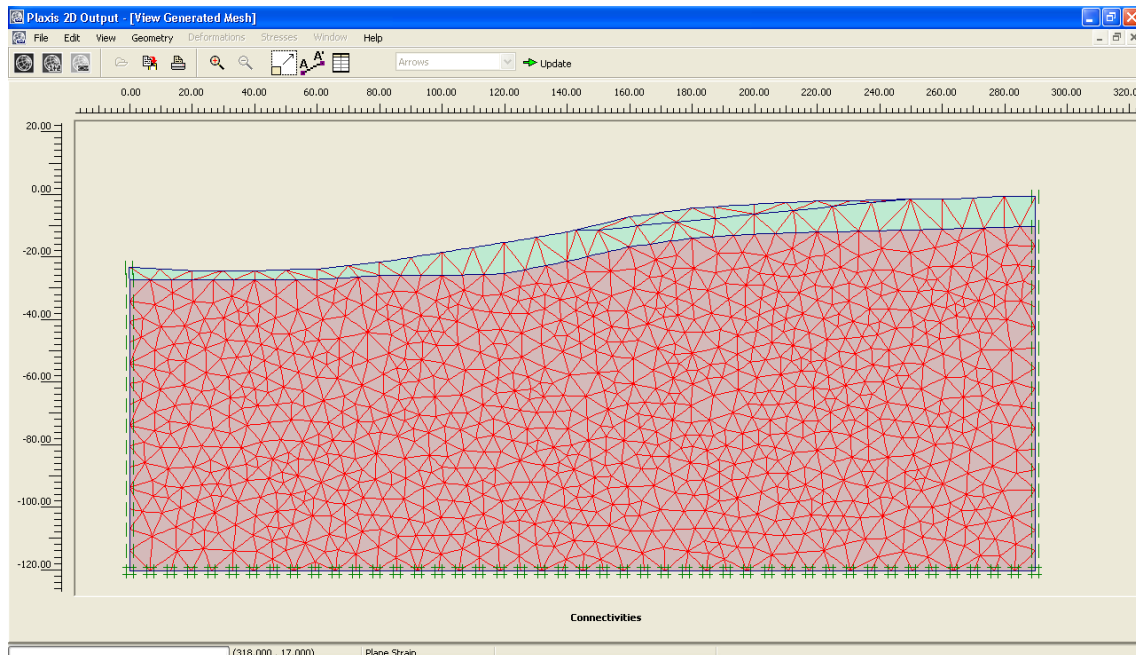
Figura 33 Modelo del talud del fondo y subfondo marino caracterizado con el sondeo EG5



Elaborado por: Grupo Consultor

La siguiente figura muestra la malla formada en el modelo para el posterior cálculo de estabilidad mediante un algoritmo de elementos finitos

Figura 34 Malla generada para el modelo caracterizado con el sondeo EG5



Elaborado por: Grupo Consultor

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 1	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Junio 2012	17-60

De este análisis se obtuvo los siguientes valores de factores de seguridad para la etapa pre-dragado y post dragado:

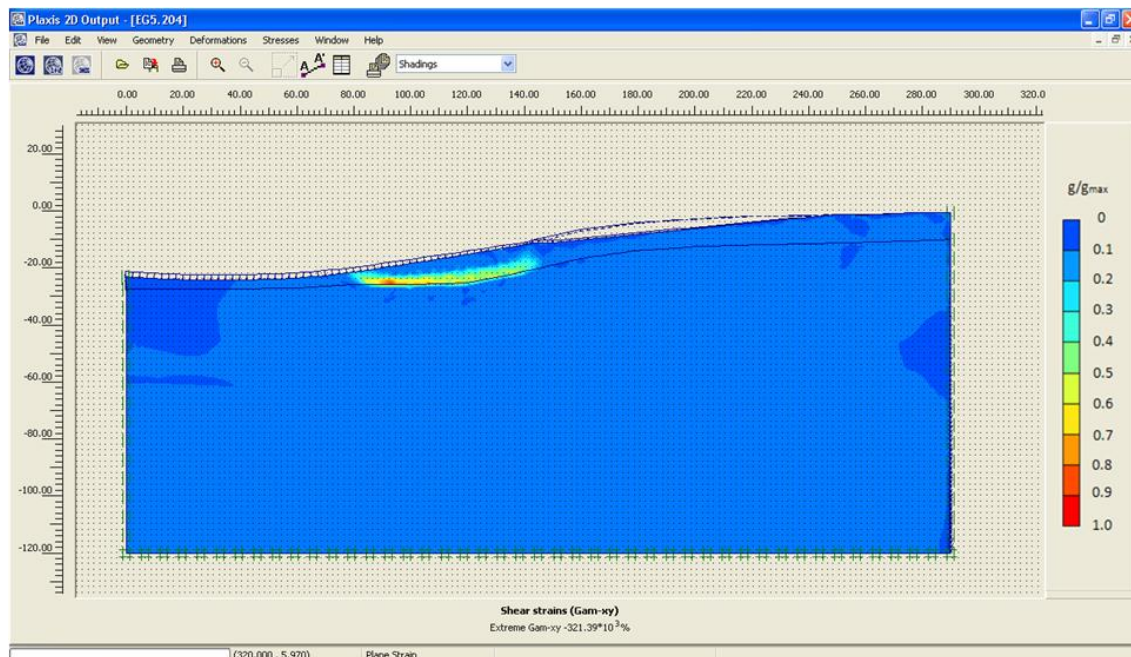
Tabla 27 Factores de seguridad obtenidos para el modelo geotécnico caracterizado con el sondeo EG5

Calado	Ancho	Factor de Seguridad			
		Condición actual	Condición Post-dragado		
			2.5:1	5:1	10:1
9.6	265.84	2.6	2.6	2.6	3
10.0	280.59	---	2.5	2.6	2.8
10.5	293.05	---	2	2.4	2.6
11.0	303.34	---	1.4	2.0	2.5

Elaborado por: Grupo Consultor

Se puede apreciar en la siguiente figura la superficie de falla potencial para el modelo del tramo 6 generado a partir de sondeo EG5:

Figura 35 Diagrama de la superficie de falla potencial



Elaborado por: Grupo Consultor

Los factores de seguridad en la etapa post-dragado son similares a los calculados para la condición actual dado que los cortes que se darían son mínimos en comparación a otros análisis realizados anteriormente, sin embargo una observación importante es que de entre todos los factores de seguridad calculados, los expresados en esta última tabla son los más cercanos a 1.5 que es el valor mínimo para un talud se este tipo, según lo establecido en la Normativa Ecuatoriana de la Construcción, NEC 2011 la misma que es su capítulo 9, Geotecnia y Cimentaciones, indica para taludes expuestos a una larga duración el factor de seguridad mínimo es de 1.50.



Los distintos valores de ancho de fondo fueron establecidos mediante un análisis náutico y se evaluó la condición más desfavorable que es para la parte curva de cada tramo, ya que en estas se necesitan mayores valores de anchos en el fondo del canal y por consiguiente provocará un mayor dragado.

17.10.4.7 Conclusiones y recomendaciones del análisis de taludes

Conclusiones

- Se pudo notar que generalmente a mayores profundidades de dragado y mayores pendientes de los taludes los factores de seguridad se reducen.
- Los factores de seguridad son altos para materiales con mejores características geotécnicas como el caso de materiales de tipo rocoso.
- Casi no existe variación en los valores de factores de seguridad cuando los perfiles analizados presentan una horizontalidad muy grande.

Recomendación

- Se recomienda emplear taludes con pendiente 4:1 en material de tipo rocoso, (tramos 1 y 2) y taludes con pendiente 10:1 para sedimentos (tramos 3, 4, 5 y 6) debido a que brindan una mayor seguridad, considerando la variación aleatoria en los parámetros geotécnicos (realizar este tipo de análisis con un número reducido de sondeos directos, efectos locales en los macizos rocosos) y la incertidumbre epistémica (en la incidencia en las condiciones de flujo, erosión, y comportamiento a largo plazo, en el modelo en los sedimentos).

17.10.5 Dimensiones de la Zona a Dragar

Si el dragado debe realizarse en una zona estrecha, el uso de dragas de succión queda inicialmente descartado por requerir grandes espacios para los giros de la embarcación. Por otro lado, grandes dimensiones suelen llevar asociados grandes volúmenes de dragado, por lo que el uso de dragas de cuchara no suele estar recomendado al tener una producción real baja. En este caso, el área de dragado es un área abierta con un volumen representativo y dos tipos de materiales a dragarse (material suelto y roca), bajo estas circunstancias, pueden emplearse para el proyecto Dragas Hidráulicas de Succión con Corte y de Succión en Marcha.

17.10.6 Profundidad del Dragado

Por lo general, se tienden a utilizar trenes de dragado mayores de lo necesario con la idea falsa de que se aumenta el rendimiento de dragado, aunque en realidad lo que se produce es un costo innecesario. Por regla general, las dragas de succión en marcha alcanzan sin problemas los 30 m ó 50 m, aunque no se recomiendan a profundidades menores de 5 ó 6 m por la posibilidad de varado. A profundidades reducidas se recomienda el uso de cualquier tipo de draga que esté equipada sobre un pontón, por el pequeño calado nominal que presentan.

En este caso, la profundidad a dragar es mayor a 6 metros y menor a 12, por lo que una Draga Hidráulica de Succión en Marcha es adecuada.

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 1	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Junio 2012	17-62



17.10.7 Exposición a la Acción del Mar

En lugares expuestos, sin abrigo a la acción del mar, no se recomienda el uso de dragas que requieran sistemas de anclaje como las dragas de succión con corte, ni tampoco el uso de dragas que no tengan autonomía puesto que ello requiere utilizar barcazas y gánguiles que pueden ser un peligro para la navegación. El dragado se efectuará en mar abierto, con tráfico de buques mercantes, por lo que para el presente caso las dragas mecánicas no son aplicables.

17.10.8 Distancia al Punto de Vertido

Si el punto de vertido se encuentra cerca de la zona de extracción, la draga por excelencia es la de cabezal cortador por su alto rendimiento y posibilidad de bombeo mediante tubería flotante, siempre y cuando las operaciones no se efectúen en mar abierto, más aún si en la zona existe tráfico marítimo. Para el presente caso el dragado se efectuará en mar abierto, con tráfico de buques mercantes, y la distancia promedio como se indico anteriormente esta a 24 millas, con respecto al centro geométrico o punto medio de la longitud de la barra interna, siendo las Coordenadas W 80° 15' 36", S 2° 47' 48" del punto de vertido.

17.10.9 Aceptabilidad Ambiental del dragado

Si el dragado se efectúa en lugares donde el lecho marino o fluvial se encuentre contaminado, el material dragado debe ser depositado en sitios confinados para que este sedimento reciba adecuado tratamiento; para este caso, se recomienda las Dragas Hidráulicas. En el Canal de Acceso a Puerto Marítimo de Guayaquil, los sedimentos se encuentran en un estado de aceptabilidad para ser dragados, por lo que no amerita el conducir el material dragado a áreas de confinamiento.

17.10.10 Análisis de Alternativas del equipo óptimo de dragado

El Análisis de Alternativa del equipo óptimo, se la efectuará por eliminación de opciones. El tipo de terreno a dragar es el principal factor que determina el equipo a utilizar, por lo que se requiere una correcta caracterización del mismo.

El material a dragar en la barra externa, de acuerdo a los estudios realizados por GEOSTUDIOS (2011), comprende por lo general una capa de 1.2m como promedio, de material granular que va desde arena fina hasta material gravoso, a la altura de las Boyas 8A a 9, y bajo esa capa se encuentra la roca cuya dureza a la compresión simple es de alrededor de 25MP.

Sin embargo, si se realiza dragado a las profundidades 10.50 m y 11.0 m, queda comprometida la parte inicial del canal desde la Boya de Mar hasta la Boya 7, que de acuerdo al estudio geosísmico realizado entre la Boya 3 y la Boya 5 posee una capa arenosa de 2.0m, luego de lo cual predomina la presencia de una roca blanda meteorizada hasta una profundidad de 10m.

En la Barra Interna, comprendida entre las Boyas 33 a la 66, el fondo por lo general, es material fino comprendido por suelos arcillosos y limos de consistencia suaves y pocos lugares constituyen lentes de arenas finas de compacidades sueltas.

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 1	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Junio 2012	17-63

Conocida la generalidad del material que contiene el fondo del canal, es posible utilizar dicha información para ratificar el tipo de draga a utilizar, con la ayuda de las siguientes matrices:

Tabla 28. Matriz de Naturaleza del terreno vs. Tipo de draga

NATURALEZA DEL TERRENO	TIPO DE DRAGAS					
	CUCHARA	PALA	ROSARIO	SUCCION ESTACIONARIA	SUCCION CON CORTADOR	SUCCION EN MARCHA
Arena compacta		X	X		X	X
Arena suelta			X	X	X	X
Arena fangosa	X		X	X		X
Fangos	X		X	X		X
Arcilla suelta	X		X		X	
Arcilla plástica	X	X	X		X	
Arcilla Compacta		X	X		X	
Arena con grava	X	X	X		X	X
Roca sin voladura		X	X			
Roca con voladura	X	X	X			

Fuente: LHC Holanda.

Como puede observarse en la matriz antes indicada, el equipo con mayores posibilidades de accionar sobre los suelos del fondo del canal es la draga de succión en marcha. Las mecánicas y las de succión con cortador, como ya se mencionó, por la naturaleza de realizar el trabajo de manera puntual, quedan descartadas.

A continuación se analiza la matriz que involucra las ventajas y desventajas de las dragas hidráulicas, en ella se puede ver que una de las ventajas principales de las dragas de succión en marcha, son el alto rendimiento y su auto gobernabilidad, por lo que hace de estos tipos de dragas las ideales para realizar el dragado del canal.

Tabla 29 Matriz de Ventajas y desventajas de las dragas Hidráulicas

	VENTAJAS	INCONVENIENTES
DRAGAS ESTACIONARIAS SIN CORTADOR	Gran variedad de modelos	Hs<1,0m
	Buenos rendimientos	Muy limitadas en cuanto al tipo del terreno
	Bajo costo	
	Fácil movilización	Requieren instalar tuberías
DRAGAS ESTACIONARIAS CON CORTADOR	Gran variedad de modelos	
	Alto rendimiento	
	Versátiles en cuanto al tipo de terreno	Hs<1,0m
	Bajo costo	Requieren instalar tuberías
	Adecuadas para verter en recintos	



	VENTAJAS	INCONVENIENTES
DRAGAS DE SUCCION EN MARCHA	Alto rendimiento	No apto para dragados localizados
	No requiere instalación	Requieren amplia zona para maniobrar
	Bajo costo	Calado mínimo en torno a 5,0m
	Tren de dragado completo	No adecuadas para fango.
	Auto propulsadas	
	Equipos modernos	
	Buen control del dragado	
	Pueden trabajar con Hs<2,50m	

Fuente: LHC Holanda.

Del análisis de las matrices precedentes es evidente que para el presente caso el equipo mas adecuado es la Draga de Succión en Marcha, porque además posee complementariamente otras ventajas como son:

- Son unidades que poseen grandes reservorios que sobrepasan los 10.000.0m³.
- Debido su auto gobernabilidad de navegación, es conveniente para dar mantenimiento satisfactoriamente a vías que tienen longitudes considerables, y por otro lado tienen todas las facilidades para realizar la descarga de los sedimentos por diferentes posibilidades; esto es: A través de una tubería flotante y terrestre a un sitio de disposición confinada en tierra, Con una Boquilla de Chorro, lanza los sedimentos a cierta distancia del Canal de dragado o con abertura de sus compuertas móviles del fondo del casco para depositar el sedimento en un sitio abierto en el mismo canal o fuera de él. Se prefiere sitios de a unas pocas millas de distancia.

17.10.11 Características del dragado per se

De acuerdo a los escenarios, propuestos para el Estudio que comprenden profundidades de 9.60m, 10.0m, 10.50m, 11.0m y Buque de Diseño a 11 metros al MLWS, más 0,5 metros de sobredragado, el dragado se iniciará desde la boya de mar.

Con respecto a las condiciones actual del fondo, en lo relativo al trak de navegación, a continuación se presentan las características para el acceso de buques al Puerto Marítimo de Guayaquil, en función de la Batimetría ejecutada por APG, entre Marzo 2011 y Mayo 2011,

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 1	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Junio 2012	17-65

Tabla 30. Características para el acceso de buques al Puerto Marítimo

N°	Tramo	Profundidad (m)	Observaciones
1	Boya de Mar -Boya 7	Máx. = 11.80 Med. = 10.54 Mín. = 9.80	En promedio la profundidad del canal en este tramo es de aproximadamente 10.54 m. aunque hay que considerar que en la cercanía de la boya No. 4 existe cotas que van. a 9,8 m. con referencia al MLWS, que es lo mínimo de profundidad reconocido en este tramo analizado.
2	Boya 7 – Boya 13	Máx. = 30.00 Med. = 13.30 Mín. = 9.10	Este tramo presenta profundidades irregulares en que varían entre -13 m. a -10 m. pero una vez pasada la boya No.12 se observa que las profundidades aumentan. En este tramo se presentan en especial a la Altura de la Boya 8 A roca.
3	Boya 13 – Boya 17	Máx. = 68.60 Med. = 51.65 Mín. = 15.98	Se observa que en este tramo de aproximadamente 12 km de longitud existe una gran depresión presentando una profundidad máxima de 68,6 m., mientras más se va acercando a la boya No. 17 esta tiende a decrecer hasta una profundidad muy cercana a 16 m.
4	Boya 17 – Boya 33	Máx. = 32.60 Med. = 13.28 Mín. = 9.70	Existe variedad de rangos de profundidad, sin embargo, en la mayoría del track los mínimos valores de profundidad, son cercanos a 9,70 m
5	Boya 33 – Boya 66	Máx. = 14.10 Med. = 9.90 Mín. = 8.30	De todos los tramos analizados este es el que presenta mayor sedimentación en el canal de acceso. La boya 36 (48+700 Km) el inicio de una sección larga y poco profunda, con algunos lugares críticos (boyas 48-54-58). El fondo consiste de agua lodosa. Se la conoce como “barra interna”.
6	Boya 66 – Boya 80	Máx. = 20.20 Med. = 15.81 Mín. = 11.60	Una vez pasada la Barra Interna, hay profundidades mayores a 10 m.

Elaborado por: Grupo consultor 2012.

Los volúmenes a dragar a las profundidades requeridas por el estudio son:

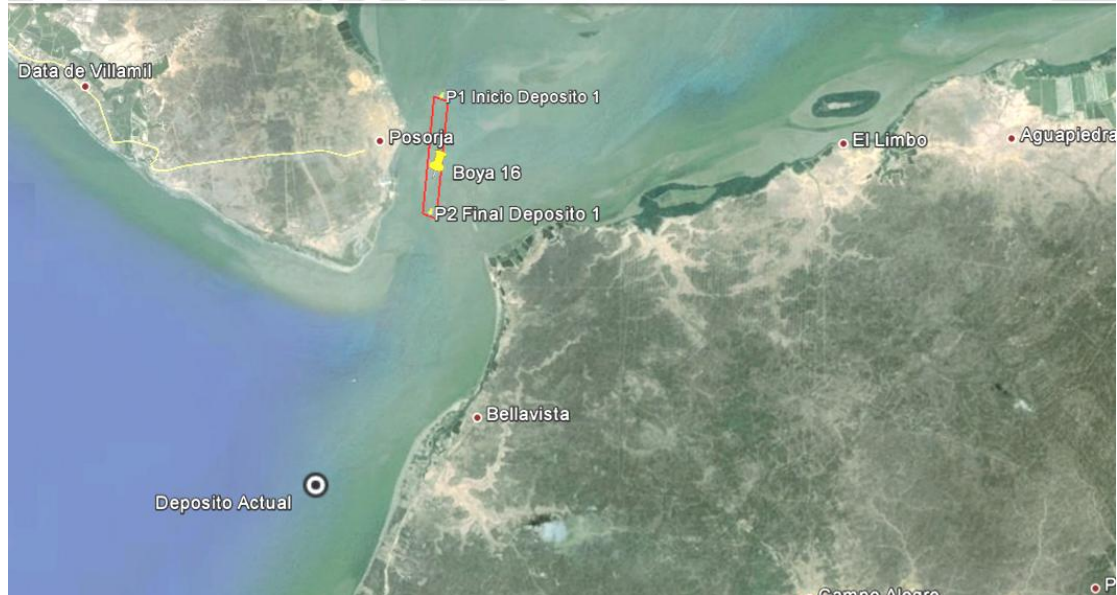
Escenarios		Volumen en m ³ de Dragado de apertura (arena)	Volumen en m ³ de Dragado de apertura (roca)
1	9,6m + sobredragado	1'107.733,65	17.646,27
2	10m + sobredragado	3'962.744,04	45.096,59
3	10,5m + sobredragado	7'195.508,24	60.718,16
4	11m + sobredragado	11'476.384,13	198.201,72
5	Buque de diseño calado 11 mt + sobredragado	18'230.548,14	1'403.154,18.

Elaborado por: Grupo consultor 2012.

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 1	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Junio 2012	17-66

La distancia promedio al sitio de depósito actual es de 24 millas al punto de Coordenadas W 80° 15' 36", S 2° 47' 48" , con una profundidad promedio de 35 metros, aproximadamente, otro sitio de depósito propuesto por la Consultora, es frente a Posorja a la Altura de la Boya 16 entre los puntos P1 2° 42.3'38" S, 80° 13.56'74" W, y P2 2° 43.477" 34" S, 80° 14.3'73" W, con una distancia promedio de acarreo de 19 millas, con una profundidad entre 50 y 70 metros, como se ilustra en la siguiente figura.

Figura 36. Lugar de acarreo propuesto



Elaborado por: Grupo Consultor 2012

Sin embargo de la propuesta y considerando que pueden existir conflictos de orden ambiental y tomando en cuenta además que las distancias entre el centroide del depósito actual y el del nuevo depósito propuesto es de 5 Millas Náuticas, para la metodología planteada y para los equipos propuestos no generan mayor cambio, por lo que se empleará para el depósito el sitio actual.

17.10.12 Características del Material a Dragar

El tipo de material más complejo en el Canal de Acceso es la roca que se encuentra en el área de Los Goles, esta roca es de hasta 75 MPa; en la Tabla siguiente se aprecia comportamiento del material para diferentes equipos de dragado. .

Tabla 31. Comportamiento del Material para el Dragado

TIPO DE DRAGA	BUEN COMPORTAMIENTO	MAL COMPORTAMIENTO
Dragalínea	Casi todos inclusive terrenos muy duros y compactos	Terrenos Fluidos
Cuchara	Terrenos Suelos o Algo Cohesivos	Terrenos Fluidos o Duros
Canguilones	Fangos, arcillas compactas hasta rocas blandas	Arcillas muy Cohesivas
Succión con Corte	Arenas sueltas o semicompactas, fangos sueltos	Arenas compactas o cohesivas
Succión en Marcha	Gravas, arenas sueltas, arenas fangosas, limos	Terrenos Compactos

Fuente: Viguera M, 1997

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 1	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Junio 2012	17-67



Como ya se explicó, el tipo de material a dragarse es material suelto (arenoso, limo arenoso, areno limoso) y roca; por lo tanto, es importante tener en cuenta que, por ser dos tipos de materiales, es eficiente considerar dos tipos de equipo de dragado, uno para material suelto y otro para roca (sin considerar el orden). Cuando se tiene roca, existen tres posibilidades básicas de dragado: el dragado con dragas de cortador, la disgregación mediante percusión, y la voladura.

Para el material suelto las opciones más convenientes son una draga de Canguilones o cualquiera de los dos tipos de dragas hidráulicas (Cortador ó Succión en Marcha); para roca, las dragas mecánicas son una opción pero con voladura previa, entonces las dragas mecánicas recogerán el fragmento de las rocas.

17.10.13 Características del Medio

Una vez que se ha identificado el material a dragar y tomando en cuenta que las operaciones se llevan en el Estuario Exterior y en el Estuario Interior, es importante indicar que el sitio donde se realizarán las operaciones de dragado, motivo del presente estudio, recibe influencia del océano y también la influencia del Estuario Interior del Golfo de Guayaquil. En el Estuario exterior está presente un mar de leva bajo, el cual produce movimientos verticales muy significativos aunque no se lo pueda detectar visualmente; adicionalmente, a partir de las 14:00 horas aproximadamente, por las condiciones climatológicas del lugar el viento intensifica su actividad lo que hace que las maniobras en la zona para actividades como las del dragado se compliquen.

Este tipo de escenarios no permiten la presencia de un equipo que no tenga autonomía, pues las condiciones imperantes hacen que en el caso de las dragas mecánicas y aún las de succión con corte sufran estrés mecánico por la acción de las olas, generando gran riesgo para el personal y el equipo.

En el sitio se tiene las siguientes condiciones:

En el área de estudio las características tanto de olas como de corrientes están en función del estado de marea, por ende las características (velocidad y dirección) de las corrientes deben ser analizadas para cada estado de marea. Para el presente estudio también se clasificará este análisis para el Estuario exterior y Estuario Interior.

De estudios previos se tiene que los rangos de velocidades a lo largo de todo el canal de acceso al Puerto de Guayaquil están entre 0,5 y 2,0 m/s dependiendo del rango de la marea y de la localización en el Estuario.

Estuario Exterior (fuera del Estero Salado – Expuesto al Mar)

- Velocidad y dirección de las corrientes:

En este sector del estuario la dirección de las corrientes durante la fase de flujo está orientada principalmente entre 90° y 120°, y durante la fase de refluo entre 280° y 320°, lo cual atiende al estado de marea. En cuanto a velocidades de corrientes se tiene las máximas velocidades en el orden de 0.79 m/s para ambos estados de marea, las direcciones registrados con estos valores fueron 24° (flujo) y 254° (reflujo); esta información corresponde a un estudio de

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 1	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Junio 2012	17-68

INOCAR (2007) realizado en el sector de los GOLES. Se debe enfatizar también que las máximas velocidades se esperan durante la fase de sicigia.

- **Velocidad y Dirección del Viento:** Máximo Extraordinario 8 m/s; Máximo 4 m/s
Para el análisis de vientos del estuario exterior se utilizó información de la NOAA, de esta data se obtuvo que las velocidades promedios de vientos están alrededor de los 4.1 m/s (Model NHC/TAFB – NOAA, 2012).
- **Altura y periodo de olas:**
En cuanto al oleaje, durante la fase de sicigia se presentan las mayores alturas de olas, en el estudio de INOCAR (2007) se encontraron alturas máximas que alcanzaban los 2,33 metros en tanto que las mínimas registradas fueron 0.25 metros aproximadamente. Para ambos casos se registraron periodos de 3 segundos.
- **Amplitud de mareas:**
El rango estimado de mareas en el estuario exterior se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 32. Rangos de Mareas en el Área de Estudio

RANGOS MÁXIMOS DE LAS MAREAS EN EL ÁREA DE ESTUDIO PROMEDIO		
Data de Posorja	2.6 (Máxima Maximorum)	SICIGIA
Data de Posorja	0.1 (mínima)	
Data de Posorja	1.8 (máxima)	CUADRATURA
Data de Posorja	0.9 (Mínima Minimorum)	

Fuente: INOCAR 2008 Tabla de Mareas

Estuario Interior (En el Estero Salado – Protegido del mar)

- **Velocidad Máxima de Corrientes Superficial:**
En las mediciones realizadas para el presente estudio, se tiene que en las estaciones 1, 2 y 3, ubicadas en el Estuario Interior, a nivel superficial se registraron corrientes con velocidades máximas entre 0.76 y 1.2 m/s, este último valor corresponde a la estación 3 que se ubica en medio del canal, entre Posorja y la Isla Puná. Las direcciones correspondientes a estos valores están entre 196° y 220°.
- **Velocidad y Dirección del Viento:**
Como referencia para el estuario interior se consideró la información de vientos de la estación meteorológica de Guayaquil (INOCAR, 2011). La máxima velocidad registrada fue 3,3 m/s en septiembre del 2011 con dirección W, en tanto que para enero del 2012 la máxima velocidad fue 2,6 m/s con dirección SW.

- **Altura y periodo de olas:**
Las características del oleaje en el estuario interior no presentan una mayor variación debido a la dinámica del estuario, por lo que podrían presentarse mayormente olas generadas por vientos, de pocos centímetros de altura.
- **Amplitud de mareas: 2,6 metros (máxima) / 0,1 metros (mínima) – Sicigia**
La amplitud de la marea varía en el golfo de 1.5 m durante la fase de cuadratura a 2.3 m en la fase de sicigia. Debido a la complicada geometría del sistema estuarino y la fricción hidráulica la onda sufre una deformación paulatina hacia el interior del estuario. Al momento de ingresar la onda por el Estero Salado, la amplitud se incrementa gradualmente a medida que avanza hacia el interior, una vez en el Puerto Marítimo de Guayaquil, estos valores llegan a 2.1 y 3.6 m, respectivamente, tardándose aproximadamente tres horas en llegar al puerto (EIA PARA LOS TRABAJOS DE DRAGADO PERMANENTE DEL CANAL DE ACCESO AL PUERTO MARÍTIMO DE LA CIUDAD DE GUAYAQUIL-2008).

17.10.14 Criterios Ambientales

De acuerdo a los monitoreos ambientales desarrollados por la Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL), el sedimento en el Canal de Acceso a Puerto Marítimo de Guayaquil se encuentra en buen estado y dentro de los rangos permisibles; la actividad del dragado generará afectaciones de bajo impacto, tanto en el dragado de apertura como el de mantenimiento pues los organismos se habituarán al permanente paso de embarcaciones por el sitio; por lo que el dragado debe hacerse con criterios de causar bajo impacto, es por esto que para dragar la roca se descarta la voladura porque puede afectar de manera representativa a las especies, por lo que se optará al dragar la roca por “Disgregación mediante corte”.

17.10.15 Equipo Propuesto

Como se puede ver en el análisis, para el dragado del material suelto el equipo más adecuado es la Draga de Succión en Marcha; sin embargo por la presencia de roca, se propone una draga hidráulica ó mecánica que pueda disgregar mediante corte la roca existente en el lecho marino; este equipo deberá tener autonomía y ser capaz de trabajar en conjunto con la draga de succión en marcha.

17.10.16 Equipos de Dragado Existentes en el País y Características

En el Ecuador, el proveedor más grande de operaciones de dragado es el Servicio de Dragas de la Armada (SERDRA), que básicamente opera con dragas hidráulicas, 3 de succión con corte, una de succión y una de succión en marcha.

En la figura se observa la **Draga Santiago de IHC Beaver 3800Hp CSD** y como características principales tiene que: está montado sobre tres pontones, dos laterales para combustible y lastre y uno central que trabaja como sala de máquina. Cuenta con tubería de succión de 700mm descarga de 650mm; cuenta con dos puntales de 21m que sirven para la maniobra de dragado y avance; alcance de dragado 18m, cala 2.05m con tanques lleno.

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 1	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Junio 2012	17-70

Figura 37. Draga Santiago



Fuente: DIGEIM

La Draga Puyo, IHC Beaver 1600Hp.: Montado sobre tres pontones, dos laterales para combustible y lastre y uno central que trabaja como sala de máquina. Cuenta con tubería de succión de 550mm descarga de 500mm; cuenta con dos puntales de 21m que sirven para la maniobra de dragado y avance; alcance de dragado 14m, cala 1.50m con tanques lleno.

Figura 38. Draga Puyo



Fuente: DIGEIM

La Draga Tena, IHC Beaver 1200Hp.: Montado sobre tres pontones, dos laterales para combustible y lastre y uno central que trabaja como sala de máquina. Cuenta con tubería de succión y descarga de 450mm; Tiene con dos puntales de 14m que sirven para la maniobra de dragado y avance; alcance de dragado 14m, cala 1.25m con tanques lleno.

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 1	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Junio 2012	17-71

Figura 39. Tena



Fuente: DIGEIM

La Draga Macas, de 600Hp.: Montado sobre tres pontones, dos laterales para combustible y lastre y uno central que trabaja como sala de máquina. Cuenta con tubería de succión y descarga de 250mm; Tiene con dos puntales de 14m que sirven para la maniobra de dragado y avance; alcance de dragado 14m, cala 1.25m con tanques lleno.

Figura 40. Draga Macas



Fuente: DIGEIM

La Draga Francisco de Orellana, es una draga de succión en marcha con una capacidad de tolva de 1500m³); la cual está operando bajo un contrato pre establecido con la Autoridad Portuaria de Guayaquil (APG) por un periodo de 5 años y las dragas de succión en la actualidad se encuentran operando en otros lugares del país, por lo tanto el SERDRA no dispone de equipos para esta obra.

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 1	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Junio 2012	17-72

Figura 41. Draga Francisco de Orellana



Fuente: DIGEIM

Otra entidad del Estado que posee equipos de dragado es la Secretaría Nacional del Agua (SENAGUA) que es una entidad del Gobierno Central con rango de Ministerio, sin embargo todos los equipos están distribuidos en el Litoral Ecuatoriano para el control de inundaciones.

Adicionalmente, este tipo de obras deben ser conceptualizadas con experiencia y capacidad, por lo que se sugiere abrir la opción a empresas internacionales especializadas de Dragado, las cuales pueden suplir en equipos disponibles en el país y experiencia en este tipo de trabajos. Se sugiere se considere empresas probadas como:

- Van Oord (Países Bajos)
- Dredging International (Bélgica)
- Boskalis International (Países Bajos)
- Jan De Nul (Bélgica)

17.10.17 Características de los Equipos Propuestos

17.10.17.1 Tipo de Draga para roca:

- Draga de cortador autopropulsada
- Estabilidad para el trabajo mar por olas de viento
- Profundidad de dragado de al menos 20 metros
- Potencia total instalada mínima de 23.000 kW
- Potencia mínima de las bombas de dragado en cada terminal de 5.000 kW
- Potencia mínima de las bombas de succión sumergidas en cada terminal de 4.000 kW.
- Potencia mínima del cortador 6.000 kW
- Calado permisible para trabajo en el Área de la Barra Externa, menor a 8 metros.

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 1	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Junio 2012	17-73

17.10.17.2 Tipo de Draga de Apertura para material suelto (arena, limo, arcilla y sus combinaciones):

- Draga de Succión en Marcha
- Profundidad de Dragado de al menos 25 metros
- Capacidad de Tolva de al menos de 11.000 m³
- Mínima potencia total instalada de al menos 13.000 kW
- Potencia mínima de bombas de succión de 7.000 kW
- Diámetro de Succión al menos de 1.200 mm
- Velocidad de carga, 2 a 3 n.
- Velocidad de crucero vacía 14n
- Velocidad de crucero llena 12n
- Calado permisible para trabajo en el Canal de Acceso, menor a 9 metros.

17.10.17.3 Tipo de Draga de Mantenimiento 1 para material suelto (arena, limo, arcilla y sus combinaciones):

- Draga de Succión en Marcha
- Profundidad de Dragado de al menos 15 metros
- Capacidad de Tolva de al menos de 7.000 m³
- Mínima potencia total instalada de al menos 8.000 kW
- Potencia mínima de bombas de succión de al menos 2.000 kW
- Velocidad de carga, 2 a 3 n.
- Velocidad de crucero vacía al menos 12n
- Velocidad de crucero llena no menos de 10n.
- Calado permisible para trabajo en el Canal de Acceso, menor a 9 metros.

17.10.17.4 Tipo de Draga de Mantenimiento 2 para material suelto (arena, limo, arcilla y sus combinaciones):

- Draga de Succión en Marcha
- Profundidad de Dragado de al menos 15 metros
- Capacidad de Tolva de al menos de 8.000 m³
- Mínima potencia total instalada de 8.000 kW
- Potencia mínima de bombas de succión de 2.000 kW
- Velocidad de carga, 2 a 3 n.
- Velocidad de crucero vacía al menos 12n
- Velocidad de crucero llena no menos de 10n.
- Calado permisible para trabajo en el Canal de Acceso, menor a 9 metros.

Nota: Para los escenarios que se describirán para el mantenimiento del dragado, se propone el siguiente cuadro referencial:

ESCENARIO	DRAGA APERTURA (VOLUMEN CANTARA)	DRAGA MANTENIMIENTO (VOLUMEN CANTARA)
Dragado a Profundidad de 9,6 m al MLWS + 0,5 m de sobredragado	11.000 m ³	7.000 m ³
Dragado a Profundidad de 10 m al MLWS + 0,5 m de sobredragado	11.000 m ³	8.000 m ³

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 1	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Junio 2012	17-74



ESCENARIO	DRAGA APERTURA (VOLUMEN CANTARA)	DRAGA MANTENIMIENTO (VOLUMEN CANTARA)
Dragado a Profundidad de 10,5 m al MLWS + 0,5 m de sobredragado	11.000 m ³	8.000 m ³
Dragado a Profundidad de 11 m al MLWS + 0,5 m de sobredragado	11.000 m ³	8.000 m ³
Dragado para ingreso de buque de diseño de calado de 11 al MLWS + 0,5 m de sobredragado	11.000 m ³	11.000 m ³

17.10.18 Área de depósito

El área definida para el depósito del material dragado, se encuentra al Sur Oeste de la Enfilada 1; en las coordenadas:

Latitud: 02° 47' 48" Sur; Longitud: 080° 15' 36" Oeste

El punto tiene una profundidad de 35 metros al Promedio de las Mareas más bajas de Sicigia (MLWS); teniendo una profundidad de 37,1 metros al Promedio de las Mareas más altas de Sicigia (MHWS), y se encuentra a 24 millas con respecto a la media de la barra interna. Con respecto a la barra externa se localiza 3 millas.

Cuando se drague de la Boya de Mar hacia la Boya 12 incluyendo el área de los Goles, para llegar al Área de Deposito de coordenadas (2°, 47'48" S, 80° 15'36" W), se navegará siempre de la boya 7 a la boya 13, con un RV 131°; a partir de la boya 13, a partir de la Boya 13, se navegará dejando a esta por la izquierda, navegando al RV 175° a una distancia de 1,5 Millas Náuticas (MN). Al dragar el interior del Estuario, se navegará por el canal al 180, dejando a la Boya 14, ubicándose en el punto de coordenadas 2° 46.4'78" S, 80° 14.27'58" W, continuara su navegación con rumbo S 34° W RV y recorrerá 2.0 millas hasta el sitio de vertido

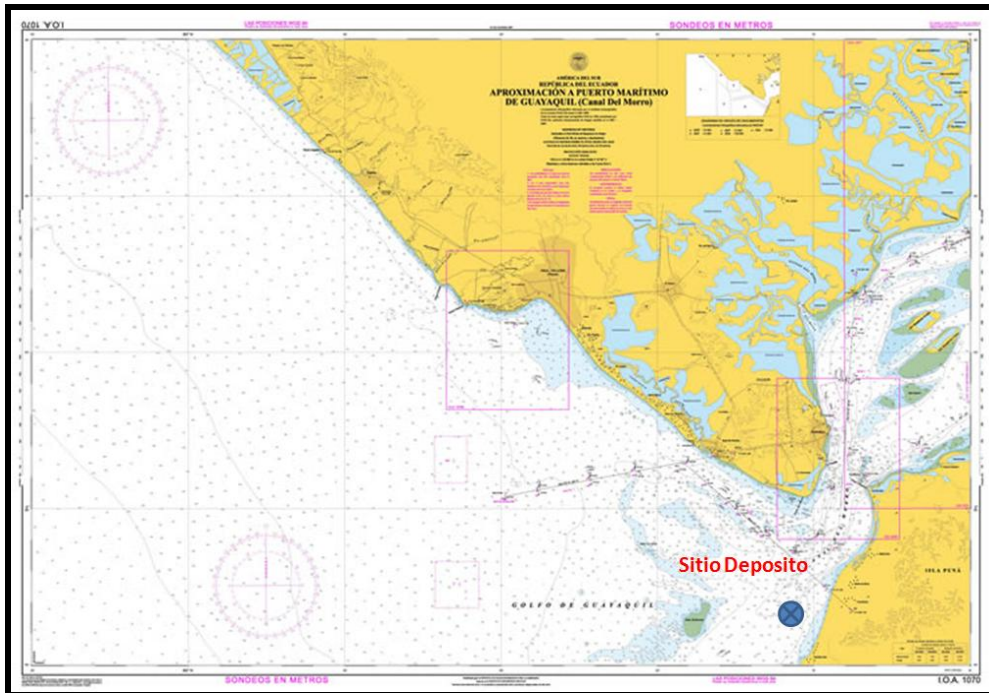
Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 1	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Junio 2012	17-75

Figura 42. Ubicación del Sitio de Depósito



Elaborado por: Grupo Consultor 2012

Figura 43. Ubicación del Sitio de depósito



Elaborado por: Grupo Consultor 2012

17.10.19 Metodología de dragado

Teniendo siempre como premisa que la eliminación del estrato rocoso en el sitio del proyecto no puede ser ejecutada por medios explosivos debido a la alta sensibilidad ambiental del sitio y considerando como la única opción de extracción de este estrato rocoso es el dragado, a continuación se presenta la metodología del dragado con el escenario planteado en función de los estudios de ingeniería básica realizados; en lo

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 1	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Junio 2012	17-76



que tiene que ver con el material suelto, se presenta de igual manera todos los detalles.

17.10.19.1 Enfiladas de dragado.

Con el propósito de orientar el dragado tanto para material rocoso como para sedimento, se han diseñado las enfiladas a lo largo del canal, desde la Boya de Mar hasta la Boya 80, con amplitudes transversales de dragado que serán constantes en el fondo del track de navegación por cada enfilada diseñada.

Para tal efecto, se han considerado tres profundidades tipo: a 10.0 m., 11.0 m. y a la profundidad de calado que requiere el Buque de Diseño; esto se realizó debido a que, por cada profundidad consecutiva entre 0.40 m. y 0.50 m., los taludes no generan incrementos de esfuerzos cortantes considerables y, acorde a lo ya indicado en el Estudio Geotécnico, los factores de seguridad de los taludes analizados presentan valores de estabilidad segura. Esto significa que la amplitud de la enfilada a la profundidad de 10 m. será igual para 9.60 m; la amplitud de la enfilada para 11.0 m será igual para 10.5 m, y la amplitud de dragado para el calado del Buque de Diseño será única. Además se ha considerado la influencia de la sección transversal cada 50 m y el desarrollo de la longitud horizontal del talud en cada sección transversal.

El Anexo de Cálculos de Enfiladas presenta la variación de las longitudes horizontales cada 50 m, correspondiente a taludes 1:4 (V:H)² para roca y 1:10 (V:H) para sedimentos. Al final de cada tramo recto o curvo se obtiene la variación promedio del desarrollo horizontal de los taludes, por tramos, a partir del cual se consideró el 60% como aproximación máxima del pescante absorbente de la draga de succión en marcha con respecto a límite superior del talud, definiendo de ésta manera el límite exterior de la enfilada.

Cuando la sección transversal contiene en todo su ancho material que dragar, la enfilada quedará definida por la aproximación derecha e izquierda de los pescantes absorbentes de la draga al 60% del desarrollo horizontal del talud; si la sección transversal presenta parcialmente material para dragar, entonces la enfilada quedará definida interiormente hasta el sitio de corte de la traza diagonal de la sección con la profundidad que se analice. El sentido longitudinal quedará definido por la similitud de las secciones transversales de acuerdo al tramo que se considere.

A continuación se describen las características de cada enfilada diseñada para cada uno de los casos considerados; se presentan las abscisas entre las que está definida, el ancho de la enfilada, el talud considerado y el tipo de material a dragar existente en esa enfilada, el tipo de material está representado con las siglas del Sistema Unificado de Clasificación de Materiales, que en el caso del fondo del Canal de Acceso se tienen los siguientes materiales:

² V = Vertical, H = Horizontal

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 1	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Junio 2012	17-77

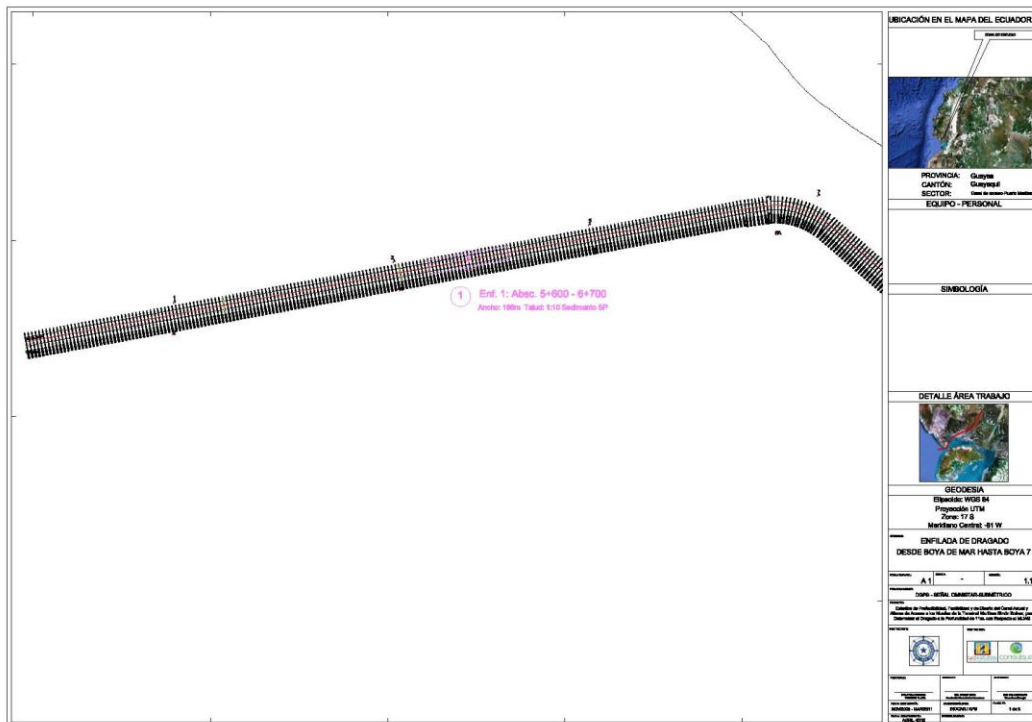
Tabla 33. Denominación de sedimentos existentes en las enfiladas diseñadas

Denominación de los sedimentos	
SP	arenas mal graduadas.
SM	arenas limosas.
CH	arcillas de alta compresibilidad

Elaborado por: Grupo Consultor 2012

ENFILADAS PARA LAS PROFUNDIDADES DE 9,60 m Y 10.0 m

Primer Tramo: Boya de Mar a Boya 7



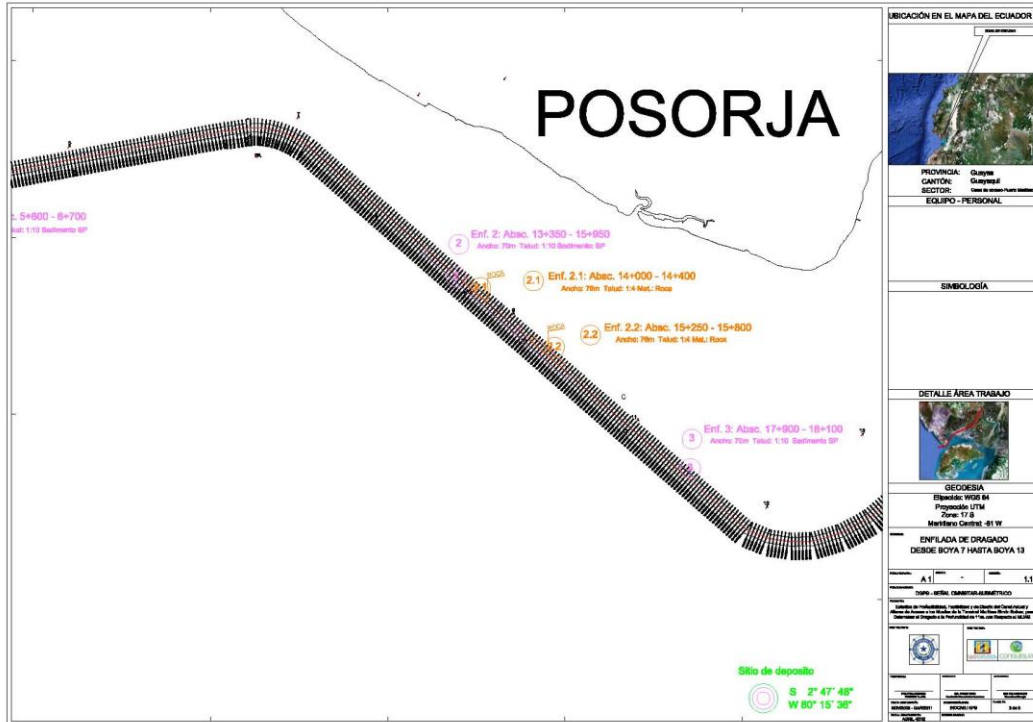
Elaborado por: Grupo Consultor 2012

Enfilada 1: Absc. 5+600 a 6+700

Ancho: 186m Talud 1:10 Sedimento: SP

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 1	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Junio 2012	17-78

Segundo Tramo: Boya 7 a Boya 13



Elaborado por: Grupo Consultor 2012

Enfilada 2: Absc. 13+350 – 15+950
Ancho: 70m Talud 1:10 Sedimento: SP

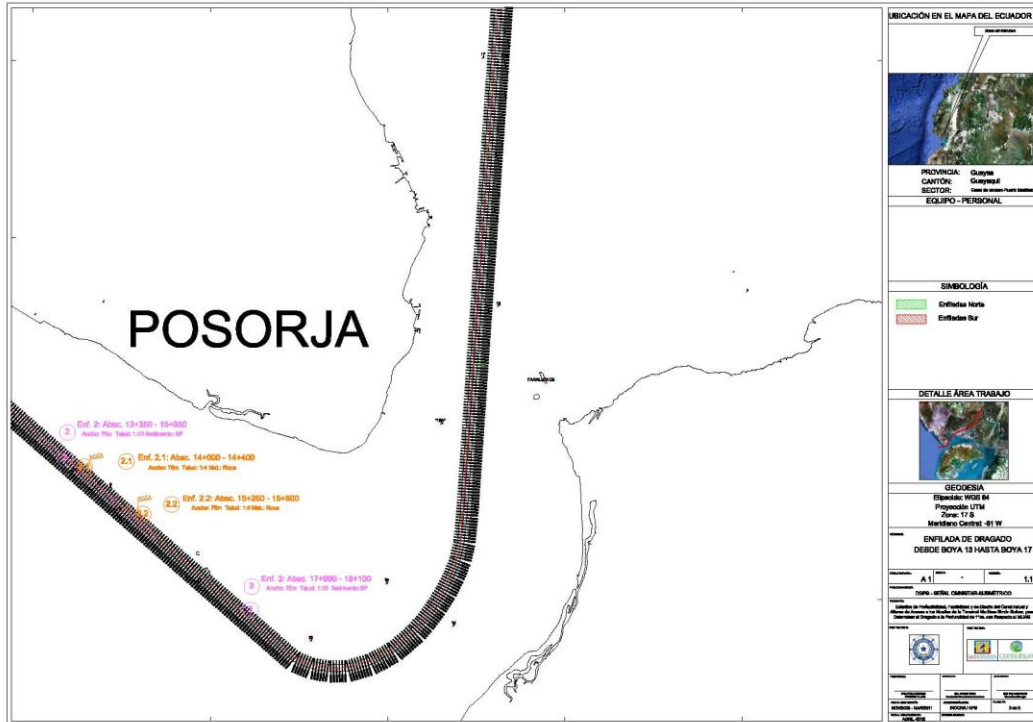
Enfilada 2.1: Absc. 14+000 – 14+400
Ancho: 76m Talud 1:4 Material: Roca

Enfilada 2.2: Absc. 15+250 - 15+800
Ancho: 76m Talud 1:4 Material: Roca

Enfilada 3: Absc. 17+900 – 18+100
Ancho: 70m Talud 1:10 Sedimento: SP

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 1	Página
Asociación Geoestudios – Consusua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Junio 2012	17-79

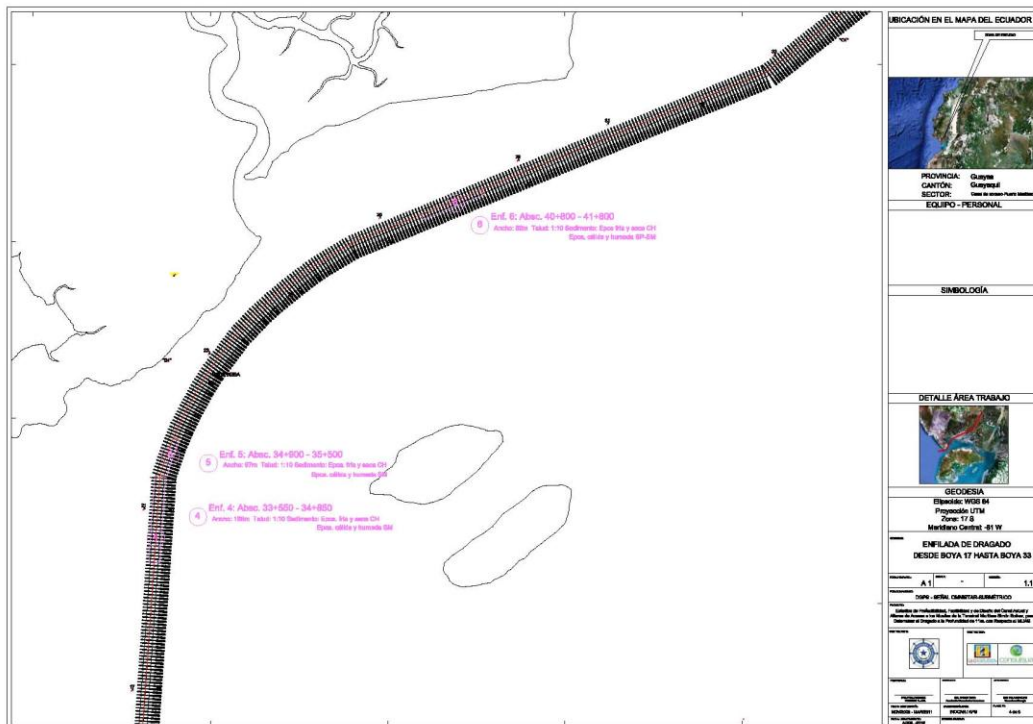
Tercer Tramo: Boya 13 a Boya 17



Elaborado por: Grupo Consultor 2012

No hay enfiladas porque las profundidades son mayores a la profundidad de dragado.

Cuarto Tramo: Boya 17 a Boya 33



Elaborado por: Grupo Consultor 2012

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 1	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Junio 2012	17-80

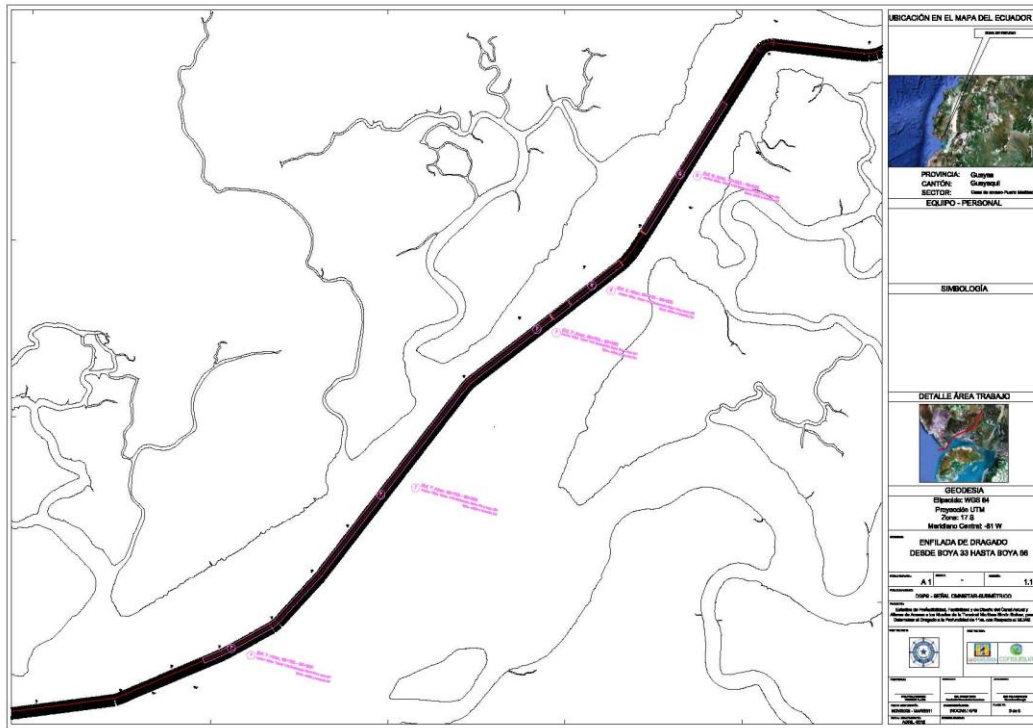
Enfilada 4: Absc. 33+550 – 34+850

Ancho: 168 m Talud 1:10 Sedimento: época fría, CH; época cálida SM

Enfilada 5: Absc. 34+900 – 35+500

Ancho: 97 m Talud 1:10 Sedimento: época fría, CH; época cálida SM

Quinto Tramo: Boya 33 a Boya 66



Elaborado por: Grupo Consultor 2012

Enfilada 6: Absc. 40+800 – 41+800

Ancho: 82 Talud 1:10 Sedimento: época fría, CH; época cálida SM – SP

Enfilada 7: Absc. 49+700 – 65+900

Ancho: 159m Talud 1:10 Sedimento: época fría, SP; época cálida SP

Enfilada 8: Absc. 66+700 – 68+800

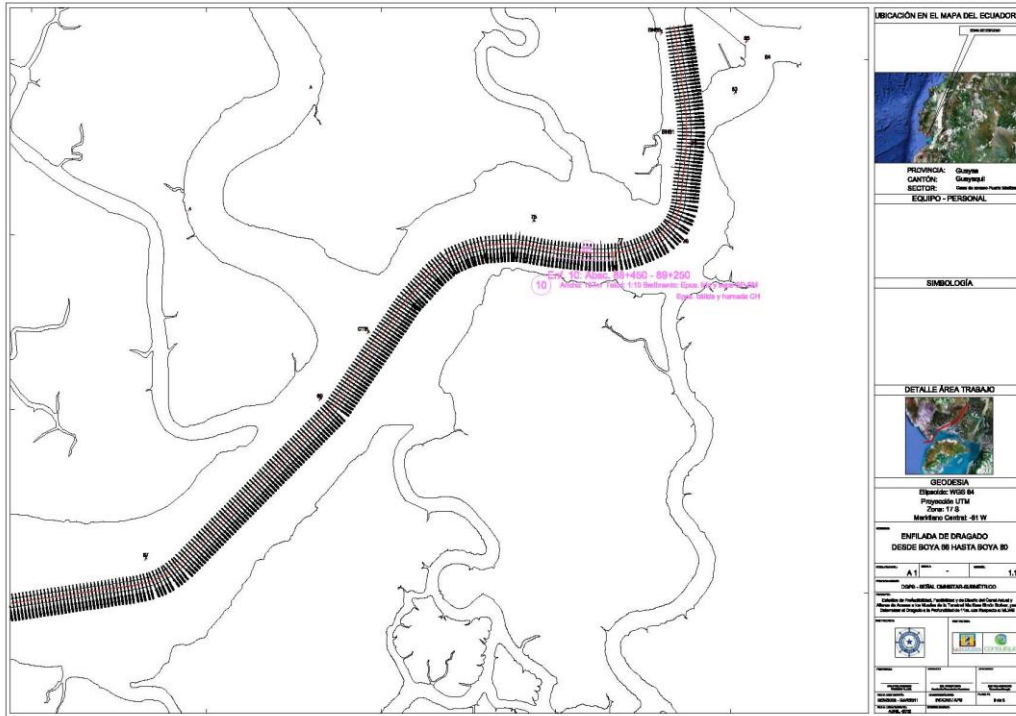
Ancho: 189m Talud 1:10 Sedimento: época fría, CH; época cálida CH

Enfilada 9: Absc. 70+050 – 75+050

Ancho: 187m Talud 1:10 Sedimento: época fría, CH; época cálida CH

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 1	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Junio 2012	17-81

Sexto Tramo: Boya 66 a Boya 80.



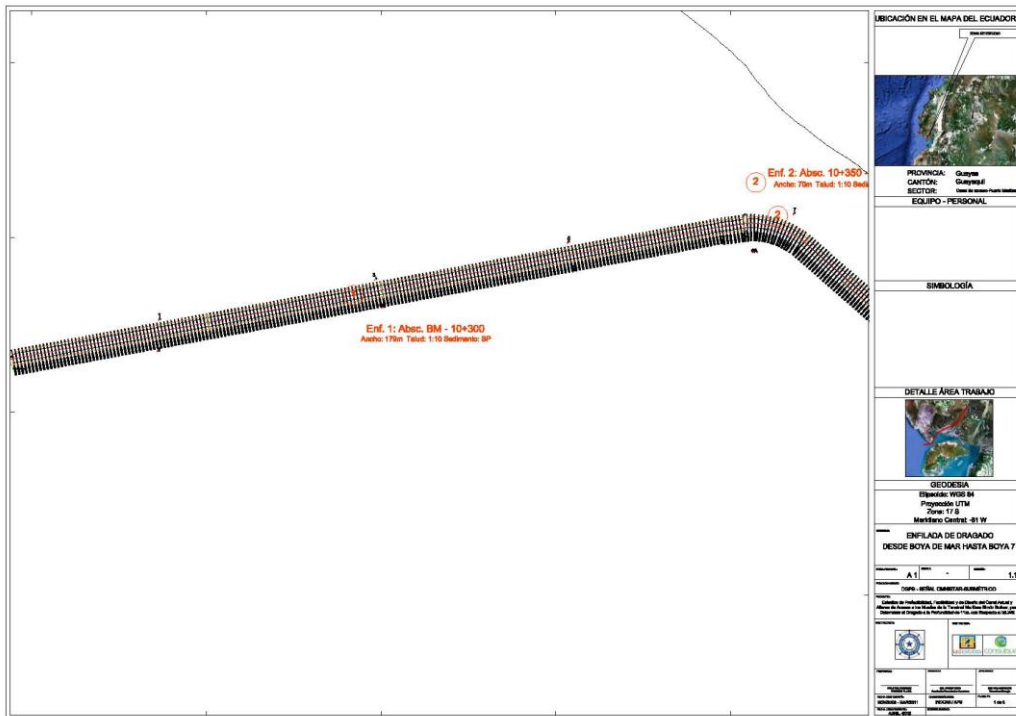
Elaborado por: Grupo Consultor 2012

Enfilada 10: Absc. 88+450 – 89+250

Ancho: 107m Talud 1:10 Sedimento: época fría, SP- SM; época cálida CH

ENFILADAS PARA LAS PROFUNDIDADES DE 10.5 m Y 11.0 m

Primer Tramo: Boya de Mar a Boya 7



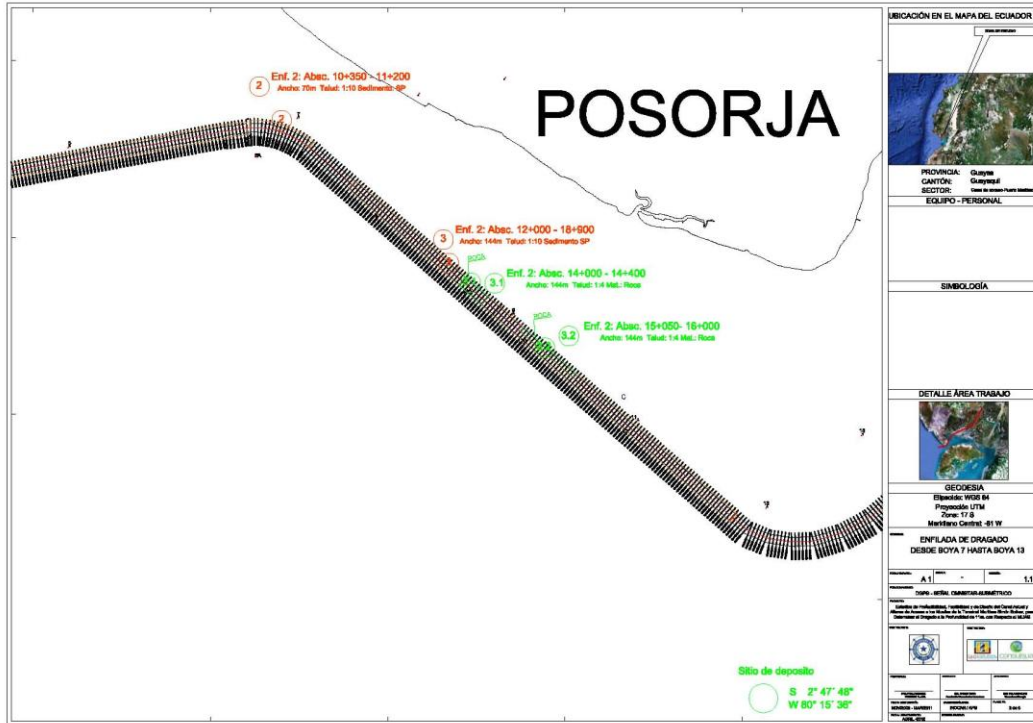
Elaborado por: Grupo Consultor 2012

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 1	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Junio 2012	17-82

Enfilada 1: Absc.BM– 10+300
 Ancho: 179m Talud 1:10 Sedimento: SP

Enfilada 2: Absc.10+350– 11+200
 Ancho: 70m Talud 1:10 Sedimento: SP

Segundo Tramo: Boya 7 a Boya 13



Elaborado por: Grupo Consultor 2012

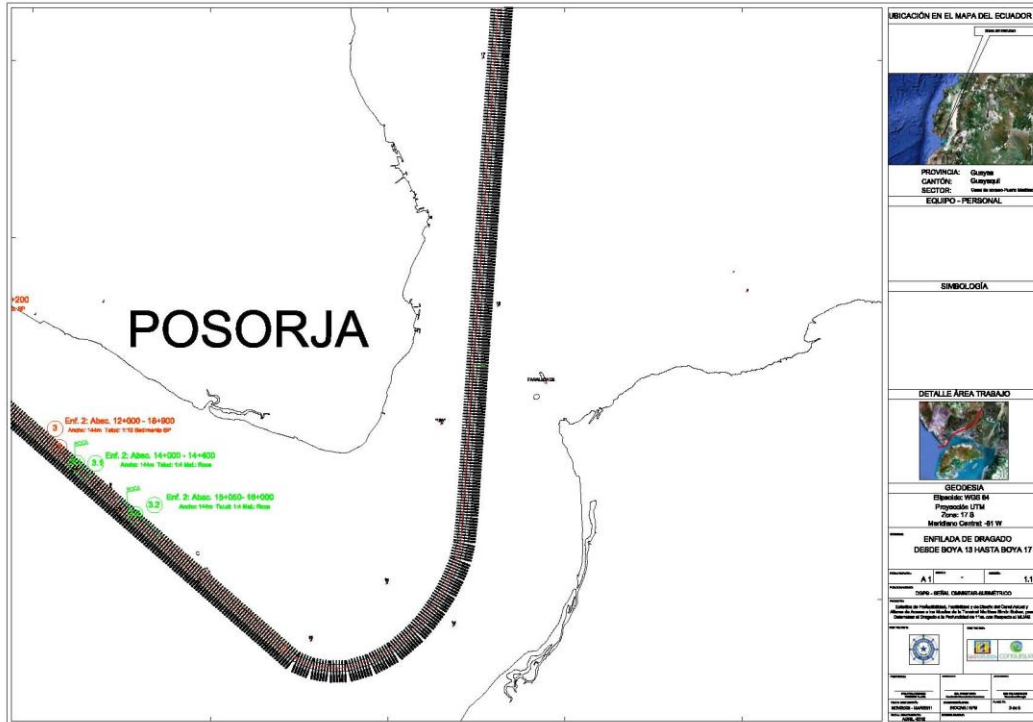
Enfilada 3: Absc.12+000 – 18+900
 Ancho: 144m Talud 1:10 Sedimento: SP

Enfilada 3.1: Absc.14+000 – 14+400
 Ancho: 144m Talud 1:4 Material: Roca

Enfilada 3.2: Absc.15+050 – 16+000
 Ancho: 144m Talud 1:4 Material: Roca

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 1	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Junio 2012	17-83

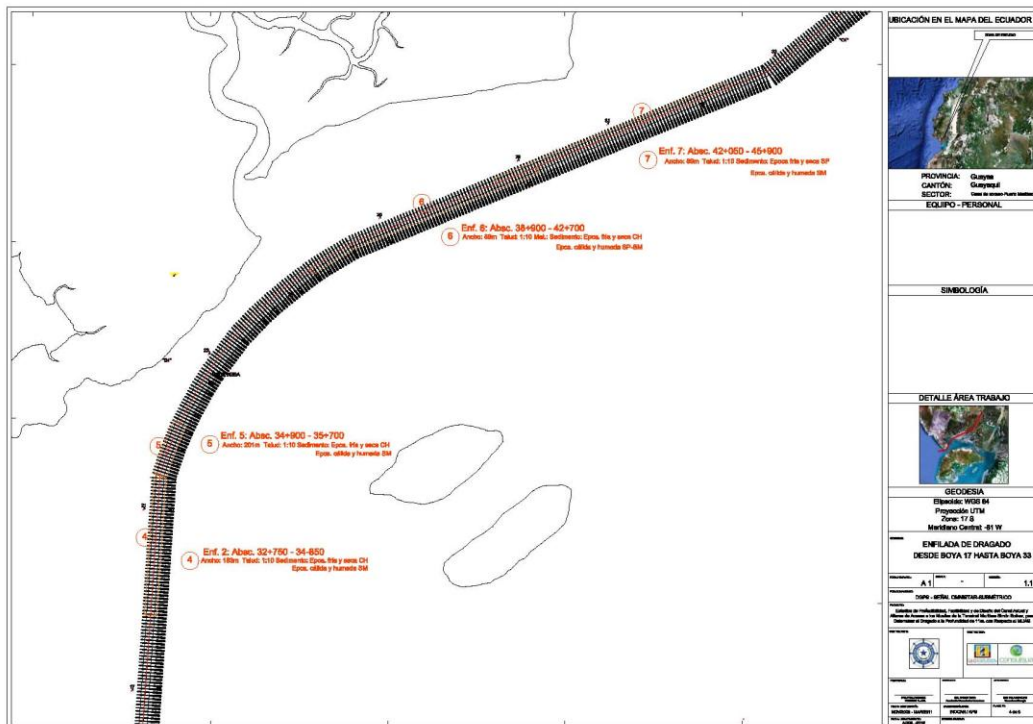
Tercer Tramo: Boya 13 a Boya 17



Elaborado por: Grupo Consultor 2012

No hay enfiladas porque las profundidades son mayores a la profundidad de dragado

Cuarto Tramo: Boya 17 a Boya 33



Elaborado por: Grupo Consultor 2012

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 1	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Junio 2012	17-84

Enfilada 4: Absc.32+750 – 34+850

Ancho: 144m Talud 1:10 Sedimento: época fría CH; época cálida SM

Enfilada 5: Absc.34+900 – 35+700

Ancho: 89m Talud 1:10 Sedimento: época fría CH; época cálida SM

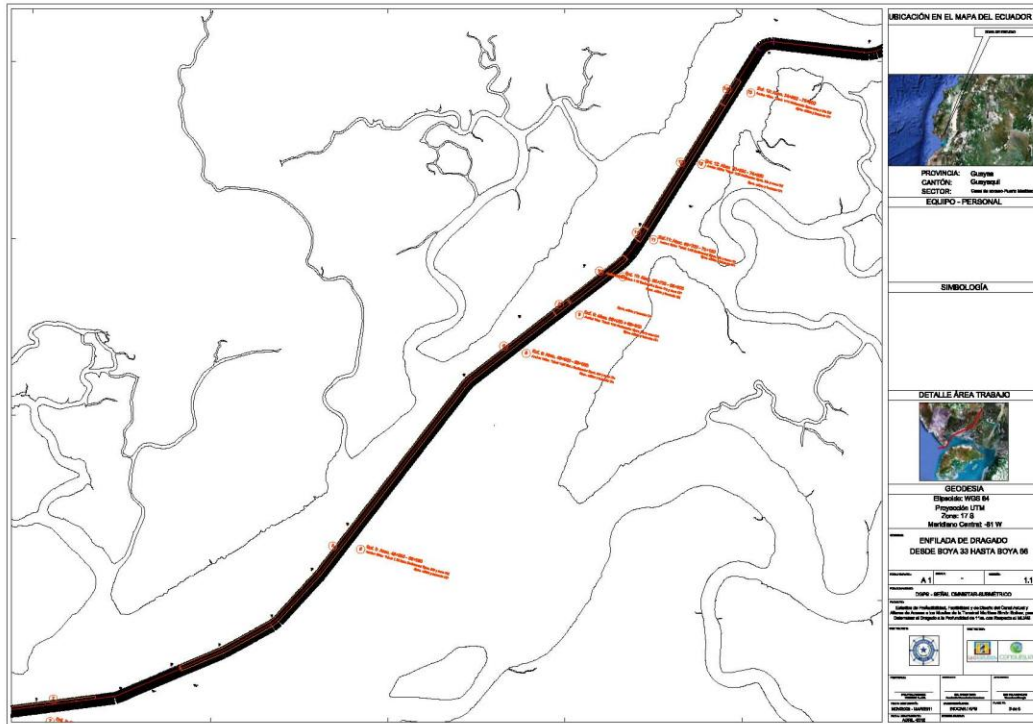
Enfilada 6: Absc.38+900 – 42+700

Ancho: 201m Talud 1:10 Sedimento: época fría CH; época cálida SP- SM

Enfilada 7: Absc.42+050 – 45+900

Ancho: 89m Talud 1:10 Sedimento: época fría SP; época cálida SM

Quinto Tramo: Boya 33 a Boya 66



Elaborado por: Grupo Consultor 2012

Enfilada 8: Absc.48+900 – 62+500

Ancho: 169m Talud 1:10 Sedimento: época fría SM; época cálida CH

Enfilada 8: Absc.62+500 – 68+050

Ancho: 169m Talud 1:10 Sedimento: época fría CH; época cálida CH

Enfilada 9: Absc.66+050 – 66+650

Ancho: 70m Talud 1:10 Sedimento: época fría CH; época cálida CH

Enfilada 10: Absc.66+700 – 69+000

Ancho: 207m Talud 1:10 Sedimento: época fría CH; época cálida CH

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 1	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Junio 2012	17-85

Enfilada 11: Absc.69+700 – 70+150

Ancho: 197m Talud 1:10 Sedimento: época fría CH; época cálida CH

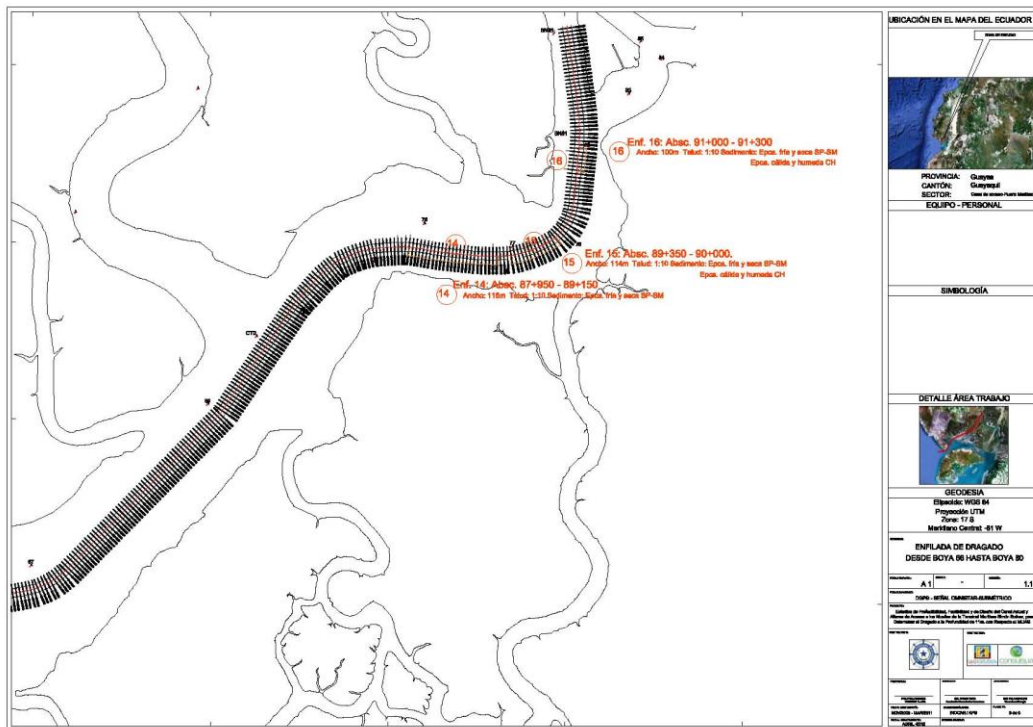
Enfilada 12: Absc.70+200 – 74+950

Ancho: 207m Talud 1:10 Sedimento: época fría CH; época cálida CH

Enfilada 13: Absc.74+950 – 75+900

Ancho: 194m Talud 1:10 Sedimento: época fría CH; época cálida CH

Sexto Tramo: Boya 66 a Boya 80.



Elaborado por: Grupo Consultor 2012

Enfilada 14: Absc.87+950 – 89+150

Ancho: 116m Talud 1:10 Sedimento: época fría y cálida SP-SM

Enfilada 15: Absc.89+350 – 90+000

Ancho: 114m Talud 1:10 Sedimento: época fría SP-SM, cálida CH

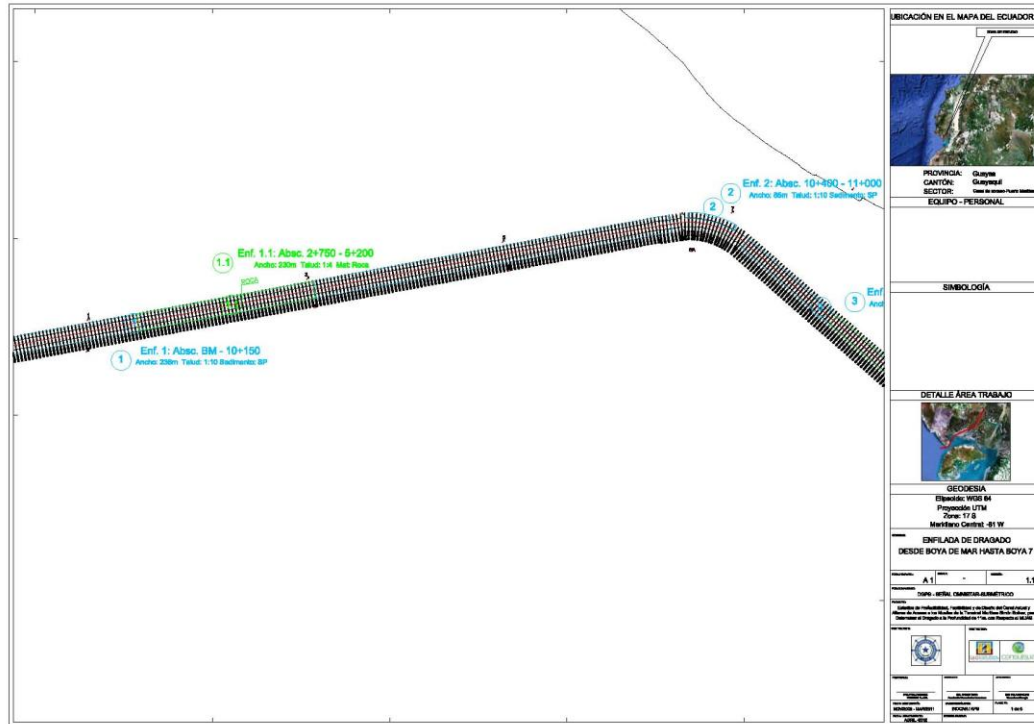
Enfilada 16: Absc.91+000 – 91+300

Ancho: 114m Talud 1:10 Sedimento: época fría SP-SM, cálida CH

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 1	Página
Asociación Geostudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Junio 2012	17-86

ENFILADAS PARA LAS PROFUNDIDADES DEL BUQUE DE DISEÑO.

Primer Tramo: Boya de Mar a Boya 7



Elaborado por: Grupo Consultor 2012

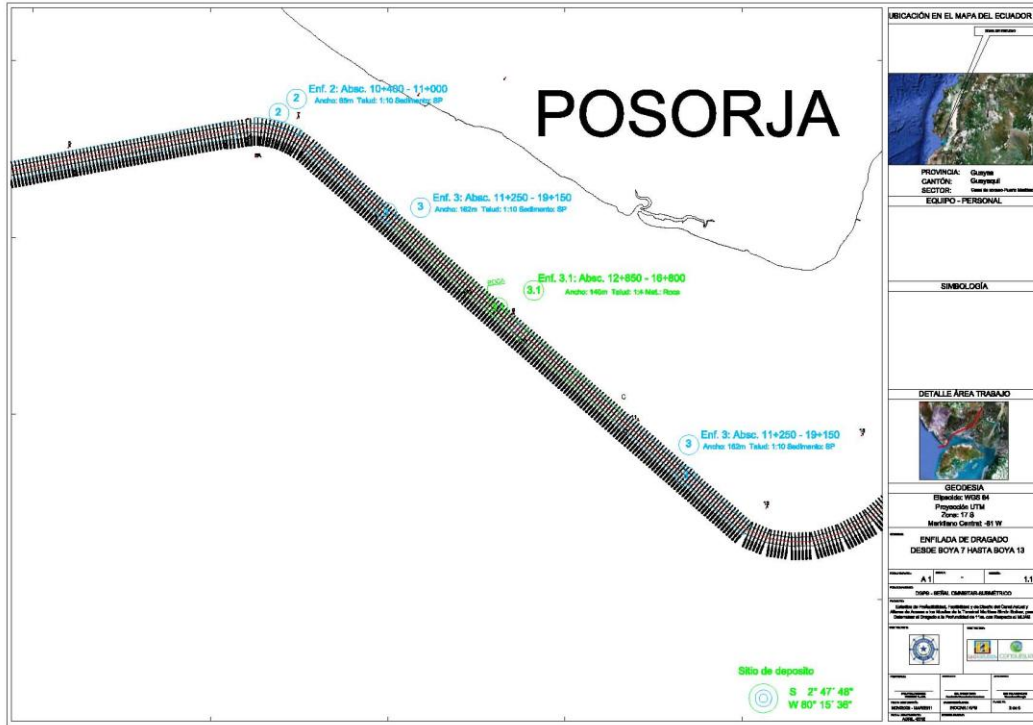
Enfilada 1: Absc. BM – 10+150
Ancho: 236m Talud 1:1 Sedimento: SP

Enfilada 1.1: Absc. 2+750 – 5+200
Ancho: 236m Talud 1:4 Material: Roca

Enfilada 2: Absc. 10+400 – 11+000
Ancho: 85m Talud 1:10 Sedimento: SP

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 1	Página
Asociación Geoestudios – Consusua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Junio 2012	17-87

Segundo Tramo: Boya 7 a Boya 13



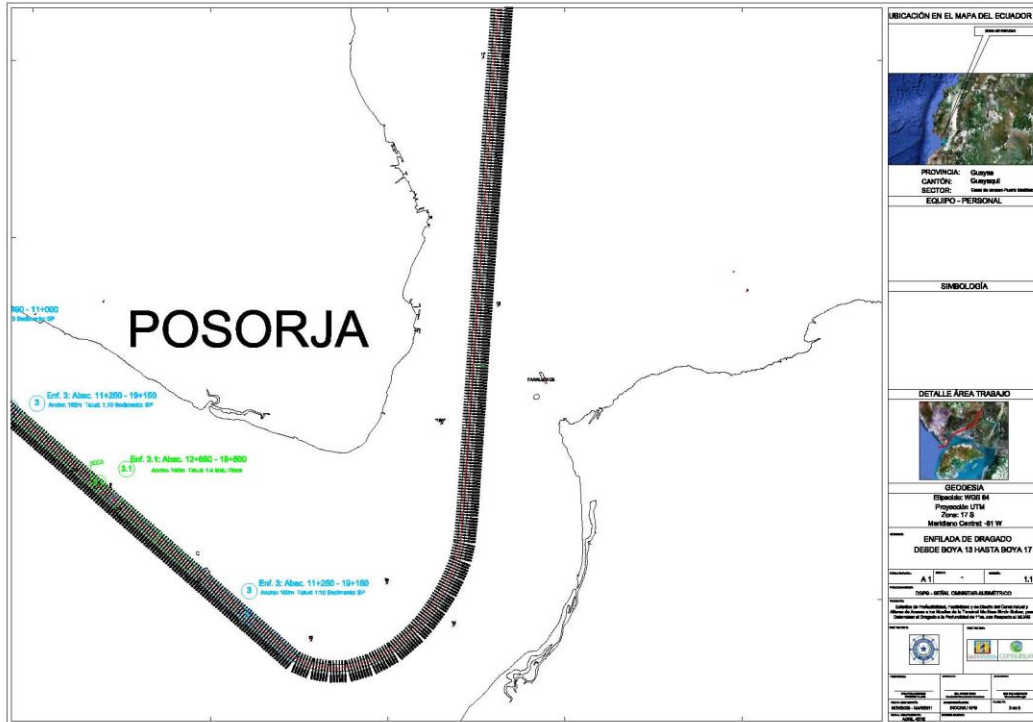
Elaborado por: Grupo Consultor 2012

Enfilada 3: Absc.11+250 – 19+150
 Ancho: 162m Talud 1:10 Sedimento: SP

Enfilada 3.1: Absc.12+850 – 16+800
 Ancho: 140m Talud 1:4 Material: Roca.

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 1	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Junio 2012	17-88

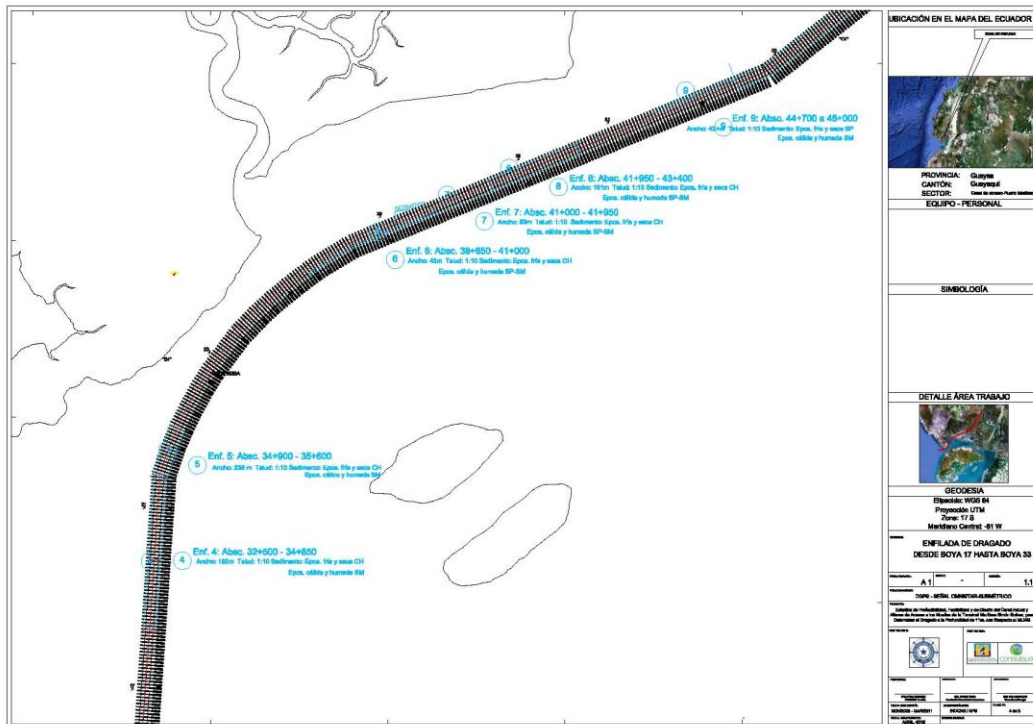
Tercer Tramo: Boya 13 a Boya 17



Elaborado por: Grupo Consultor 2012

No hay enfiladas porque las profundidades son mayores a la profundidad de dragado

Cuarto Tramo: Boya 17 a Boya 33



Elaborado por: Grupo Consultor 2012

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 1	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Junio 2012	17-89

Enfilada 4: Absc.32+500 – 34+850

Ancho: 192m Talud 1:10 Sedimento: época fría CH; época cálida SM

Enfilada 5: Absc.34+900 – 35+600

Ancho: 238m Talud 1:10 Sedimento: época fría CH; época cálida SM

Enfilada 6: Absc.38+850 – 41+000

Ancho: 43m Talud 1:10 Sedimento: época fría CH; época cálida SP- SM

Enfilada 7: Absc.41+000 – 41+950

Ancho: 93m Talud 1:10 Sedimento: época fría CH; época cálida SP- SM

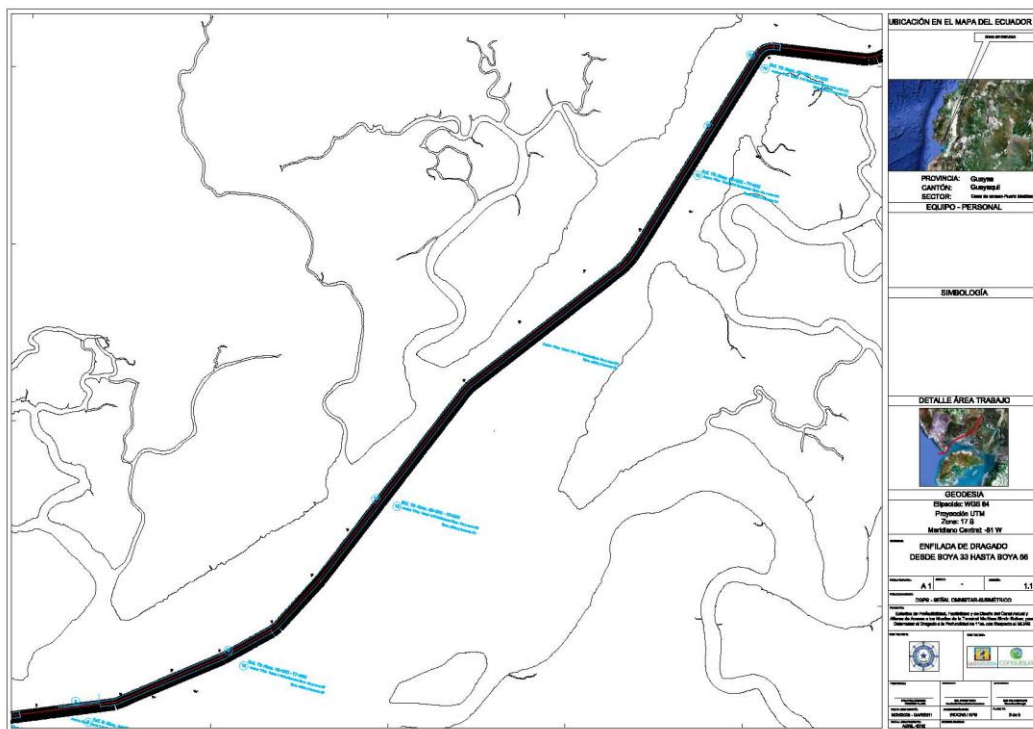
Enfilada 8: Absc41+950 – 43+400

Ancho: 181m Talud 1:10 Sedimento: época fría CH; época cálida SP- SM

Enfilada 9: Absc 44+700 – 46+000

Ancho: 42m Talud 1:10 Sedimento: época fría SP; época cálida SM

Quinto Tramo: Boya 33 a Boya 66



Elaborado por: Grupo Consultor 2012

Enfilada 10: Absc 46+050 – 56+300

Ancho: 178m Talud 1:10 Sedimento: época fría SP; época cálida SP

Enfilada 10: Absc 56+300 – 60+000

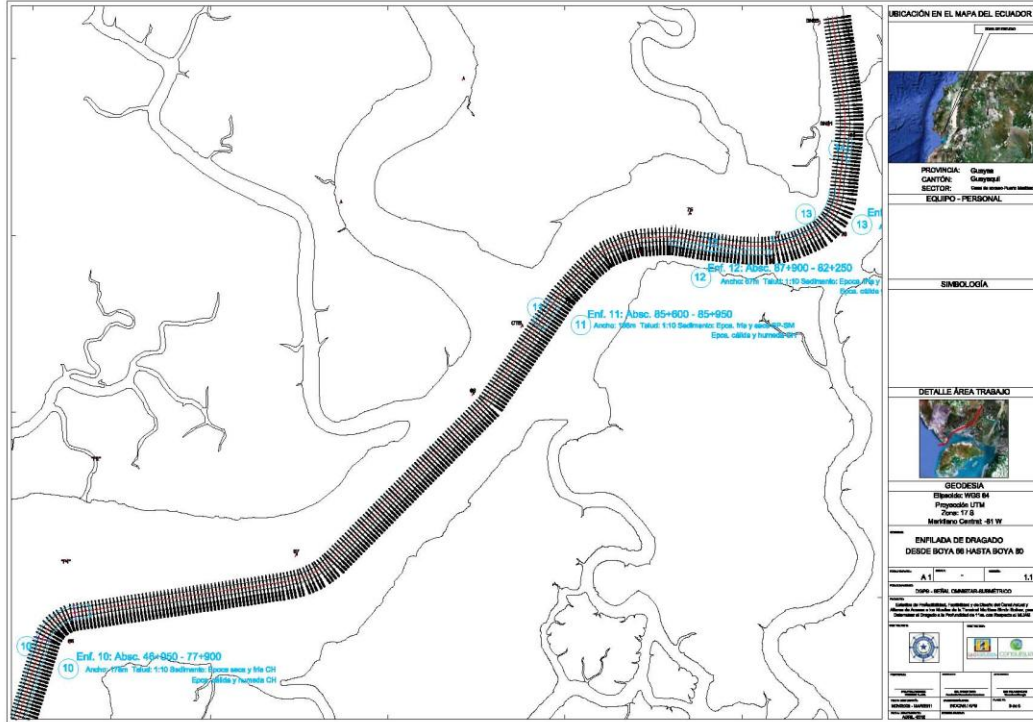
Ancho: 178m Talud 1:10 Sedimento: época fría SM; época cálida CH

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 1	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Junio 2012	17-90

Enfilada 12: Absc 60+000 – 77+900

Ancho: 178m Talud 1:10 Sedimento: época fría CH; época cálida CH

Sexto Tramo: Boya 66 a Boya 80.



Elaborado por: Grupo Consultor 2012

Enfilada 11: Absc 85+600 – 85+900

Ancho: 198m Talud 1:10 Sedimento: época fría SP-SM; época cálida CH

Enfilada 12: Absc 87+900 – 82+500

Ancho: 67m Talud 1:10 Sedimento: época fría SP-SM; época cálida CH

Enfilada 13: Absc 89+300 – 90+600

Ancho: 80m Talud 1:10 Sedimento: época fría SP-SM; época cálida CH

Enfilada 14: Absc 91+000 – 91+300

Ancho: 57m Talud 1:10 Sedimento: época fría SP-SM; época cálida CH

17.10.19.2 Metodología de dragado de la barra externa

Boya de mar - Barra Externa Roca + Sedimento

• **Draga de corte autopropulsada**

Esta draga además de los puntales posee una autogobernabilidad a base de hélice y una amplitud horizontal de dragado (swing) de 100 m. para optimizar el área a cortar. Esta draga posee un terminal de cortador de puntas, el necesario para romper cualquier tipo de roca, dejándola en pedazos menores a un diámetro de 20 pulgadas para poder ser retiradas por la draga de marcha. El rendimiento diario del cortador se

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 1	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Junio 2012	17-91



estima en 11,000 m³. Su maniobra es de tipo restringida. Este tipo de draga se utilizará exclusivamente en este tramo por existir presencia de roca.

- **Draga de succión en marcha DSM**

La draga de succión en marcha, en los sectores donde existe roca, entrará primero a dragar antes que la draga de corte de roca, esto lo hará para retirar el sedimento existente sobre el estrato rocoso y dejar libre la superficie de la roca para que la draga de corte realice su trabajo de manera directa sobre la roca. Luego la DSM se utilizará para retirar la mezcla del material de roca triturada y sedimento que dejó preparado la draga con cortador. El recorrido de ida y vuelta, serán las veces necesarias hasta llegar a la cota del proyecto, la misma que se comprobará con la ayuda de las batimetrías de control que se deberán realizar para la verificación del avance del dragado.

La draga de succión en marcha tendrá dos tuberías de succión, cada una con un diámetro de al menos 42 pulgadas, esto cubre la posibilidad de retirar la roca triturada con diámetros hasta de 100 cm. La capacidad de carga de la tolva será de 11,000 m³ por viaje y se desplazará entre 2 a 3 nudos dragando. Por ser del tipo auto-propulsada, la draga de succión en marcha podrá trabajar con un mínimo de impacto al tráfico naviero ya que, de ser requerido, puede realizar maniobras para dar paso a buques en el canal.

- **Preparación del área**

Antes de iniciar las labores de dragado, se recomienda lo siguiente:

- Comunicar a las autoridades respectivas el inicio de las obras, lugares de dragado y tiempo de operación, de tal manera que los usuarios del canal de navegación estén sobre alerta.
- Reubicar temporalmente la boya 8A del canal de navegación, durante el proceso de dragado.
- Verificar el perfecto estado de operación de los equipos de dragado.

- **Dragado en Sector Los Goles**

Cuando la draga de succión con corte comience a operar en la enfilada, la draga de succión en marcha ingresará a operar en la enfilada sur. Para el ingreso al área de trabajo, las dragas y embarcaciones saldrán por el canal de acceso frente a la boya 16 a un rumbo verdadero RV 183° 48'; siguiendo por el canal pasando la boya 13 se tomará el rumbo verdadero RV 311° pasando por las boyas 12 y 11; hasta el ingreso por la boya 10, hasta la boya 7 con el mismo RV 311°.

La Draga de succión en marcha realizará, con la ayuda de sus pescantes, la absorción del sedimento y roca triturada, los depositará en la tolva en el área diseñada para esta maniobra, sobre la cual navegará con una velocidad de 2 a 3 nudos con rumbo de ida N 135° W, y de vuelta S 45° E, entre las Boyas 7 a 10. El tiempo estimado es de 2 horas hasta llegar a la capacidad máxima de la tolva.

- **Transporte cargada (viaje de ida)**

Cuando la tolva está llena, los brazos de succión se levantan fuera del agua y la draga comienza su navegación al sitio de depósito o lugar de descarga. La velocidad de

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 1	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Junio 2012	17-92



navegación hasta llegar al sitio de descarga será 12 nudos, por lo que se estima que se tomará 30 minutos del área de Los Goles.

Desde el área de Los Goles, se navegará siempre de la boya 7 a la boya 12, con un RV 131°; a partir de la boya 12 se navegará al mismo RV (131°), hasta tener al lado izquierdo de la draga la boya 13, en ese punto realizará un giro al RV 170° navegando una distancia de 1,35 Millas Náuticas (MN) es decir 2500 metros de distancia.

- **Descarga**

Cuando la draga llega al sitio de depósito, abre las compuertas de fondo y se produce el vaciado, terminada la descarga las compuertas se cierran. Esta operación la realiza en aproximadamente 15 minutos.

- **Transporte descargada (viaje de regreso)**

Una vez que la cántara está libre de sedimentos, la draga procede a liberar el agua que ingresa luego del cierre de compuertas mediante bombeo, e inicia el viaje de retorno al área de trabajo para realizar un nuevo ciclo de dragado. El tiempo estimado es de 30 minutos.

- **Condiciones emergentes de operación**

La batimetría de control deberá realizarse durante el tiempo de operación a medida que se vaya dragando cada enfilada. Esto permitirá optimizar el tiempo de dragado.

Debido al tráfico naviero, la draga de succión en marcha deberá emplear maniobras que no impidan la libre navegación del canal, especialmente cuando se esté operando en las enfiladas.

17.10.19.3 Metodología dragado de la barra interna (Sedimentos).

La operación de la draga de succión será igual, cuando la tolva está llena, los brazos de succión se levantan fuera del agua y la draga comienza su navegación al sitio de depósito o lugar de descarga. La velocidad de navegación hasta llegar al sitio de descarga será 12 nudos y la distancia promedio es 24 millas, considerando como punto medio entre la Boya 51 hasta el lugar de depósito ubicado en las coordenadas Latitud: 02° 47' 48" Sur; Longitud: 080° 15' 36" Oeste, frente a la Isla Puná.

- **Transporte al sitio de descarga.**

Cuando la draga llega al sitio de depósito, abre las compuertas de fondo y se produce el vaciado, terminada la descarga las compuertas se cierran. Esta operación la realiza en aproximadamente 1.7h

- **Transporte de retorno (viaje de regreso)**

Una vez que la cántara está libre de sedimentos, la draga procede a liberar el agua que ingresa luego del cierre de compuertas mediante bombeo, e inicia el viaje de retorno al área de trabajo para realizar un nuevo ciclo de dragado. El tiempo estimado es de 1.5h.

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 1	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Junio 2012	17-93



- **Condiciones emergentes de operación**

Al igual que en el dragado de la Barra Externa, la batimetría de control deberá realizarse durante el tiempo de operación a medida que se vaya dragando cada enfilada, permitiendo optimizar el tiempo de dragado. Debido al tráfico naviero, la draga de succión en marcha deberá emplear maniobras que no impidan la libre navegación del canal, especialmente cuando se esté operando en las dos enfiladas.

17.10.19.4 Condiciones de personal

La dotación del personal Técnico y de Operaciones, a bordo de las unidades de dragado, estará definido por profesionales en el orden Técnico como los ingenieros con la suficiente experiencia en ejecución de obras de dragado, así como su personal auxiliar; el personal de operaciones que estará constituido por personal naval, oficiales navegantes y personal especialista en las diversas coberturas técnicas propias de una embarcación a flote cuya gama va desde el Capitán del buque o draga hasta el marinero de cubierta. La dotación del personal de draga extranjera estará supeditada a las leyes, normas y reglamentos propios del País de origen, las que deberán contemplar la alternabilidad para laborar 24h diarias. De contratarse personal nacional las labores y remuneraciones se regirán por las leyes y reglamentos nacionales.

17.10.19.5 Metodología de dragado por escenarios.

Los escenarios de acuerdo a las condiciones contractuales del estudio son:

- 9.60m + 0.50m de sobre dragado.
- 10.00m + 0.50m de sobre dragado
- 11.00m + 0.50m de sobre dragado
- Buque de Diseño Calado 11.00 + 0.50m de sobre dragado.

Por ser la variación de profundidad de 0.50m, que comparado con el desarrollo transversal de los tramos del Canal poco significativo, consideramos definir el dragado en función de los diseños de enfiladas para los niveles a las profundidades de 10.0m, 11.0m y para el desarrollo del Buque de Diseño, o sea que para dragar a 9.60m se asume las enfiladas a 10.0m. De igual manera el procedimiento de dragado de carácter general indicado en los numerales 17.10.19.2 y 19.10.19.3 deberá cumplirse en función del tramo que se encuentre dragando.

- **Dragado a la profundidad 10,0 m más 0,50 m de sobredragado.** Siempre se considerará iniciar el dragado, primero por la barra externa, partiendo de la Boya de Mar hacia el interior, con la draga de succión en marcha para que retire el sedimento arenoso y descubra el afloramiento rocoso existente en las Enfiladas 2.1 Absc. 14+000 – 14+400 y Enfilada 2.2 Absc. 15+250 – 15+800. La draga de succión en marcha, una vez descubierta la roca, podrá trasladarse a otros tramos como al de la Enfilada 1 Absc. 5+600 - 6+700 y no parar su rutina de trabajo.

La Dragas de Corte entrará a las enfiladas 2.1 y 2.2 a triturar la roca hasta dejarla en tamaños aceptables a las condiciones de succión de la DSM, rutina que se repetirá las veces necesarias hasta llegar al objetivo propuesto. Los anchos de las enfiladas están indicados en los planos correspondientes.

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 1	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Junio 2012	17-94



Extraído el material rocoso en las cantidades necesarias de acuerdo a lo programado, la draga de corte terminará su labor y podrá iniciar su desmovilización, quedando únicamente la draga de succión en marcha para extraer el sedimento de las enfiladas indicadas en el plano que para este efecto se ha diseñado. La rutina de trabajo esta indicada en los numerales 17.10.19.2 y 17.10.19.3. La DSM, se encargara de dragar el sedimento de la barra interna hasta la Boya 80, en función de las enfiladas diseñadas y explicadas en el numeral 17.10.19.1. Cabe recordar que esta metodología es aplicable además a la profundidad de 9,60 m.

- **Dragado a la profundidad 11,0 m más 0,50 m de sobredragado.** La rutina de dragado será igual en todos los escenarios, lo que cambiará serán las dimensiones de las enfiladas

Siempre se considerará iniciar el dragado, primero por la barra externa, partiendo de la Boya de Mar hacia el interior, con la draga de succión en marcha para que retire el sedimento arenoso y descubra el afloramiento rocoso existente en las Enfiladas 3.1 Absc. 14+000 – 14+400 y Enfilada 3.2 Absc. 15+050 – 16+000. La draga de succión en marcha, una vez descubierta la roca, podrá trasladarse a otros tramos como al de la Enfilada 1 Absc. BM – 10.300 y no parar su rutina de trabajo.

La Draga de Corte, entrara a las enfiladas 3.1 y 3.2, a triturar la roca hasta dejarla en tamaños aceptables a las condiciones de succión de la DSM, rutina que se repetirá las veces necesarias hasta llegar al objetivo propuesto. Los anchos de las enfiladas están indicados en los planos correspondientes.

Extraído el material rocoso en las cantidades necesarias de acuerdo a lo programado, la draga de corte terminará su labor y podrá iniciar su desmovilización, quedando únicamente la draga de succión en marcha para extraer el sedimento de las enfiladas indicadas en el plano que para este efecto se ha diseñado. La rutina de trabajo esta indicada en los numerales 17.10.19.2 y 17.10.19.3. La DSM, se encargara de dragar el sedimento de la barra interna hasta la Boya 80, en función de las enfiladas diseñadas y explicadas en el numeral 17.10.19.1. Esta metodología es aplicable también a la profundidad de 10,50 m.

- **Dragado a la profundidad del Buque de diseño mas sobredaragado.** La rutina de dragado será igual en todos los escenarios, lo que cambiará serán las dimensiones de las enfiladas

Siempre se considerará iniciar el dragado, primero por la barra externa, partiendo de la Boya de Mar hacia el interior, con la draga de succión en marcha para que retire el sedimento arenoso y descubra el afloramiento rocoso existente primero en la Enfilada 1.1 Absc. 2+750 – 5+200 y luego en la Enfilada 3.1 Absc. 12+850 – 16+800. La draga de succión en marcha, para esta profundidad podrá trabajar alternando su maniobra entre el tramo de la Boya de Mar hasta la Boya 7, entre las Enfiladas 1, 1.1 puesto que tiene ancho suficiente para no interrumpir su labor. De igual manera entre las enfiladas 2, 3, y 3.1.

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 1	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Junio 2012	17-95

La Draga de Corte entrará a las enfiladas 1.1 y 3.1, a triturar la roca hasta dejarla en tamaños aceptables a las condiciones de succión de la DSM, rutina que se repetirá las veces necesarias hasta llegar al objetivo propuesto. Los anchos de las enfiladas están indicados en los planos correspondientes.

Extraído el material rocoso en las cantidades necesarias de acuerdo a lo programado, la draga de corte terminará su labor y podrá iniciar su desmovilización, quedando únicamente la draga de succión en marcha para extraer el sedimento de las enfiladas indicadas en el plano que para este efecto se ha diseñado. La rutina de trabajo esta indicada en los numerales 17.10.19.2 y 17.10.19.3. La DSM, se encargará de dragar el sedimento de la barra interna hasta la Boya 80, en función de las enfiladas diseñadas y explicadas en el numeral 17.10.19.1.

17.10.20 Estimación de Tiempos para el dragado de apertura cada escenario

Se calculan los tiempos estimados para la obra de dragado bajo un escenario conservador denominado “de rendimiento real” con una eficiencia de trabajo del 70%, donde se considera que los días de trabajo tendrán variaciones ocasionadas por distintos factores como el tráfico naviero, las maniobras de abastecimiento de combustible, las maniobras adecuadas de mantenimiento de la draga, etc. Estos cálculos se presentan en las siguientes tablas de cálculo, la cual exclusivamente estiman los días por actividad de dragado, de corte y de succión en marcha.

Los tiempos de apertura de dragado se estimaron utilizando las características de las dos dragas, draga de succión con corte y la de succión en marcha, las cuales se presentan en las tablas siguientes:

Tabla 34. Estimación de tiempo de dragado a 9,60 m de profundidad

General	
Volumen a dragar sedimento	1'107.733,65 m ³
Número de enfilada	2
Volumen aproximado por Enf.	553.866,83 m ³
Volumen roca	17.646,27
Draga de corte	
Rendimiento	10.000 m ³ /día
Tiempo de dragado total por enfilada	1,8 días
Draga de succión en marcha	
Tiempo de dragado	2 h
Tiempo ida depósito	1,7 h
Tiempo de depósito	15 min
	0,25 h
Tiempo de retorno del depósito	1,5 h
Tiempo total del ciclo de dragado	5,45 h
Eficiencia del dragado	70 %

Volumen dragado por ciclo	11.000 m ³ /ciclo
Volumen efectivo dragado por ciclo	7.700 m ³ /ciclo
Horas del día de trabajo	24 h
Horas perdidas por trafico naviero	6 h
Horas efectivas por día de trabajo	18 h
Cantidad de ciclo por día de trabajo	3,30 ciclo/día
Volumen dragado por día	25.431,19 m ³ /día
Tiempo de dragado total enfiladas	44 días
Tiempo de intervención de draga de corte	2 días
Tiempo total	44 días

Elaborado por: Equipo Consultor

Tabla 35. Estimación de tiempo de dragado a 10,0 m de profundidad

General	
Volumen a dragar sedimento	3'962.744,04 m ³
Número de enfilada	2
Volumen aproximado por Enf.	1'981.372,02 m ³
Volumen roca	45.096,59
Draga de corte	
Rendimiento	10.000 m ³ /día
Tiempo de dragado total por enfilada	5 días
Draga de succión en marcha	
Tiempo de dragado	2 h
Tiempo ida depósito	1,7 h
Tiempo de depósito	15 min
	0,25 h
Tiempo de retorno del depósito	1,5 h
Tiempo total del ciclo de dragado	5,45 h
Eficiencia del dragado	70 %
Volumen dragado por ciclo	11.000 m ³ /ciclo
Volumen efectivo dragado por ciclo	7.700 m ³ /ciclo
Horas del día de trabajo	24 h
Horas perdidas por trafico naviero	6 h
Horas efectivas por día de trabajo	18 h
Cantidad de ciclo por día de trabajo	3,30 ciclo/día
Volumen dragado por día	25431,19 m ³ /día
Tiempo de dragado total enfiladas	156 días



Tiempo de intervención de draga de corte	5 días
Tiempo total	156 días

Elaborado por: Equipo Consultor

Tabla 36. Estimación de tiempo de dragado a 10,50 m de profundidad

General	
Volumen a dragar sedimento	7'195.508,24 m ³
Número de enfilada	2
Volumen aproximado por Enf.	3'597.754,12 m ³
Volumen roca	60.718,16
Draga de corte	
Rendimiento	10.000 m ³ /día
Tiempo de dragado total por enfilada	6 días
Draga de succión en marcha	
Tiempo de dragado	2 h
Tiempo ida depósito	1,7 h
Tiempo de depósito	15 min
	0,25 h
Tiempo de retorno del depósito	1,5 h
Tiempo total del ciclo de dragado	5,45 h
Eficiencia del dragado	70 %
Volumen dragado por ciclo	11000 m ³ /ciclo
Volumen efectivo dragado por ciclo	7700 m ³ /ciclo
Horas del día de trabajo	24 h
Horas perdidas por trafico naviero	6 h
Horas efectivas por día de trabajo	18 h
Cantidad de ciclo por día de trabajo	3,30 ciclo/día
Volumen dragado por día	25431,19 m ³ /día
Tiempo de dragado total enfiladas	283 días
Tiempo de intervención de draga de corte	6 días
Tiempo total	288 días

Elaborado por: Equipo Consultor

Tabla 37. Estimación de tiempo de dragado a 11,0 m de profundidad

General	
Volumen a dragar sedimento	1'1476.384,1 m ³
Número de enfilada	2
Volumen aproximado por Enf.	5'738.192,07 m ³
Volumen roca	198.201,72

Draga de corte	
Rendimiento	10.000 m ³ /día
Tiempo de dragado total por enfilada	20 días
Draga de succión en marcha	
Tiempo de dragado	2 h
Tiempo ida depósito	1,7 h
Tiempo de depósito	15 min
	0,25 h
Tiempo de retorno del depósito	1,5 h
Tiempo total del ciclo de dragado	5,45 h
Eficiencia del dragado	70 %
Volumen dragado por ciclo	11000 m ³ /ciclo
Volumen efectivo dragado por ciclo	7700 m ³ /ciclo
Horas del día de trabajo	24 h
Horas perdidas por trafico naviero	6 h
Horas efectivas por día de trabajo	18 h
Cantidad de ciclo por día de trabajo	3,30 ciclo/día
Volumen dragado por día	25431,19 m ³ /día
Tiempo de dragado total enfiladas	451 días
Tiempo de intervención de draga de corte	20 días
Tiempo total	451 días

Elaborado por: Equipo Consultor

Tabla 38. Estimación de tiempo de dragado buque de diseño con calado 11,0 m

General	
Volumen a dragar sedimento	18'230.548,1 m ³
Número de enfilada	2
Volumen aproximado por Enf.	9'115.274,07 m ³
Volumen roca	1'403.154,18
Draga de corte	
Rendimiento	10.000 m ³ /día
Tiempo de dragado total por enfilada	128 días
Draga de succión en marcha	
Tiempo de dragado	2 h
Tiempo ida depósito	1,7 h
Tiempo de depósito	15 min
	0,25 h



Tiempo de retorno del depósito	1,5 h
Tiempo total del ciclo de dragado	5,45 h
Eficiencia del dragado	70 %
Volumen dragado por ciclo	11000 m ³ /ciclo
Volumen efectivo dragado por ciclo	7700 m ³ /ciclo
Horas del día de trabajo	24 h
Horas perdidas por trafico naviero	6 h
Horas efectivas por día de trabajo	18 h
Cantidad de ciclo por día de trabajo	3,30 ciclo/día
Volumen dragado por día	25431,19 m ³ /día
Tiempo de dragado total enfiladas	717 días
Tiempo de intervención de draga de corte	140 días
Tiempo total	717 días

Elaborado por: Equipo Consultor

Las dragas que se proponen para la apertura de cualquiera de los escenarios son:

Tipo de Draga para roca:

- Draga de cortador autopropulsada
- Estabilidad para el trabajo mar por olas de viento
- Profundidad de dragado de al menos 20 metros
- Potencia total instalada mínima de 23.000 kW
- Potencia mínima de las bombas de dragado en cada terminal de 5.000 kW
- Potencia mínima de las bombas de succión sumergidas en cada terminal de 4.000 kW.
- Potencia mínima del cortador 6.000 kW
- Calado permisible para trabajo en el Área de la Barra Externa, menor a 8 metros.

Tipo de Draga de Apertura para material suelto (arena, limo, arcilla y sus combinaciones):

- Draga de Succión en Marcha
- Profundidad de Dragado de al menos 25 metros
- Capacidad de Tolva de al menos de 11.000 m³
- Mínima potencia total instalada de al menos 13.000 kW
- Potencia mínima de bombas de succión de 7.000 kW
- Diámetro de Succión al menos de 1.200 mm
- Velocidad de carga, 2 a 3 n.
- Velocidad de cruceo vacía 14n
- Velocidad de cruceo llena 12n
- Calado permisible para trabajo en el Canal de Acceso, menor a 9 metros.

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 1	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Junio 2012	17-100

Figura 44. Draga tipo, con cortador



Fuente: Grupo Consultor 2012

Figura 45. Draga tipo, capacidad de tolva de 11.000 m³



Fuente: Grupo Consultor 2012

17.10.21 Dragado de mantenimiento.

Para el dragado de mantenimiento se utilizará una draga de succión en marcha que entrará a operar al tercer mes de iniciado el dragado de apertura (cualquiera que sea el escenario de dragado escogido), para el presente estudio se recomiendan tres tipos de dragas, las mismas que están en función del volumen que hay que dragar de acuerdo al escenario que se considere.

En el escenario a 9,60 m de profundidad, debe utilizarse una draga de tolva de 7.000 m³, debido a que el volumen que se regenera (1'750.000 m³ al año) podrá ser dragado

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 1	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Junio 2012	17-101

con una producción mensual aproximada de 435.200 m³, como se lo demuestra en el cuadro siguiente.

Tabla 39. Rendimiento de la draga de mantenimiento de 7.000 m³.

Draga de succión en marcha	
Tiempo de dragado	2 h
Tiempo ida depósito	2,09 h
Tiempo de depósito	15 min
	0,25 h
Tiempo de retorno del depósito	1,74 h
Tiempo total del ciclo de dragado	6,08 h
Eficiencia del dragado	70 %
Volumen dragado por ciclo	7.000 m ³ /ciclo
Volumen efectivo dragado por ciclo	4.900 m ³ /ciclo
Horas del día de trabajo	24 h
Horas perdidas por tráfico naviero	6 h
Horas efectivas por día de trabajo	18 h
Cantidad de ciclo por día de trabajo	2,96 ciclo/día
Volumen dragado por día	14.506,58 m ³ /día
Producción mensual	435.197,4 m ³ /mes

Elaborado por: Grupo Consultor 2012

Tipo de Draga de Mantenimiento 1 para material suelto (arena, limo, arcilla y sus combinaciones):

- Draga de Succión en Marcha
- Profundidad de Dragado de al menos 15 metros
- Capacidad de Tolva de al menos de 7.000 m³
- Mínima potencia total instalada de al menos 8.000 kW
- Potencia mínima de bombas de succión de al menos 2.000 kW
- Velocidad de carga, 2 a 3 n.
- Velocidad de crucero vacía al menos 12n
- Velocidad de crucero llena no menos de 10n.
- Calado permisible para trabajo en el Canal de Acceso, menor a 9 metros.

Figura 46. Draga tipo, capacidad de tolva de 7.000 m³



Fuente: Grupo Consultor 2012

Para dar mantenimiento a las profundidades 10,0 m, 10,50 m y 11,0 m, se recomienda utilizar una draga de capacidad de tolva de 8.000 m³, la misma que para la profundidad de 11,0 m estará en capacidad de dragar el volumen que se regenerará de 3'040.000 m³, para una profundidad de 10,50 m el volumen que se regenerará será de 2'910.000 m³ y para la profundidad de 10,0 m con 2'810.000 m³; esto significa que a mayor profundidad mayor volumen de regeneración, y la intervención de este tipo de draga deberá ser también a los dos meses después de iniciado el dragado de apertura.

Tipo de Draga de Mantenimiento 2 para material suelto (arena, limo, arcilla y sus combinaciones):

- Draga de Succión en Marcha
- Profundidad de Dragado de al menos 15 metros
- Capacidad de Tolva de al menos de 8.000 m³
- Mínima potencia total instalada de 8.000 kW
- Potencia mínima de bombas de succión de 2.000 kW
- Velocidad de carga, 2 a 3 n.
- Velocidad de cruceo vacía al menos 12n
- Velocidad de cruceo llena no menos de 10n.
- Calado permisible para trabajo en el Canal de Acceso, menor a 9 metros.

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 1	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Junio 2012	17-103

Figura 47. Draga tipo, capacidad de tolva de 8.000 m³



Fuente: Grupo Consultor 2012

En la siguiente tabla se determina el rendimiento de la draga que se recomienda para el mantenimiento a las profundidades antes mencionadas:

Tabla 40. Rendimiento de la draga de mantenimiento de 8.000 m³.

Draga de succión en marcha	
Tiempo de dragado	2 h
Tiempo ida depósito	1,7 h
Tiempo de depósito	15 min
	0,25 h
Tiempo de retorno del depósito	1,5 h
Tiempo total del ciclo de dragado	5,45 h
Eficiencia del dragado	70 %
Volumen dragado por ciclo	8.000 m ³ /ciclo
Volumen efectivo dragado por ciclo	5.600 m ³ /ciclo
Horas del día de trabajo	24 h
Horas perdidas por tráfico naviero	6 h
Horas efectivas por día de trabajo	18 h
Cantidad de ciclo por día de trabajo	3,30 ciclo/día
Volumen dragado por día	18.495,41 m ³ /día
Producción mensual	554.862,30 m ³ /mes

Elaborado por: Grupo Consultor 2012

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 1	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Junio 2012	17-104

Para el dragado de mantenimiento al calado que requiere del buque de diseño deberá ser una draga del tipo de la draga de apertura, es decir de por lo menos 11.000.0m³ de capacidad en la tolva y su intervención deberá ser por lo menos dos meses de haber iniciado el dragado de apertura, esto servirá para que el proceso sedimentario no azolve la profundidad de manera inmediata mientras la draga de apertura continúa con su proceso normal de dragado.

Se ha estimado que el volumen de mantenimiento a esta profundidad es de 3'830.000 m³ y en la siguiente tabla se estima el rendimiento.

Tipo de Draga de Mantenimiento 3 para material suelto (arena, limo, arcilla y sus combinaciones):

- Draga de Succión en Marcha
- Profundidad de Dragado de al menos 25 metros
- Capacidad de Tolva de al menos de 11.000 m³
- Mínima potencia total instalada de al menos 13.000 kW
- Potencia mínima de bombas de succión de 7.000 kW
- Diámetro de Succión al menos de 1.200 mm
- Velocidad de carga, 2 a 3 n.
- Velocidad de crucero vacía 14n
- Velocidad de crucero llena 12n
- Calado permisible para trabajo en el Canal de Acceso, menor a 9 metros.

Tabla 41. Rendimiento de la draga de mantenimiento de 11.000 m³

Draga de succión en marcha	
Tiempo de dragado	2 h
Tiempo ida depósito	1,7 h
Tiempo de depósito	15 min
	0,25 h
Tiempo de retorno del depósito	1,5 h
Tiempo total del ciclo de dragado	5,45 h
Eficiencia del dragado	70 %
Volumen dragado por ciclo	11.000 m ³ /ciclo
Volumen efectivo dragado por ciclo	7.700 m ³ /ciclo
Horas del día de trabajo	24 h
Horas perdidas por trafico naviero	6 h
Horas efectivas por día de trabajo	18 h
Cantidad de ciclo por día de trabajo	3,30 ciclo/día
Volumen dragado por día	25.431,19 m ³ /día
Producción mensual	762.935,7 m ³ /mes

Elaborado por: Grupo Consultor 2012

La draga tipo será como la que se indica en la siguiente figura:

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 1	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Junio 2012	17-105

Figura 48. Draga tipo, capacidad de tolva de 11.000 m³



Fuente: Grupo Consultor 2012

17.10.22 Precios Unitarios, Presupuesto de obra y Programación de obra para realizar el dragado de apertura y de mantenimiento en los distintos escenarios.

El análisis de costos unitarios y el presupuesto referencial fueron elaborados de acuerdo a la información técnica de primera mano y a cotizaciones realizadas por APG en el medio. Se analizaron tres rubros: Movilización de dragas y equipos, dragado de corte y succión en marcha y desmovilización de equipos. Los análisis de precios unitarios se muestran a continuación, junto con el presupuesto de obra y con la programación de la obra para cada uno de los escenarios considerados.

17.10.22.1 Costo unitario de la draga de tolva.

Para el análisis de costos se han considerado varias variables

- La depreciación y costo del capital están basados en el valor de una draga nueva debidamente equipada.
- La operación del equipo mediante tres turnos.
- El valor del combustible y lubricantes en función de la potencia de los motores.

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 1	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Junio 2012	17-106



17.10.22.2 Escenario 1: Dragado a 9,60 m de profundidad, considerando 0,50 m de sobredragado

- . Dragado de apertura

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

OBRA: DRAGADO CANAL DE ACCESO APG

CONTRATANTE:

(horas/und.)

OFERTANTE:

FECHA: Abril 2012

RUBRO: 1 **UNIDAD:** Global **RENDIM. R =** 1,0

DETALLE: Movilización draga de CORTE auto impulsada

EQUIPOS				
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	COSTO UNIT.
	A	B	C=A*B	D=C*R
Draga cortadora	1,0	733.250,00	733.250,00	733.250,00
MANO DE OBRA				PARCIAL M 733.250,00
DESCRIPCION (CATEG.)	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	COSTO UNIT.
	A	B	C=A*B	D=C*R
Capitán	1,00	8.160,00	8.160,00	8.160,00
Oficial Jefe de máquina	1,00	6.720,00	6.720,00	6.720,00
Oficial de Dragado	1,00	6.240,00	6.240,00	6.240,00
Asistente de máquina	2,00	4.560,00	9.120,00	9.120,00
Oficial electricista	2,00	4.320,00	8.640,00	8.640,00
Oficial de control de averías	2,00	4.320,00	8.640,00	8.640,00
Capataz	2,00	3.600,00	7.200,00	7.200,00
Cocinero/ cámara	2,00	3.840,00	7.680,00	7.680,00
Marineros	9,00	3.600,00	32.400,00	32.400,00
MATERIALES				PARCIAL N 94.800,00
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	COSTO
		A	B	C=A*B
Combustible	m3	5.000,00	1,06	5.300,00
TRANSPORTE				PARCIAL O 5.300,00
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
		A	B	C=A*B
				PARCIAL P 0,00
TOTAL COSTOS DIRECTOS X = (M+N+O+P)				833.350,00
INDIRECTOS Y UTILIDAD 20 % X				166.670,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO				1.000.020,00
VALOR ASUMIDO				1.000.000,00



ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

OBRA: DRAGADO DE APERTURA DEL CANAL ACCESO

CONTRATANTE:

OFERTANTE:

FECHA: Abril 2012

RUBRO: 2 UNIDAD: m³ RENDIM. R = 0,0043

DETALLE: DRAGADO EN ROCA PROF. 9,6 a 10

EQUIPOS				
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	COSTO UNIT.
	A	B	C=A*B	D=C*R
Draga cortadora	1	1.800,00	1.800,00	7,67
MANO DE OBRA PARCIAL M				7,67
DESCRIPCION (CATEG.)	CANTIDAD	JORNAL/HR.	COSTO HORA	COSTO UNIT.
	A	B	C=A*B	D=C*R
Capitán	1,00	20,00	20,00	0,08
Oficial Jefe de máquina	1,00	15,00	15,00	0,06
Oficial de Dragado	1,00	15,00	15,00	0,06
Asistente de máquina	2,00	7,50	15,00	0,06
Oficial electricista	2,00	10,00	20,00	0,08
Oficial de control de averías	2,00	10,00	20,00	0,08
Capataz	2,00	4,00	8,00	0,03
Cocinero/ cámara	2,00	6,00	12,00	0,05
Marineros	9,00	3,00	27,00	0,11
MATERIALES PARCIAL N				0,61
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	COSTO
		A	B	C=A*B
Combustible	GL	2,41	1,06	2,55
TRANSPORTE PARCIAL O				2,55
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
		A	B	C=A*B
				0,00
PARCIAL P				0,00
TOTAL COSTOS DIRECTOS X = (M+N+O+P)				10,83
INDIRECTOS Y UTILIDAD 20 % X				2,17
COSTO TOTAL DEL RUBRO				13,00



ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

OBRA: DRAGADO CANAL DE ACCESO APG

CONTRATANTE:

(horas/und.)

OFERTANTE:

FECHA: Abril 2012

RUBRO: 3 **UNIDAD:** Global **RENDIM. R =** 1,0

DETALLE: Desmovilización draga de CORTE auto propulsada

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	COSTO UNIT.
	A	B	C=A*B	D=C*R
Draga cortadora	1,0	649.900,00	649.900,00	649.900,00

MANO DE OBRA PARCIAL M 649.900,00

DESCRIPCION (CATEG.)	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	COSTO UNIT.
	A	B	C=A*B	D=C*R
Capitán	1,00	8.160,00	8.160,00	8.160,00
Oficial Jefe de máquina	1,00	6.720,00	6.720,00	6.720,00
Oficial de Dragado	1,00	6.240,00	6.240,00	6.240,00
Asistente de máquina	2,00	4.560,00	9.120,00	9.120,00
Oficial electricista	2,00	4.320,00	8.640,00	8.640,00
Oficial de control de averías	2,00	4.320,00	8.640,00	8.640,00
Capataz	2,00	3.600,00	7.200,00	7.200,00
Cocinero/ cámara	2,00	3.840,00	7.680,00	7.680,00
Marineros	9,00	3.600,00	32.400,00	32.400,00

MATERIALES PARCIAL N 94.800,00

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	COSTO
		A	B	C=A*B
Combustible	m3	5.000,00	1,06	5.300,00

TRANSPORTE PARCIAL O 5.300,00

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
		A	B	C=A*B

PARCIAL P 0,00

TOTAL COSTOS DIRECTOS X = (M+N+O+P)	750.000,00
INDIRECTOS Y UTILIDAD 20 % X	150.000,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	900.000,00
VALOR ASUMIDO	900.000,00



DRAGADO DE APERTURA Y MANTENIMIENTO A 9,60M - 10,0M

DESCARGA A 24 MLL				
TIPO		TOLVA		
CAPACIDAD	M3	11.000		
1 COSTO	U.S.\$		30.000.000	
2 DEPRECIACION	AÑOS	20	125.000	\$/MES
3 COSTO CAPITAL		12%	300.000	\$/MES
4 SEGURO		4%	100.000	\$/MES
5 PERSONAL	3TURNOS		58.000	\$/MES
6 CARGAS		25%	14.500	\$/MES
7 COMBUSTIBLE			597.500	
Horas productivas	22	25	550	
Propulsión	HP	25.000	440.000	litros
Bomba	HP	13.000	66.000	litros
Generador	HP	6000	28.600	litros
TOTAL			534.600	litros
COSTO	\$/GALON	1,06	141.669	\$/MES
8 LUBRICANTES		15%	21.250	\$/MES
9 MATERIALES VARIOS		7,50%	2.250.000	\$/MES
10 Mantenimiento mayor		4,3%	107.500	\$/MES
SUBTOTAL			2.520.419	\$/MES
			3.117.919	
DESCARGA DE FONDO A 24 MII DESDE Centr. Geométr. Barra Interna				
1 DISTANCIA	MILLAS N.		24	
2 VELOCIDAD C/CARGA	NUDOS		10	
3 VELOCIDAD S/CARGA	NUDOS		12	
4 CICLO				
CARGA	h		2	
IDA	h		1,7	
DESCARGA	h		0,25	
RETORNO	h		1,5	
TOTAL	h		5,45	
TOTAL	HORAS		5,51	
Horas productivas	DIA		18	
Ciclos por día			3,3	
5 VOL. EFEC. TOLVA	M3	70%	7.700	
6 VOLUMEN DIA	M3		25.154,26	
7 VOLUMEN MES	M3		628.856,62	
DESCARGA DE FONDO A 24 MII DEDSE Centr. Geométr. Barra Interna.				
1 VOLUMEN MES	M3		628.857	
2 COSTO DIRECTO	\$		3.117.919	
3 COSTO UNIT.DIRECTO	\$		4,96	
4 ADMINISTRACION	\$	10%	0,50	
5 COSTOS INDIRECTOS	\$	10%	0,55	
6 COSTO UNIT.TOTAL	\$		6,00	



ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

OBRA: DRAGADO CANAL DE ACCESO APG

CONTRATANTE:

(horas/und.)

OFERTANTE:

FECHA: Abril 2012

RUBRO: 5 **UNIDAD:** Global **RENDIM. R =** 1,0

DETALLE: Movilización draga de succión en marcha sedimentos, apertura

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	COSTO UNIT.
	A	B	C=A*B	D=C*R
Draga cortadora	1,0	899.900,00	899.900,00	899.900,00

MANO DE OBRA

PARCIAL M 899.900,00

DESCRIPCION (CATEG.)	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	COSTO UNIT.
	A	B	C=A*B	D=C*R
Capitán	1,00	8.160,00	8.160,00	8.160,00
Oficial Jefe de máquina	1,00	6.720,00	6.720,00	6.720,00
Oficial de Dragado	1,00	6.240,00	6.240,00	6.240,00
Asistente de máquina	2,00	4.560,00	9.120,00	9.120,00
Oficial electricista	2,00	4.320,00	8.640,00	8.640,00
Oficial de control de averías	2,00	4.320,00	8.640,00	8.640,00
Capataz	2,00	3.600,00	7.200,00	7.200,00
Cocinero/ cámara	2,00	3.840,00	7.680,00	7.680,00
Marineros	9,00	3.600,00	32.400,00	32.400,00

MATERIALES

PARCIAL N 94.800,00

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	COSTO
		A	B	C=A*B
Combustible	m3	5.000,00	1,06	5.300,00

TRANSPORTE

PARCIAL O 5.300,00

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
		A	B	C=A*B

PARCIAL P 0,00

TOTAL COSTOS DIRECTOS $X = (M+N+O+P)$	1.000.000,00
INDIRECTOS Y UTILIDAD 20 % X	200.000,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	1.200.000,00
VALOR ASUMIDO	1.200.000,00



ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

OBRA: DRAGADO CANAL DE ACCESO APG

CONTRATANTE:

(horas/und.)

OFERTANTE:

FECHA: Abril 2012

RUBRO: 6 UNIDAD: Global RENDIM. R = 1,0

DETALLE: Desmovilización draga de succión en marcha

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	COSTO UNIT.
	A	B	C=A*B	D=C*R
Draga cortadora	1,0	733.250,00	733.250,00	733.250,00

MANO DE OBRA PARCIAL M 733.250,00

DESCRIPCION (CATEG.)	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	COSTO UNIT.
	A	B	C=A*B	D=C*R
Capitán	1,00	8.160,00	8.160,00	8.160,00
Oficial Jefe de máquina	1,00	6.720,00	6.720,00	6.720,00
Oficial de Dragado	1,00	6.240,00	6.240,00	6.240,00
Asistente de máquina	2,00	4.560,00	9.120,00	9.120,00
Oficial electricista	2,00	4.320,00	8.640,00	8.640,00
Oficial de control de averías	2,00	4.320,00	8.640,00	8.640,00
Capataz	2,00	3.600,00	7.200,00	7.200,00
Cocinero/ cámara	2,00	3.840,00	7.680,00	7.680,00
Marineros	9,00	3.600,00	32.400,00	32.400,00

MATERIALES PARCIAL N 94.800,00

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	COSTO
		A	B	C=A*B
Combustible	m3	5.000,00	1,06	5.300,00

TRANSPORTE PARCIAL O 5.300,00

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
		A	B	C=A*B

PARCIAL P 0,00

TOTAL COSTOS DIRECTOS $X = (M+N+O+P)$	833.350,00
INDIRECTOS Y UTILIDAD 20 % X	166.670,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	1.000.020,00
VALOR ASUMIDO	1.000.000,00



Realizando el presupuesto se tiene: 9.60 + sobredragado

ITEM	RUBRO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIOS UNITARIOS	PRECIO TOTAL
1	Movilización de dragas para roca	global	1,00	1.000.000,00	1.000.000,00
2	Dragado en roca	m3	17.646,27	13,0	229.401,51
3	Desmovilización de draga para roca	global	1,00	900000,0	900.000,00
4	Dragado arena o sedimentos	m3	1'107.733,65	6,0	6.645.596,31
5	Movilización de draga para sedimento	global	1,00	1.200.000,00	1.200.000,00
6	Desmovilización de draga para sedimento	global	1,00	1.000.000,00	1.000.000,00
TOTAL					10.974.997,82

La programación de la obra es:

Tiempo de Ejecución: 63 días

ITEM	RUBRO	Duración días	Mes 1				Mes 2				Mes 3				
			S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	
1	Movilización de dragas para roca	15	■												
2	Dragado en roca	1			■										
3	Desmovilización de draga para roca	2			■										
4	Dragado arena o sedimentos	46		■											
5	Movilización de draga para sedimento	15	■												
6	Desmovilización de draga para sedimento	2								■					

El cronograma de desembolsos queda de la siguiente manera:

ITEM	RUBRO	TOTAL	Mes 1	Mes 2	Mes 3
1	Movilización de dragas para roca	1.000.000,00	1.000.000,00		
2	Dragado en roca	229.401,51	210.294,37		
3	Desmovilización de draga para roca	900.000,00	900.000,00		
4	Dragado arena o sedimentos	6.646.401,90	1.011.400,00	5.635.001,90	
5	Movilización de draga para sedimento	1.200.000,00	1.200.000,00		
6	Desmovilización de draga para sedimento	1.000.000,00			1.000.000,00
Inversión Mensual			4.321.694,37	5.635.001,90	1.000.000,00
Avance Parcial en %			39,44	51,43	9,13
Inversión Acumulada				9.956.696,27	10.956.696,27
Avance Acumulado en %				90,87	100,00

- **Dragado de mantenimiento.**

Para el dragado de mantenimiento en este escenario se tienen los siguientes análisis de precios unitarios:

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 1	Página
Asociación Geostudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Junio 2012	17-113



OBRA: DRAGADO CANAL DE ACCESO APG

CONTRATANTE:

(horas/und.)

OFERTANTE:

FECHA: Abril 2012

RUBRO: 7,0

UNIDAD: Global

RENDIM. R =

1,0

DETALLE: Movilización draga de mantenimiento

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	COSTO UNIT.
	A	B	C=A*B	D=C*R
Draga cortadora	1,0	608.235,00	608.235,00	608.235,00

MANO DE OBRA

PARCIAL M

608.235,00

DESCRIPCION (CATEG.)	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	COSTO UNIT.
	A	B	C=A*B	D=C*R
Capitán	1,00	8.160,00	8.160,00	8.160,00
Oficial Jefe de máquina	1,00	6.720,00	6.720,00	6.720,00
Oficial de Dragado	1,00	6.240,00	6.240,00	6.240,00
Asistente de máquina	2,00	4.560,00	9.120,00	9.120,00
Oficial electricista	2,00	4.320,00	8.640,00	8.640,00
Oficial de control de averías	2,00	4.320,00	8.640,00	8.640,00
Capataz	2,00	3.600,00	7.200,00	7.200,00
Cocinero/ cámara	2,00	3.840,00	7.680,00	7.680,00
Marineros	9,00	3.600,00	32.400,00	32.400,00

MATERIALES

PARCIAL N

94.800,00

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	COSTO
		A	B	C=A*B
Combustible	m3	5.000,00	1,06	5.300,00

TRANSPORTE

PARCIAL O

5.300,00

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
		A	B	C=A*B

PARCIAL P

0,00

TOTAL COSTOS DIRECTOS	$X = (M+N+O+P)$	708.335,00
INDIRECTOS Y UTILIDAD	20 % X	141.667,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO		850.002,00
VALOR ASUMIDO		850.000,00



ANÁLISIS DE COSTOS DE LA DRAGA DE TOLVA				
DESCARGA A 24 MLL				
TIPO		TOLVA		
CAPACIDAD	M3	11.000		
1 COSTO	U.S.\$		30.000.000	
2 DEPRECIACION	AÑOS	20	125.000	\$/MES
3 COSTO CAPITAL		12%	300.000	\$/MES
4 SEGURO		4%	100.000	\$/MES
5 PERSONAL	3TURNOS		58.000	\$/MES
6 CARGAS		25%	14.500	\$/MES
7 COMBUSTIBLE			597.500	
Horas productivas	22	25		550
Propulsión	HP	25.000	440.000	litros
Bomba	HP	13.000	66.000	litros
Generador	HP	6000	28.600	litros
TOTAL			534.600	litros
COSTO	\$/GALON	1,06	141.669	\$/MES
8 LUBRICANTES		15%	21.250	\$/MES
9 MATERIALES VARIOS		7,50%	2.250.000	\$/MES
10 Mantenimiento mayor		4,3%	107.500	\$/MES
SUBTOTAL			2.520.419	\$/MES
			3.117.919	
CÁLCULO DEL CICLO DE LA DRAGA DE TOLVA				
DESCARGA DE FONDO A 24 MII DESDE Centr. Geomet. Barra Interna				
			ALT. 1	
			(10.5)	
1 DISTANCIA	MILLAS		24	
	N.			
2 VELOCIDAD C/CARGA	NUDOS		10	
3 VELOCIDAD S/CARGA	NUDOS		12	
4 CICLO				
CARGA	h		2	
IDA	h		1,7	
DESCARGA	h		0,25	
RETORNO	h		1,5	
TOTAL	h		5,45	
TOTAL	HORAS		5,51	
Horas productivas	DIA		18	
Ciclos por día			3,3	
5 VOL. EFEC. TOLVA	M3	70%	7.700	
6 VOLUMEN DIA	M3		25.154,26	
7 VOLUMEN MES	M3		628.856,62	
CÁLCULO DEL PRECIO UNITARIO				
DESCARGA DE FONDO A 24 MII DESDE Centr. Geométr. Barra Interna				
1 VOLUMEN MES	M3		628.857	
2 COSTO DIRECTO	\$		3.117.919	
3 COSTO UNIT.DIRECTO	\$		4,96	
4 ADMINISTRACION	\$	10%	0,50	
5 COSTOS INDIRECTOS	\$	10%	0,55	
6 COSTO UNIT.TOTAL	\$		6,00	



OBRA: DRAGADO CANAL DE ACCESO APG

CONTRATANTE:

(horas/und.)

OFERTANTE:

FECHA: Abril 2012

RUBRO: 8

UNIDAD: Global

RENDIM. R =

1,0

DETALLE: Desmovilización draga de mantenimiento

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	COSTO UNIT.
	A	B	C=A*B	D=C*R
Draga cortadora	1,0	524.900,00	524.900,00	524.900,00

MANO DE OBRA

PARCIAL M

524.900,00

DESCRIPCION (CATEG.)	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	COSTO UNIT.
	A	B	C=A*B	D=C*R
Capitán	1,00	8.160,00	8.160,00	8.160,00
Oficial Jefe de máquina	1,00	6.720,00	6.720,00	6.720,00
Oficial de Dragado	1,00	6.240,00	6.240,00	6.240,00
Asistente de máquina	2,00	4.560,00	9.120,00	9.120,00
Oficial electricista	2,00	4.320,00	8.640,00	8.640,00
Oficial de control de averías	2,00	4.320,00	8.640,00	8.640,00
Capatas	2,00	3.600,00	7.200,00	7.200,00
Cocinero/ camara	2,00	3.840,00	7.680,00	7.680,00
Marineros	9,00	3.600,00	32.400,00	32.400,00

MATERIALES

PARCIAL N

94.800,00

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	COSTO
		A	B	C=A*B
Combustible	m3	5.000,00	1,06	5.300,00

TRANSPORTE

PARCIAL O

5.300,00

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
		A	B	C=A*B

PARCIAL P

0,00

TOTAL COSTOS DIRECTOS $X = (M+N+O+P)$	625.000,00
INDIRECTOS Y UTILIDAD 20 % X	125.000,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	750.000,00



Realizando el presupuesto se tiene:

ITEM	RUBRO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIOS UNITARIOS	PRECIO TOTAL
7	Movilización de dragas para roca	global	1,00	850.000,00	850.000,00
4	Dragado arena o sedimentos	m3	1'750.000,00	6,0	10.498.727,32
8	Desmovilización de draga para sedimento	global	1,00	750.000,00	750.000,00
	TOTAL				12.098.727,32



17.10.22.3 Escenario 2: Dragado a 10,0 m de profundidad, considerando 0,50 m de sobredragado.

- Dragado de apertura.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

OBRA: DRAGADO CANAL DE ACCESO APG

CONTRATANTE:

(horas/und.)

OFERTANTE:

FECHA: Abril 2012

RUBRO: 1 **UNIDAD:** Global **RENDIM. R =** 1,0

DETALLE: Movilización draga de CORTE auto impulsada

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	COSTO UNIT.
	A	B	C=A*B	D=C*R
Draga cortadora	1,0	733.250,00	733.250,00	733.250,00

MANO DE OBRA PARCIAL M 733.250,00

DESCRIPCION (CATEG.)	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	COSTO UNIT.
	A	B	C=A*B	D=C*R
Capitán	1,00	8.160,00	8.160,00	8.160,00
Oficial Jefe de máquina	1,00	6.720,00	6.720,00	6.720,00
Oficial de Dragado	1,00	6.240,00	6.240,00	6.240,00
Asistente de máquina	2,00	4.560,00	9.120,00	9.120,00
Oficial electricista	2,00	4.320,00	8.640,00	8.640,00
Oficial de control de averías	2,00	4.320,00	8.640,00	8.640,00
Capataz	2,00	3.600,00	7.200,00	7.200,00
Cocinero/ cámara	2,00	3.840,00	7.680,00	7.680,00
Marineros	9,00	3.600,00	32.400,00	32.400,00

MATERIALES PARCIAL N 94.800,00

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	COSTO
		A	B	C=A*B
Combustible	m3	5.000,00	1,06	5.300,00

TRANSPORTE PARCIAL O 5.300,00

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
		A	B	C=A*B

PARCIAL P 0,00

TOTAL COSTOS DIRECTOS $X = (M+N+O+P)$	833.350,00
INDIRECTOS Y UTILIDAD 20 % X	166.670,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	1.000.020,00
VALOR ASUMIDO	1.000.000,00

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS****OBRA:** DRAGADO DE APERTURA DEL CANAL ACCESO**CONTRATANTE:****OFERTANTE:****FECHA:** Abril 2012**RUBRO:** 2 UNIDAD: m3 RENDIM. R = 0,0043**DETALLE:** DRAGADO EN ROCA PROF. 9,6 a 10**EQUIPOS**

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	COSTO UNIT.
	A	B	C=A*B	D=C*R
Draga cortadora	1	1.800,00	1.800,00	7,67

MANO DE OBRA

				PARCIAL M	7,67
DESCRIPCION (CATEG.)	CANTIDAD	JORNAL/HR.	COSTO HORA	COSTO UNIT.	
	A	B	C=A*B	D=C*R	
Capitán	1,00	20,00	20,00	0,08	
Oficial Jefe de máquina	1,00	15,00	15,00	0,06	
Oficial de Dragado	1,00	15,00	15,00	0,06	
Asistente de máquina	2,00	7,50	15,00	0,06	
Oficial electricista	2,00	10,00	20,00	0,08	
Oficial de control de averías	2,00	10,00	20,00	0,08	
Capataz	2,00	4,00	8,00	0,03	
Cocinero/ cámara	2,00	6,00	12,00	0,05	
Marineros	9,00	3,00	27,00	0,11	

				PARCIAL N	0,61
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	COSTO	
MATERIAL		A	B	C=A*B	
Combustible	GL	2,41	1,06	2,55	

TRANSPORTE

				PARCIAL O	2,55
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B	
				0,00	

				PARCIAL P	0,00
TOTAL COSTOS DIRECTOS X = (M+N+O+P)					10,83
INDIRECTOS Y UTILIDAD 20 % X					2,17
COSTO TOTAL DEL RUBRO					13,00

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 1	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Junio 2012	17-119



ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

OBRA: DRAGADO CANAL DE ACCESO APG

CONTRATANTE:

(horas/und.)

OFERTANTE:

FECHA: Abril 2012

RUBRO: 3 **UNIDAD:** Global **RENDIM. R =** 1,0

DETALLE: Desmovilización draga de CORTE auto propulsada

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	COSTO UNIT.
	A	B	C=A*B	D=C*R
Draga cortadora	1,0	649.900,00	649.900,00	649.900,00

MANO DE OBRA

PARCIAL M 649.900,00

DESCRIPCION (CATEG.)	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	COSTO UNIT.
	A	B	C=A*B	D=C*R
Capitán	1,00	8.160,00	8.160,00	8.160,00
Oficial Jefe de máquina	1,00	6.720,00	6.720,00	6.720,00
Oficial de Dragado	1,00	6.240,00	6.240,00	6.240,00
Asistente de máquina	2,00	4.560,00	9.120,00	9.120,00
Oficial electricista	2,00	4.320,00	8.640,00	8.640,00
Oficial de control de averías	2,00	4.320,00	8.640,00	8.640,00
Capataz	2,00	3.600,00	7.200,00	7.200,00
Cocinero/ cámara	2,00	3.840,00	7.680,00	7.680,00
Marineros	9,00	3.600,00	32.400,00	32.400,00

MATERIALES

PARCIAL N 94.800,00

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	COSTO
		A	B	C=A*B
Combustible	m3	5.000,00	1,06	5.300,00

TRANSPORTE

PARCIAL O 5.300,00

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
		A	B	C=A*B

PARCIAL P 0,00

TOTAL COSTOS DIRECTOS $X = (M+N+O+P)$	750.000,00
INDIRECTOS Y UTILIDAD 20 % X	150.000,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	900.000,00
VALOR ASUMIDO	900.000,00



ANALISIS DE COSTOS DE LA DRAGA DE TOLVA				
DESCARGA A 24 MLL				
TIPO		TOLVA		
CAPACIDAD	M3	11.000		
1 COSTO	U.S.\$		30.000.000	
2 DEPRECIACION	AÑOS	20	125.000	\$/MES
3 COSTO CAPITAL		12%	300.000	\$/MES
4 SEGURO		4%	100.000	\$/MES
5 PERSONAL	3TURNOS		58.000	\$/MES
6 CARGAS		25%	14.500	\$/MES
7 COMBUSTIBLE			597.500	
Horas productivas	22	25	550	
Propulsión	HP	25.000	440.000	litros
Bomba	HP	13.000	66.000	litros
Generador	HP	6000	28.600	litros
TOTAL			534.600	litros
COSTO	\$/GALON	1,06	141.669	\$/MES
8 LUBRICANTES		15%	21.250	\$/MES
9 MATERIALES VARIOS		7,50%	2.250.000	\$/MES
10 Mantenimiento mayor		4,3%	107.500	\$/MES
SUBTOTAL			2.520.419	\$/MES
			3.117.919	
CALCULO DEL CICLO DE LA DRAGA DE TOLVA				
DESCARGA DE FONDO A 24 MII DESDE Centr. Geomet. Barra Interna				
			ALT. 1 (10.5)	
1 DISTANCIA	MILLAS N.		24	
2 VELOCIDAD C/CARGA	NUDOS		10	
3 VELOCIDAD S/CARGA	NUDOS		12	
4 CICLO				
CARGA	h		2	
IDA	h		1,7	
DESCARGA	h		0,25	
RETORNO	h		1,5	
TOTAL	h		5,45	
TOTAL	HORAS		5,51	
Horas productivas	DIA		18	
Ciclos por dia			3,3	
5 VOL. EFEC. TOLVA	M3	70%	7.700	
6 VOLUMEN DIA	M3		25.154,26	
7 VOLUMEN MES	M3		628.856,62	
CALCULO DEL PRECIO UNITARIO				
DESCARGA DE FONDO A 24 MII DESDE Centr. Geomét. Barra Interna.				
1 VOLUMEN MES	M3		628.857	
2 COSTO DIRECTO	\$		3.117.919	
3 COSTO UNIT.DIRECTO	\$		4,96	
4 ADMINISTRACION	\$	10%	0,50	
5 COSTOS INDIRECTOS	\$	10%	0,55	
6 COSTO UNIT.TOTAL	\$		6,00	



ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

OBRA: DRAGADO CANAL DE ACCESO APG

CONTRATANTE:

(horas/und.)

OFERTANTE:

FECHA: Abril 2012

RUBRO: 5 **UNIDAD:** Global **RENDIM. R =** 1,0

DETALLE: Movilización draga de succión en marcha sedimentos, apertura

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	COSTO UNIT.
	A	B	C=A*B	D=C*R
Draga cortadora	1,0	899.900,00	899.900,00	899.900,00

MANO DE OBRA

PARCIAL M 899.900,00

DESCRIPCION (CATEG.)	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	COSTO UNIT.
	A	B	C=A*B	D=C*R
Capitán	1,00	8.160,00	8.160,00	8.160,00
Oficial Jefe de máquina	1,00	6.720,00	6.720,00	6.720,00
Oficial de Dragado	1,00	6.240,00	6.240,00	6.240,00
Asistente de máquina	2,00	4.560,00	9.120,00	9.120,00
Oficial electricista	2,00	4.320,00	8.640,00	8.640,00
Oficial de control de averías	2,00	4.320,00	8.640,00	8.640,00
Capataz	2,00	3.600,00	7.200,00	7.200,00
Cocinero/ cámara	2,00	3.840,00	7.680,00	7.680,00
Marineros	9,00	3.600,00	32.400,00	32.400,00

MATERIALES

PARCIAL N 94.800,00

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	COSTO
		A	B	C=A*B
Combustible	m3	5.000,00	1,06	5.300,00

TRANSPORTE

PARCIAL O 5.300,00

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
		A	B	C=A*B

PARCIAL P 0,00

TOTAL COSTOS DIRECTOS $X = (M+N+O+P)$	1.000.000,00
INDIRECTOS Y UTILIDAD 20 % X	200.000,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	1.200.000,00
VALOR ASUMIDO	1.200.000,00



ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

OBRA: DRAGADO CANAL DE ACCESO APG

CONTRATANTE:

(horas/und.)

OFERTANTE:

FECHA: Abril 2012

RUBRO: 6 UNIDAD: Global RENDIM. R = 1,0

DETALLE: Desmovilización draga de succión en marcha

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	COSTO UNIT.
	A	B	C=A*B	D=C*R
Draga cortadora	1,0	733.250,00	733.250,00	733.250,00

MANO DE OBRA

PARCIAL M 733.250,00

DESCRIPCION (CATEG.)	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	COSTO UNIT.
	A	B	C=A*B	D=C*R
Capitán	1,00	8.160,00	8.160,00	8.160,00
Oficial Jefe de máquina	1,00	6.720,00	6.720,00	6.720,00
Oficial de Dragado	1,00	6.240,00	6.240,00	6.240,00
Asistente de máquina	2,00	4.560,00	9.120,00	9.120,00
Oficial electricista	2,00	4.320,00	8.640,00	8.640,00
Oficial de control de averías	2,00	4.320,00	8.640,00	8.640,00
Capatas	2,00	3.600,00	7.200,00	7.200,00
Cocinero/ camara	2,00	3.840,00	7.680,00	7.680,00
Marineros	9,00	3.600,00	32.400,00	32.400,00

MATERIALES

PARCIAL N 94.800,00

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	COSTO
		A	B	C=A*B
Combustible	m3	5.000,00	1,06	5.300,00

TRANSPORTE

PARCIAL O 5.300,00

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
		A	B	C=A*B

PARCIAL P 0,00

TOTAL COSTOS DIRECTOS $X = (M+N+O+P)$	833.350,00
INDIRECTOS Y UTILIDAD 20 % X	166.670,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	1.000.020,00
VALOR ASUMIDO	1.000.000,00



Realizando el presupuesto se tiene: 10m + 0.50 sobredragado

ITEM	RUBRO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIOS UNITARIOS	PRECIO TOTAL
1	Movilización de dragas para roca	global	1,00	1.000.000,00	1.000.000,00
2	Dragado en roca	m3	45.096,59	13,0	586.255,67
3	Desmovilización de draga para roca	global	1,00	900000,0	900.000,00
4	Dragado arena o sedimentos	m3	3'962.744,04	6,0	23.773.582,36
5	Movilización de draga para sedimento	global	1,00	1.200.000,00	1.200.000,00
6	Desmovilización de draga para sedimento	global	1,00	1.000.000,00	1.000.000,00
TOTAL					28.459.838,03

La programación de la obra es:

Tiempo de Ejecución: 273 días

ITEM	RUBRO	Duración días	Mes 1				Mes 2				Mes 3 - 7				Mes 8			
			S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4
1	Movilización de dragas para roca	15	■	■	■	■												
2	Dragado en roca	4			■	■												
3	Desmovilización de draga para roca	2			■	■												
4	Dragado arena o sedimentos	156	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
5	Movilización de draga para sedimento	15	■	■	■	■												
6	Desmovilización de draga para sedimento	2															■	■

El cronograma de desembolsos queda de la siguiente manera:

ITEM	RUBRO	TOTAL	Mes 1	Mes 2	Mes 3 - 7	Mes 8
1	Movilización de dragas para roca	1.000.000,00	1.000.000,00			
2	Dragado en roca	586.255,67	586.255,67			
3	Desmovilización de draga para roca	900.000,00	900.000,00			
4	Dragado arena o sedimentos	23.776.464,24	2.133.785,25	4.267.570,50	16.308.215,86	1.066.892,63
5	Movilización de draga para sedimento	1.200.000,00	1.200.000,00			
6	Desmovilización de draga para sedimento	1.000.000,00				1.000.000,00
Inversión Mensual			5.820.040,92	4.267.570,50	16.308.215,86	2.066.892,63
Avance Parcial en %			20,45	14,99	57,30	7,26
Inversión Acumulada				10.087.611,43	26.395.827,28	28.462.719,91
Avance Acumulado en %				35,44	92,74	100,00

- **Dragado de mantenimiento.**

Para el dragado de mantenimiento en este escenario se tienen los siguientes análisis de precios unitarios:

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 1	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Junio 2012	17-124



OBRA: DRAGADO CANAL DE ACCESO APG

CONTRATANTE:

(horas/und.)

OFERTANTE:

FECHA: Abril 2012

RUBRO: 7,0

UNIDAD: Global

RENDIM. R =

1,0

DETALLE: Movilización draga de mantenimiento

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	COSTO UNIT.
	A	B	C=A*B	D=C*R
Draga cortadora	1,0	608.235,00	608.235,00	608.235,00

MANO DE OBRA

PARCIAL M

608.235,00

DESCRIPCION (CATEG.)	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	COSTO UNIT.
	A	B	C=A*B	D=C*R
Capitán	1,00	8.160,00	8.160,00	8.160,00
Oficial Jefe de máquina	1,00	6.720,00	6.720,00	6.720,00
Oficial de Dragado	1,00	6.240,00	6.240,00	6.240,00
Asistente de máquina	2,00	4.560,00	9.120,00	9.120,00
Oficial electricista	2,00	4.320,00	8.640,00	8.640,00
Oficial de control de averías	2,00	4.320,00	8.640,00	8.640,00
Capataz	2,00	3.600,00	7.200,00	7.200,00
Cocinero/ cámara	2,00	3.840,00	7.680,00	7.680,00
Marineros	9,00	3.600,00	32.400,00	32.400,00

MATERIALES

PARCIAL N

94.800,00

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	COSTO
		A	B	C=A*B
Combustible	m3	5.000,00	1,06	5.300,00

TRANSPORTE

PARCIAL O

5.300,00

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
		A	B	C=A*B

PARCIAL P

0,00

TOTAL COSTOS DIRECTOS $X = (M+N+O+P)$	708.335,00
INDIRECTOS Y UTILIDAD 20 % X	141.667,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	850.002,00
VALOR ASUMIDO	850.000,00

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 1	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Junio 2012	17-125



ANALISIS DE COSTOS DE LA DRAGA DE TOLVA				
DESCARGA A 24 MLL				
TIPO		TOLVA		
CAPACIDAD	M3	11.000		
1 COSTO	U.S.\$		30.000.000	
2 DEPRECIACION	AÑOS	20	125.000	\$/MES
3 COSTO CAPITAL		12%	300.000	\$/MES
4 SEGURO		4%	100.000	\$/MES
5 PERSONAL	3TURNOS		58.000	\$/MES
6 CARGAS		25%	14.500	\$/MES
7 COMBUSTIBLE			597.500	
Horas productivas	22	25		550
Propulsión	HP	25.000	440.000	litros
Bomba	HP	13.000	66.000	litros
Generador	HP	6000	28.600	litros
TOTAL			534.600	litros
COSTO	\$/GALON	1,06	141.669	\$/MES
8 LUBRICANTES		15%	21.250	\$/MES
9 MATERIALES VARIOS		7,50%	2.250.000	\$/MES
10 Mantenimiento mayor		4,3%	107.500	\$/MES
SUBTOTAL			2.520.419	\$/MES
			3.117.919	
CALCULO DEL CICLO DE LA DRAGA DE TOLVA				
DESCARGA DE FONDO A 24 MII DESDE Centr. Geomet. Barra Interna				
			ALT. 1	
			(10.5)	
1 DISTANCIA	MILLAS N.		24	
2 VELOCIDAD C/CARGA	NUDOS		10	
3 VELOCIDAD S/CARGA	NUDOS		12	
4 CICLO				
CARGA	h		2	
IDA	h		1,7	
DESCARGA	h		0,25	
RETORNO	h		1,5	
TOTAL	h		5,45	
TOTAL	HORAS		5,51	
Horas productivas	DIA		18	
Ciclos por dia			3,3	
5 VOL. EFEC. TOLVA	M3	70%	7.700	
6 VOLUMEN DIA	M3		25.154,26	
7 VOLUMEN MES	M3		628.856,62	
CALCULO DEL PRECIO UNITARIO				
DESCARGA DE FONDO A 24 MII DESDE Centr. Geomét. Barra Interna.				
1 VOLUMEN MES	M3		628.857	
2 COSTO DIRECTO	\$		3.117.919	
3 COSTO UNIT.DIRECTO	\$		4,96	
4 ADMINISTRACION	\$	10%	0,50	
5 COSTOS INDIRECTOS	\$	10%	0,55	
6 COSTO UNIT.TOTAL	\$		6,00	



OBRA: DRAGADO CANAL DE ACCESO APG

CONTRATANTE:

(horas/und.)

OFERTANTE:

FECHA: Abril 2012

RUBRO: 8

UNIDAD: Global

RENDIM. R =

1,0

DETALLE: Desmovilización draga de mantenimiento

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	COSTO UNIT.
	A	B	C=A*B	D=C*R
Draga cortadora	1,0	524.900,00	524.900,00	524.900,00

MANO DE OBRA

PARCIAL M

524.900,00

DESCRIPCION (CATEG.)	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	COSTO UNIT.
	A	B	C=A*B	D=C*R
Capitán	1,00	8.160,00	8.160,00	8.160,00
Oficial Jefe de máquina	1,00	6.720,00	6.720,00	6.720,00
Oficial de Dragado	1,00	6.240,00	6.240,00	6.240,00
Asistente de máquina	2,00	4.560,00	9.120,00	9.120,00
Oficial electricista	2,00	4.320,00	8.640,00	8.640,00
Oficial de control de averías	2,00	4.320,00	8.640,00	8.640,00
Capatas	2,00	3.600,00	7.200,00	7.200,00
Cocinero/ camara	2,00	3.840,00	7.680,00	7.680,00
Marineros	9,00	3.600,00	32.400,00	32.400,00

MATERIALES

PARCIAL N

94.800,00

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	COSTO
		A	B	C=A*B
Combustible	m3	5.000,00	1,06	5.300,00

TRANSPORTE

PARCIAL O

5.300,00

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
		A	B	C=A*B

PARCIAL P

0,00

TOTAL COSTOS DIRECTOS $X = (M+N+O+P)$	625.000,00
INDIRECTOS Y UTILIDAD 20 % X	125.000,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	750.000,00



Realizando el presupuesto se tiene:

ITEM	RUBRO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIOS UNITARIOS	PRECIO TOTAL
7	Movilización draga de mantenimiento	global	1,00	850.000,00	850.000,00
4	Dragado arena o sedimentos	m3	2'810.000,00	6,0	16.857.956,44
8	Desmovilización de draga	global	1,00	750.000,00	750.000,00
	TOTAL				18.457.956,44

17.10.22.4 Escenario 3: Dragado a 10,50 m de profundidad, considerando 0,50 m de sobredragado.

- Dragado de apertura.

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

OBRA: DRAGADO CANAL DE ACCESO APG

CONTRATANTE:

(horas/und.)

OFERTANTE:

FECHA: Abril 2012

RUBRO: 1 **UNIDAD:** Global **RENDIM. R =** 1,0

DETALLE: Movilización draga de CORTE auto propulsada

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	COSTO UNIT.
	A	B	C=A*B	D=C*R
Draga cortadora	1,0	733.250,00	733.250,00	733.250,00

MANO DE OBRA PARCIAL M 733.250,00

DESCRIPCION (CATEG.)	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	COSTO UNIT.
	A	B	C=A*B	D=C*R
Capitán	1,00	8.160,00	8.160,00	8.160,00
Oficial Jefe de máquina	1,00	6.720,00	6.720,00	6.720,00
Oficial de Dragado	1,00	6.240,00	6.240,00	6.240,00
Asistente de máquina	2,00	4.560,00	9.120,00	9.120,00
Oficial electricista	2,00	4.320,00	8.640,00	8.640,00
Oficial de control de averías	2,00	4.320,00	8.640,00	8.640,00
Capataz	2,00	3.600,00	7.200,00	7.200,00
Cocinero/ cámara	2,00	3.840,00	7.680,00	7.680,00
Marineros	9,00	3.600,00	32.400,00	32.400,00

MATERIALES PARCIAL N 94.800,00

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	COSTO
		A	B	C=A*B
Combustible	m3	5.000,00	1,06	5.300,00

TRANSPORTE PARCIAL O 5.300,00

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
		A	B	C=A*B

PARCIAL P 0,00

TOTAL COSTOS DIRECTOS X = (M+N+O+P)	833.350,00
INDIRECTOS Y UTILIDAD 20 % X	166.670,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	1.000.020,00
VALOR ASUMIDO	1.000.000,00



ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

OBRA: DRAGADO DE APERTURA DEL CANAL ACCESO

CONTRATANTE:

OFERTANTE:

FECHA: Abril 2012

RUBRO: 2,1 UNIDAD: m³ RENDIM. R = 0,0041

DETALLE: DRAGADO EN ROCA PROF. 10,5 a 11

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	COSTO UNIT.
	A	B	C=A*B	D=C*R
Draga cortadora	1	1.800,00	1.800,00	7,36

MANO DE OBRA

PARCIAL M				7,36
DESCRIPCION (CATEG.)	CANTIDAD	JORNAL/HR.	COSTO HORA	COSTO UNIT.
	A	B	C=A*B	D=C*R
Capitán	1,00	20,00	20,00	0,00
Oficial Jefe de máquina	1,00	15,00	15,00	0,00
Oficial de Dragado	1,00	15,00	15,00	0,00
Asistente de máquina	2,00	7,50	15,00	0,00
Oficial electricista	2,00	10,00	20,00	0,00
Oficial de control de averías	2,00	10,00	20,00	0,00
Capataz	2,00	4,00	8,00	0,00
Cocinero/ cámara	2,00	6,00	12,00	0,00
Marineros	9,00	3,00	27,00	0,00

PARCIAL N 0,00

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	COSTO
MATERIAL		A	B	C=A*B
Combustible	Gl	2,89	1,06	3,06

TRANSPORTE

PARCIAL O				3,06
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
		A	B	C=A*B
				0,00

PARCIAL P 0,00

TOTAL COSTOS DIRECTOS	X = (M+N+O+P)	10,42
INDIRECTOS Y UTILIDAD	20 % X	2,08
COSTO TOTAL DEL RUBRO		12,50
COSTO ASUMIDO		12,50

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS****OBRA:** DRAGADO CANAL DE ACCESO APG**CONTRATANTE:**

(horas/und.)

OFERTANTE:**FECHA:** Abril 2012**RUBRO:** 3 UNIDAD: Global RENDIM. R = 1,0**DETALLE:** Desmovilización draga de CORTE auto propulsada**EQUIPOS**

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	COSTO UNIT.
	A	B	C=A*B	D=C*R
Draga cortadora	1,0	649.900,00	649.900,00	649.900,00

MANO DE OBRA

PARCIAL M 649.900,00

DESCRIPCION (CATEG.)	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	COSTO UNIT.
	A	B	C=A*B	D=C*R
Capitán	1,00	8.160,00	8.160,00	8.160,00
Oficial Jefe de máquina	1,00	6.720,00	6.720,00	6.720,00
Oficial de Dragado	1,00	6.240,00	6.240,00	6.240,00
Asistente de máquina	2,00	4.560,00	9.120,00	9.120,00
Oficial electricista	2,00	4.320,00	8.640,00	8.640,00
Oficial de control de averías	2,00	4.320,00	8.640,00	8.640,00
Capataz	2,00	3.600,00	7.200,00	7.200,00
Cocinero/ cámara	2,00	3.840,00	7.680,00	7.680,00
Marineros	9,00	3.600,00	32.400,00	32.400,00

MATERIALES

PARCIAL N 94.800,00

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	COSTO
		A	B	C=A*B
Combustible	m3	5.000,00	1,06	5.300,00

TRANSPORTE

PARCIAL O 5.300,00

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
		A	B	C=A*B

PARCIAL P 0,00

TOTAL COSTOS DIRECTOS $X = (M+N+O+P)$	750.000,00
INDIRECTOS Y UTILIDAD 20 % X	150.000,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	900.000,00
VALOR ASUMIDO	900.000,00



ANALISIS DE COSTOS DE LA DRAGA DE TOLVA				
DESCARGA A 24 MLL				
TIPO		TOLVA		
CAPACIDAD	M3	11.000		
1 COSTO	U.S.\$		30.000.000	
2 DEPRECIACION	AÑOS	20	125.000	\$/MES
3 COSTO CAPITAL		12%	300.000	\$/MES
4 SEGURO		4%	100.000	\$/MES
5 PERSONAL	3TURNOS		58.000	\$/MES
6 CARGAS		25%	14.500	\$/MES
7 COMBUSTIBLE			597.500	
Horas productivas	22	25	550	
Propulsión	HP	25.000	440.000	litros
Bomba	HP	13.000	66.000	litros
Generador	HP	6000	28.600	litros
TOTAL			534.600	litros
COSTO	\$/GALON	1,06	141.669	\$/MES
8 LUBRICANTES		15%	21.250	\$/MES
9 MATERIALES VARIOS		7,50%	2.250.000	\$/MES
10 Mantenimiento mayor		4,3%	107.500	\$/MES
SUBTOTAL			2.520.419	\$/MES
			3.117.919	
CALCULO DEL CICLO DE LA DRAGA DE TOLVA				
DESCARGA DE FONDO A 24 MII DESDE Centr. Geomét. Barra Interna.				
			ALT. 1 (10.5)	
1 DISTANCIA	MILLAS N.		24	
2 VELOCIDAD C/CARGA	NUDOS		10	
3 VELOCIDAD S/CARGA	NUDOS		12	
4 CICLO				
CARGA	h		2	
IDA	h		1,7	
DESCARGA	h		0,25	
RETORNO	h		1,5	
TOTAL	h		5,45	
TOTAL	HORAS		5,51	
Horas productivas	DIA		18	
Ciclos por dia			3,3	
5 VOL. EFEC. TOLVA	M3	70%	7.700	
6 VOLUMEN DIA	M3		25.154,26	
7 VOLUMEN MES	M3		628.856,62	
CALCULO DEL PRECIO UNITARIO				
DESCARGA DE FONDO A 24 MII DESDE Centr. Geomét. Barra Interna.				
1 VOLUMEN MES	M3		628.857	
2 COSTO DIRECTO	\$		3.117.919	
3 COSTO UNIT.DIRECTO	\$		4,96	
4 ADMINISTRACION	\$	5%	0,25	
5 COSTOS INDIRECTOS	\$	6%	0,30	
6 COSTO UNIT.TOTAL	\$		5,50	



ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

OBRA: DRAGADO CANAL DE ACCESO APG

CONTRATANTE:

(horas/und.)

OFERTANTE:

FECHA: Abril 2012

RUBRO: 5 **UNIDAD:** Global **RENDIM. R =** 1,0

DETALLE: Movilización draga de succión en marcha sedimentos, apertura

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	COSTO UNIT.
	A	B	C=A*B	D=C*R
Draga cortadora	1,0	899.900,00	899.900,00	899.900,00

MANO DE OBRA PARCIAL M 899.900,00

DESCRIPCION (CATEG.)	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	COSTO UNIT.
	A	B	C=A*B	D=C*R
Capitán	1,00	8.160,00	8.160,00	8.160,00
Oficial Jefe de máquina	1,00	6.720,00	6.720,00	6.720,00
Oficial de Dragado	1,00	6.240,00	6.240,00	6.240,00
Asistente de máquina	2,00	4.560,00	9.120,00	9.120,00
Oficial electricista	2,00	4.320,00	8.640,00	8.640,00
Oficial de control de averías	2,00	4.320,00	8.640,00	8.640,00
Capataz	2,00	3.600,00	7.200,00	7.200,00
Cocinero/ cámara	2,00	3.840,00	7.680,00	7.680,00
Marineros	9,00	3.600,00	32.400,00	32.400,00

MATERIALES PARCIAL N 94.800,00

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	COSTO
		A	B	C=A*B
Combustible	m3	5.000,00	1,06	5.300,00

TRANSPORTE PARCIAL O 5.300,00

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
		A	B	C=A*B

PARCIAL P 0,00

TOTAL COSTOS DIRECTOS $X = (M+N+O+P)$	1.000.000,00
INDIRECTOS Y UTILIDAD 20 % X	200.000,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	1.200.000,00
VALOR ASUMIDO	1.200.000,00



ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

OBRA: DRAGADO CANAL DE ACCESO APG

CONTRATANTE:

(horas/und.)

OFERTANTE:

FECHA: Abril 2012

RUBRO: 6 **UNIDAD:** Global **RENDIM. R =** 1,0

DETALLE: Desmovilización draga de succión en marcha

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	COSTO UNIT.
	A	B	C=A*B	D=C*R
Draga cortadora	1,0	733.250,00	733.250,00	733.250,00

MANO DE OBRA

PARCIAL M 733.250,00

DESCRIPCION (CATEG.)	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	COSTO UNIT.
	A	B	C=A*B	D=C*R
Capitán	1,00	8.160,00	8.160,00	8.160,00
Oficial Jefe de máquina	1,00	6.720,00	6.720,00	6.720,00
Oficial de Dragado	1,00	6.240,00	6.240,00	6.240,00
Asistente de máquina	2,00	4.560,00	9.120,00	9.120,00
Oficial electricista	2,00	4.320,00	8.640,00	8.640,00
Oficial de control de averías	2,00	4.320,00	8.640,00	8.640,00
Capataz	2,00	3.600,00	7.200,00	7.200,00
Cocinero/ cámara	2,00	3.840,00	7.680,00	7.680,00
Marineros	9,00	3.600,00	32.400,00	32.400,00

MATERIALES

PARCIAL N 94.800,00

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	COSTO
		A	B	C=A*B
Combustible	m3	5.000,00	1,06	5.300,00

TRANSPORTE

PARCIAL O 5.300,00

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
		A	B	C=A*B

PARCIAL P 0,00

TOTAL COSTOS DIRECTOS X = (M+N+O+P)	833.350,00
INDIRECTOS Y UTILIDAD 20 % X	166.670,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	1.000.020,00
VALOR ASUMIDO	1.000.000,00



Realizando el presupuesto se tiene: 10.50m + 0.50m sobredragado

ITEM	RUBRO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIOS UNITARIOS	PRECIO TOTAL
1	movilización de dragas para roca	global	1,00	1.000.000,00	1.000.000,00
2,1	Dragado en roca	m3	60.718,16	12,5	758.977,00
3	Desmovilización de draga para roca	global	1,00	900000,0	900.000,00
4,1	Dragado arena o sedimentos	m3	7'195.508,24	5,5	39.594.877,02
5	Movilización de draga para sedimento	global	1,00	1.200.000,00	1.200.000,00
6	Desmovilización de draga para sedimento	global	1,00	1.000.000,00	1.000.000,00
TOTAL					44.453.854,02

La programación de la obra es:

Tiempo de Ejecución: 300 días

ITEM	RUBRO	Duración días	Mes 1				Mes 2				Mes 3 - 11				Mes 12			
			S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4
1	Movilización de dragas para roca	15	■	■	■	■												
2	Dragado en roca	6				■												
3	Desmovilización de draga para roca	2							■									
4	Dragado arena o sedimentos	283					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
5	Movilización de draga para sedimento	15	■	■	■	■												
6	Desmovilización de draga para sedimento	2																■

El cronograma de desembolsos queda de la siguiente manera:

ITEM	RUBRO	TOTAL	Mes 1	Mes 2	Mes 3 - 13	Mes 12
1	Movilización de dragas para roca	1.000.000,00	1.000.000,00			
2	Dragado en roca	2.477.521,50	2.477.521,50			
3	Desmovilización de draga para roca	900.000,00		900.000,00		
4	Dragado arena o sedimentos	63.120.112,72	3.122.549,75	6.245.099,49	52.191.188,61	1.561.274,87
5	Movilización de draga para sedimento	1.200.000,00	600.000,00	600.000,00		
6	Desmovilización de draga para sedimento	1.000.000,00				1.000.000,00
Inversión Mensual			7.200.071,25	7.745.099,49	52.191.188,61	2.561.274,87
Avance Parcial en %			10,33	11,11	74,88	3,67
Inversión Acumulada				14.945.170,74	67.136.359,34	69.697.634,22
Avance Acumulado en %				21,44	96,33	100,00

- **Dragado de mantenimiento.**

Para el dragado de mantenimiento en este escenario se tienen los siguientes análisis de precios unitarios:

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 1	Página
Asociación Geostudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Junio 2012	17-135



OBRA: DRAGADO CANAL DE ACCESO APG

CONTRATANTE:

(horas/und.)

OFERTANTE:

FECHA: Abril 2012

RUBRO: 7,0

UNIDAD: Global

RENDIM. R =

1,0

DETALLE: Movilización draga de mantenimiento

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	COSTO UNIT.
	A	B	C=A*B	D=C*R
Draga cortadora	1,0	608.235,00	608.235,00	608.235,00

MANO DE OBRA

PARCIAL M

608.235,00

DESCRIPCION (CATEG.)	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	COSTO UNIT.
	A	B	C=A*B	D=C*R
Capitán	1,00	8.160,00	8.160,00	8.160,00
Oficial Jefe de máquina	1,00	6.720,00	6.720,00	6.720,00
Oficial de Dragado	1,00	6.240,00	6.240,00	6.240,00
Asistente de máquina	2,00	4.560,00	9.120,00	9.120,00
Oficial electricista	2,00	4.320,00	8.640,00	8.640,00
Oficial de control de averías	2,00	4.320,00	8.640,00	8.640,00
Capataz	2,00	3.600,00	7.200,00	7.200,00
Cocinero/ cámara	2,00	3.840,00	7.680,00	7.680,00
Marineros	9,00	3.600,00	32.400,00	32.400,00

MATERIALES

PARCIAL N

94.800,00

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	COSTO
		A	B	C=A*B
Combustible	m3	5.000,00	1,06	5.300,00

TRANSPORTE

PARCIAL O

5.300,00

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
		A	B	C=A*B

PARCIAL P

0,00

TOTAL COSTOS DIRECTOS $X = (M+N+O+P)$	708.335,00
INDIRECTOS Y UTILIDAD 20 % X	141.667,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	850.002,00
VALOR ASUMIDO	850.000,00



ANALISIS DE COSTOS DE LA DRAGA DE TOLVA				
DESCARGA A 24 MLL				
TIPO		TOLVA		
CAPACIDAD	M3	11.000		
1 COSTO	U.S.\$		30.000.000	
2 DEPRECIACION	AÑOS	20	125.000	\$/MES
3 COSTO CAPITAL		12%	300.000	\$/MES
4 SEGURO		4%	100.000	\$/MES
5 PERSONAL	3TURNOS		58.000	\$/MES
6 CARGAS		25%	14.500	\$/MES
7 COMBUSTIBLE			597.500	
Horas productivas	22	25	550	
Propulsión	HP	25.000	440.000	litros
Bomba	HP	13.000	66.000	litros
Generador	HP	6000	28.600	litros
TOTAL			534.600	litros
COSTO	\$/GALON	1,06	141.669	\$/MES
8 LUBRICANTES		15%	21.250	\$/MES
9 MATERIALES VARIOS		7,50%	2.250.000	\$/MES
10 Mantenimiento mayor		4,3%	107.500	\$/MES
SUBTOTAL			2.520.419	\$/MES
			3.117.919	
CALCULO DEL CICLO DE LA DRAGA DE TOLVA				
DESCARGA DE FONDO A 24 MII DESDE Centro Geomét. Barra Interna.				
			ALT. 1 (10.5)	
1 DISTANCIA	MILLAS N.		24	
2 VELOCIDAD C/CARGA	NUDOS		10	
3 VELOCIDAD S/CARGA	NUDOS		12	
4 CICLO				
CARGA	h		2	
IDA	h		1,7	
DESCARGA	h		0,25	
RETORNO	h		1,5	
TOTAL	h		5,45	
TOTAL	HORAS		5,51	
Horas productivas	DIA		18	
Ciclos por día			3,3	
5 VOL. EFEC. TOLVA	M3	70%	7.700	
6 VOLUMEN DIA	M3		25.154,26	
7 VOLUMEN MES	M3		628.856,62	
CALCULO DEL PRECIO UNITARIO				
DESCARGA DE FONDO A 24 MII. DESDE Centr. Geométr. Barra Interna.				
1 VOLUMEN MES	M3		628.857	
2 COSTO DIRECTO	\$		3.117.919	
3 COSTO UNIT.DIRECTO	\$		4,96	
4 ADMINISTRACION	\$	5%	0,25	
5 COSTOS INDIRECTOS	\$	6%	0,30	
6 COSTO UNIT.TOTAL	\$		5,50	



OBRA: DRAGADO CANAL DE ACCESO APG

CONTRATANTE:

(horas/und.)

OFERTANTE:

FECHA: Abril 2012

RUBRO: 8 UNIDAD: Global

RENDIM. R = 1,0

Desmovilización draga de

DETALLE: mantenimiento

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	COSTO UNIT.
	A	B	C=A*B	D=C*R
Draga cortadora	1,0	524.900,00	524.900,00	524.900,00

MANO DE OBRA

PARCIAL M 524.900,00

DESCRIPCION (CATEG.)	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	COSTO UNIT.
	A	B	C=A*B	D=C*R
Capitán	1,00	8.160,00	8.160,00	8.160,00
Oficial Jefe de máquina	1,00	6.720,00	6.720,00	6.720,00
Oficial de Dragado	1,00	6.240,00	6.240,00	6.240,00
Asistente de máquina	2,00	4.560,00	9.120,00	9.120,00
Oficial electricista	2,00	4.320,00	8.640,00	8.640,00
Oficial de control de averías	2,00	4.320,00	8.640,00	8.640,00
Capataz	2,00	3.600,00	7.200,00	7.200,00
Cocinero/ cámara	2,00	3.840,00	7.680,00	7.680,00
Marineros	9,00	3.600,00	32.400,00	32.400,00

MATERIALES

PARCIAL N 94.800,00

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	COSTO
		A	B	C=A*B
Combustible	m3	5.000,00	1,06	5.300,00

TRANSPORTE

PARCIAL O 5.300,00

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
		A	B	C=A*B

PARCIAL P 0,00

TOTAL COSTOS DIRECTOS X = (M+N+O+P)	625.000,00
INDIRECTOS Y UTILIDAD 20 % X	125.000,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	750.000,00



Realizando el presupuesto se tiene:

ITEM	RUBRO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIOS UNITARIOS	PRECIO TOTAL
7	Movilización draga de mantenimiento	global	1,00	850.000,00	850.000,00
4,1	Dragado arena o sedimentos	m3	2'910.000,00	5,5	16.012.919,21
8	Desmovilización de draga	global	1,00	750.000,00	750.000,00
	TOTAL				17.612.919,21



17.10.22.5 Escenario 4: Dragado a 11,0 m de profundidad, considerando 0,50 m de sobredragado.

- Dragado de apertura.

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

OBRA: DRAGADO CANAL DE ACCESO APG

CONTRATANTE:

(horas/und.)

OFERTANTE:

FECHA: Abril 2012

RUBRO: 1 **UNIDAD:** Global **RENDIM. R =** 1,0

DETALLE: Movilizacion draga de CORTE auto propulsada

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	COSTO UNIT.
	A	B	C=A*B	D=C*R
Draga cortadora	1,0	733.250,00	733.250,00	733.250,00

MANO DE OBRA PARCIAL M 733.250,00

DESCRIPCION (CATEG.)	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	COSTO UNIT.
	A	B	C=A*B	D=C*R
Capitán	1,00	8.160,00	8.160,00	8.160,00
Oficial Jefe de máquina	1,00	6.720,00	6.720,00	6.720,00
Oficial de Dragado	1,00	6.240,00	6.240,00	6.240,00
Asistente de máquina	2,00	4.560,00	9.120,00	9.120,00
Oficial electricista	2,00	4.320,00	8.640,00	8.640,00
Oficial de control de averías	2,00	4.320,00	8.640,00	8.640,00
Capataz	2,00	3.600,00	7.200,00	7.200,00
Cocinero/ cámara	2,00	3.840,00	7.680,00	7.680,00
Marineros	9,00	3.600,00	32.400,00	32.400,00

MATERIALES PARCIAL N 94.800,00

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	COSTO
		A	B	C=A*B
Combustible	m3	5.000,00	1,06	5.300,00

TRANSPORTE PARCIAL O 5.300,00

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
		A	B	C=A*B

PARCIAL P 0,00

TOTAL COSTOS DIRECTOS X = (M+N+O+P)	833.350,00
INDIRECTOS Y UTILIDAD 20 % X	166.670,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	1.000.020,00
VALOR ASUMIDO	1.000.000,00

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 1	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Junio 2012	17-140



ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

OBRA: DRAGADO DE APERTURA DEL CANAL ACCESO

CONTRATANTE:

OFERTANTE:

FECHA: Abril 2012

RUBRO: 2,1 UNIDAD: m3 RENDIM. R = 0,0041

DETALLE: DRAGADO EN ROCA PROF. 10,5 a 11

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	COSTO UNIT.
	A	B	C=A*B	D=C*R
Draga cortadora	1	1.800,00	1.800,00	7,36

MANO DE OBRA

DESCRIPCION (CATEG.)	CANTIDAD	JORNAL/HR.	COSTO HORA	COSTO UNIT.
	A	B	C=A*B	D=C*R
PARCIAL M				7,36
Capitán	1,00	20,00	20,00	0,00
Oficial Jefe de máquina	1,00	15,00	15,00	0,00
Oficial de Dragado	1,00	15,00	15,00	0,00
Asistente de máquina	2,00	7,50	15,00	0,00
Oficial electricista	2,00	10,00	20,00	0,00
Oficial de control de averías	2,00	10,00	20,00	0,00
Capataz	2,00	4,00	8,00	0,00
Cocinero/ cámara	2,00	6,00	12,00	0,00
Marineros	9,00	3,00	27,00	0,00

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	COSTO
PARCIAL N				0,00
MATERIAL		A	B	C=A*B
Combustible	Gl	2,89	1,06	3,06

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
		A	B	C=A*B
PARCIAL O				3,06
PARCIAL P				0,00

TOTAL COSTOS DIRECTOS	$X = (M+N+O+P)$	10,42
INDIRECTOS Y UTILIDAD	20 % X	2,08
COSTO TOTAL DEL RUBRO		12,50
COSTO ASUMIDO		12,50



ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

OBRA: DRAGADO CANAL DE ACCESO APG

CONTRATANTE:

(horas/und.)

OFERTANTE:

FECHA: Abril 2012

RUBRO: 3 UNIDAD: Global RENDIM. R = 1,0

DETALLE: Desmovilización draga de CORTE auto propulsada

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	COSTO UNIT.
	A	B	C=A*B	D=C*R
Draga cortadora	1,0	649.900,00	649.900,00	649.900,00

MANO DE OBRA

PARCIAL M 649.900,00

DESCRIPCION (CATEG.)	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	COSTO UNIT.
	A	B	C=A*B	D=C*R
Capitán	1,00	8.160,00	8.160,00	8.160,00
Oficial Jefe de máquina	1,00	6.720,00	6.720,00	6.720,00
Oficial de Dragado	1,00	6.240,00	6.240,00	6.240,00
Asistente de máquina	2,00	4.560,00	9.120,00	9.120,00
Oficial electricista	2,00	4.320,00	8.640,00	8.640,00
Oficial de control de averías	2,00	4.320,00	8.640,00	8.640,00
Capataz	2,00	3.600,00	7.200,00	7.200,00
Cocinero/ cámara	2,00	3.840,00	7.680,00	7.680,00
Marineros	9,00	3.600,00	32.400,00	32.400,00

MATERIALES

PARCIAL N 94.800,00

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	COSTO
		A	B	C=A*B
Combustible	m3	5.000,00	1,06	5.300,00

TRANSPORTE

PARCIAL O 5.300,00

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
		A	B	C=A*B

PARCIAL P 0,00

TOTAL COSTOS DIRECTOS X = (M+N+O+P)	750.000,00
INDIRECTOS Y UTILIDAD 20 % X	150.000,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	900.000,00
VALOR ASUMIDO	900.000,00



ANALISIS DE COSTOS DE LA DRAGA DE TOLVA				
DESCARGA A 24 MLL				
TIPO		TOLVA		
CAPACIDAD	M3	11.000		
1 COSTO	U.S.\$		30.000.000	
2 DEPRECIACION	AÑOS	20	125.000	\$/MES
3 COSTO CAPITAL		12%	300.000	\$/MES
4 SEGURO		4%	100.000	\$/MES
5 PERSONAL	3TURNOS		58.000	\$/MES
6 CARGAS		25%	14.500	\$/MES
7 COMBUSTIBLE			597.500	
Horas productivas	22	25	550	
Propulsión	HP	25.000	440.000	litros
Bomba	HP	13.000	66.000	litros
Generador	HP	6000	28.600	litros
TOTAL			534.600	litros
COSTO	\$/GALON	1,06	141.669	\$/MES
8 LUBRICANTES		15%	21.250	\$/MES
9 MATERIALES VARIOS		7,50%	2.250.000	\$/MES
10 Mantenimiento mayor		4,3%	107.500	\$/MES
SUBTOTAL			2.520.419	\$/MES
			3.117.919	
CALCULO DEL CICLO DE LA DRAGA DE TOLVA				
DESCARGA DE FONDO A 24 MII DESDE Centr. Geometr. Barra Interna.				
			ALT. 1 (10.5)	
1 DISTANCIA	MILLAS N.		24	
2 VELOCIDAD C/CARGA	NUDOS		10	
3 VELOCIDAD S/CARGA	NUDOS		12	
4 CICLO				
CARGA	h		2	
IDA	h		1,7	
DESCARGA	h		0,25	
RETORNO	h		1,5	
TOTAL	h		5,45	
TOTAL	HORAS		5,51	
Horas productivas	DIA		18	
Ciclos por dia			3,3	
5 VOL. EFEC. TOLVA	M3	70%	7.700	
6 VOLUMEN DIA	M3		25.154,26	
7 VOLUMEN MES	M3		628.856,62	
CALCULO DEL PRECIO UNITARIO				
DESCARGA DE FONDO A 24 MII DESDE Centro Geomét. Barra Interna.				
1 VOLUMEN MES	M3		628.857	
2 COSTO DIRECTO	\$		3.117.919	
3 COSTO UNIT.DIRECTO	\$		4,96	
4 ADMINISTRACION	\$	5%	0,25	
5 COSTOS INDIRECTOS	\$	6%	0,30	
6 COSTO UNIT.TOTAL	\$		5,50	



ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

OBRA: DRAGADO CANAL DE ACCESO APG

CONTRATANTE:

(horas/und.)

OFERTANTE:

FECHA: Abril 2012

RUBRO: 5 **UNIDAD:** Global **RENDIM. R =** 1,0

DETALLE: Movilización draga de succión en marcha sedimentos, apertura

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	COSTO UNIT.
	A	B	C=A*B	D=C*R
Draga cortadora	1,0	899.900,00	899.900,00	899.900,00

MANO DE OBRA PARCIAL M 899.900,00

DESCRIPCION (CATEG.)	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	COSTO UNIT.
	A	B	C=A*B	D=C*R
Capitán	1,00	8.160,00	8.160,00	8.160,00
Oficial Jefe de máquina	1,00	6.720,00	6.720,00	6.720,00
Oficial de Dragado	1,00	6.240,00	6.240,00	6.240,00
Asistente de máquina	2,00	4.560,00	9.120,00	9.120,00
Oficial electricista	2,00	4.320,00	8.640,00	8.640,00
Oficial de control de averías	2,00	4.320,00	8.640,00	8.640,00
Capataz	2,00	3.600,00	7.200,00	7.200,00
Cocinero/ cámara	2,00	3.840,00	7.680,00	7.680,00
Marineros	9,00	3.600,00	32.400,00	32.400,00

MATERIALES PARCIAL N 94.800,00

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	COSTO
		A	B	C=A*B
Combustible	m3	5.000,00	1,06	5.300,00

TRANSPORTE PARCIAL O 5.300,00

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
		A	B	C=A*B

PARCIAL P 0,00

TOTAL COSTOS DIRECTOS X = (M+N+O+P)	1.000.000,00
INDIRECTOS Y UTILIDAD 20 % X	200.000,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	1.200.000,00
VALOR ASUMIDO	1.200.000,00



ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

OBRA: DRAGADO CANAL DE ACCESO APG

CONTRATANTE:

(horas/und.)

OFERTANTE:

FECHA: Abril 2012

RUBRO: 6 UNIDAD: Global RENDIM. R = 1,0

DETALLE: Desmovilización draga de succión en marcha

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	COSTO UNIT.
	A	B	C=A*B	D=C*R
Draga cortadora	1,0	733.250,00	733.250,00	733.250,00

MANO DE OBRA

PARCIAL M 733.250,00

DESCRIPCION (CATEG.)	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	COSTO UNIT.
	A	B	C=A*B	D=C*R
Capitán	1,00	8.160,00	8.160,00	8.160,00
Oficial Jefe de máquina	1,00	6.720,00	6.720,00	6.720,00
Oficial de Dragado	1,00	6.240,00	6.240,00	6.240,00
Asistente de máquina	2,00	4.560,00	9.120,00	9.120,00
Oficial electricista	2,00	4.320,00	8.640,00	8.640,00
Oficial de control de averías	2,00	4.320,00	8.640,00	8.640,00
Capataz	2,00	3.600,00	7.200,00	7.200,00
Cocinero/ cámara	2,00	3.840,00	7.680,00	7.680,00
Marineros	9,00	3.600,00	32.400,00	32.400,00

MATERIALES

PARCIAL N 94.800,00

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	COSTO
		A	B	C=A*B
Combustible	m3	5.000,00	1,06	5.300,00

TRANSPORTE

PARCIAL O 5.300,00

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
		A	B	C=A*B

PARCIAL P 0,00

TOTAL COSTOS DIRECTOS X = (M+N+O+P)	833.350,00
INDIRECTOS Y UTILIDAD 20 % X	166.670,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	1.000.020,00
VALOR ASUMIDO	1.000.000,00



Realizando el presupuesto se tiene: 11.0m + 0.50 sobredragado

ITEM	RUBRO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIOS UNITARIOS	PRECIO TOTAL
1	Movilización de dragas para roca	global	1,00	1.000.000,00	1.000.000,00
2,1	Dragado en roca	m3	198.201,72	12,5	2.477.521,50
3	Desmovilización de draga para roca	global	1,00	900000,0	900.000,00
4,1	Dragado arena o sedimentos	m3	11'476.384,13	5,5	63.151.344,30
5	Movilización de draga para sedimento	global	1,00	1.200.000,00	1.200.000,00
6	Desmovilización de draga para sedimento	global	1,00	1.000.000,00	1.000.000,00
TOTAL					69.728.865,80

La programación de la obra es:

Tiempo de Ejecución: 468 días

ITEM	RUBRO	Duración días	Mes 1				Mes 2				Mes 3 - 17				Mes 19			
			S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4
1	Movilización de dragas para roca	15	■	■	■													
2	Dragado en roca	18				■	■	■	■									
3	Desmovilización de draga para roca	2																
4	Dragado arena o sedimentos	451				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
5	Movilización de draga para sedimento	15	■	■	■													
6	Desmovilización de draga para sedimento	2																■

El cronograma de desembolsos queda de la siguiente manera:

ITEM	RUBRO	TOTAL	Mes 1	Mes 2	Mes 3 - 17	Mes 19
1	Movilización de dragas para roca	1.000.000,00	1.000.000,00			
2	Dragado en roca	2.477.521,50	825.840,50	1.651.681,00		
3	Desmovilización de draga para roca	900.000,00		900.000,00		
4	Dragado arena o sedimentos	63.151.344,30	1.960.352,15	3.920.704,30	56.290.111,77	980.176,08
5	Movilización de draga para sedimento	1.200.000,00	600.000,00	600.000,00		
6	Desmovilización de draga para sedimento	1.000.000,00				1.000.000,00
Inversión Mensual			4.386.192,65	7.072.385,30	56.290.111,77	1.980.176,08
Avance Parcial en %			6,29	10,14	80,73	2,84
Inversión Acumulada				11.458.577,95	67.748.689,72	69.728.865,80
Avance Acumulado en %				16,43	97,16	100,00

- **Dragado de mantenimiento.**

Para el dragado de mantenimiento en este escenario se tienen los siguientes análisis de precios unitarios:

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 1	Página
Asociación Geostudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Junio 2012	17-146



OBRA: DRAGADO CANAL DE ACCESO APG

CONTRATANTE:

(horas/und.)

OFERTANTE:

FECHA: Abril 2012

RUBRO: 7,0

UNIDAD: Global

RENDIM. R =

1,0

DETALLE: Movilización draga de mantenimiento

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	COSTO UNIT.
	A	B	C=A*B	D=C*R
Draga cortadora	1,0	608.235,00	608.235,00	608.235,00

MANO DE OBRA

PARCIAL M

608.235,00

DESCRIPCION (CATEG.)	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	COSTO UNIT.
	A	B	C=A*B	D=C*R
Capitán	1,00	8.160,00	8.160,00	8.160,00
Oficial Jefe de máquina	1,00	6.720,00	6.720,00	6.720,00
Oficial de Dragado	1,00	6.240,00	6.240,00	6.240,00
Asistente de máquina	2,00	4.560,00	9.120,00	9.120,00
Oficial electricista	2,00	4.320,00	8.640,00	8.640,00
Oficial de control de averías	2,00	4.320,00	8.640,00	8.640,00
Capataz	2,00	3.600,00	7.200,00	7.200,00
Cocinero/ cámara	2,00	3.840,00	7.680,00	7.680,00
Marineros	9,00	3.600,00	32.400,00	32.400,00

MATERIALES

PARCIAL N

94.800,00

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	COSTO
		A	B	C=A*B
Combustible	m3	5.000,00	1,06	5.300,00

TRANSPORTE

PARCIAL O

5.300,00

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
		A	B	C=A*B

PARCIAL P

0,00

TOTAL COSTOS DIRECTOS $X = (M+N+O+P)$	708.335,00
INDIRECTOS Y UTILIDAD 20 % X	141.667,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	850.002,00
VALOR ASUMIDO	850.000,00



ANALISIS DE COSTOS DE LA DRAGA DE TOLVA				
DESCARGA A 24 MLL				
TIPO		TOLVA		
CAPACIDAD	M3	11.000		
1 COSTO	U.S.\$		30.000.000	
2 DEPRECIACION	AÑOS	20	125.000	\$/MES
3 COSTO CAPITAL		12%	300.000	\$/MES
4 SEGURO		4%	100.000	\$/MES
5 PERSONAL	3TURNOS		58.000	\$/MES
6 CARGAS		25%	14.500	\$/MES
7 COMBUSTIBLE				
Horas productivas	22	25	550	
Propulsión	HP	25.000	440.000	litros
Bomba	HP	13.000	66.000	litros
Generador	HP	6000	28.600	litros
TOTAL			534.600	litros
COSTO	\$/GALON	1,06	141.669	\$/MES
8 LUBRICANTES		15%	21.250	\$/MES
9 MATERIALES VARIOS		7,50%	2.250.000	\$/MES
10 Mantenimiento mayor		4,3%	107.500	\$/MES
SUBTOTAL			2.520.419	\$/MES
			3.117.919	
CALCULO DEL CICLO DE LA DRAGA DE TOLVA				
DESCARGA DE FONDO A 24 MII DESDE Centr. Geomet. Barra Interna				
			ALT. 1 (10.5)	
1 DISTANCIA	MILLAS N.		24	
2 VELOCIDAD C/CARGA	NUDOS		10	
3 VELOCIDAD S/CARGA	NUDOS		12	
4 CICLO				
CARGA	h		2	
IDA	h		1,7	
DESCARGA	h		0,25	
RETORNO	h		1,5	
TOTAL	h		5,45	
TOTAL	HORAS		5,51	
Horas productivas	DIA		18	
Ciclos por dia			3,3	
5 VOL. EFEC. TOLVA	M3	70%	7.700	
6 VOLUMEN DIA	M3		25.154,26	
7 VOLUMEN MES	M3		628.856,62	
CALCULO DEL PRECIO UNITARIO				
DESCARGA DE FONDO A 24 MLL DESDE Centr. Geomét. Barra Interna				
1 VOLUMEN MES	M3		628.857	
2 COSTO DIRECTO	\$		3.117.919	
3 COSTO UNIT.DIRECTO	\$		4,96	
4 ADMINISTRACION	\$	5%	0,25	
5 COSTOS INDIRECTOS	\$	6%	0,30	
6 COSTO UNIT.TOTAL	\$		5,50	



OBRA: DRAGADO CANAL DE ACCESO APG

CONTRATANTE:

(horas/und.)

OFERTANTE:

FECHA: Abril 2012

RUBRO: 8

UNIDAD: Global

RENDIM. R =

1,0

DETALLE: Desmovilización draga demantenimiento

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	COSTO UNIT.
	A	B	C=A*B	D=C*R
Draga cortadora	1,0	524.900,00	524.900,00	524.900,00

MANO DE OBRA

PARCIAL M

524.900,00

DESCRIPCION (CATEG.)	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	COSTO UNIT.
	A	B	C=A*B	D=C*R
Capitán	1,00	8.160,00	8.160,00	8.160,00
Oficial Jefe de máquina	1,00	6.720,00	6.720,00	6.720,00
Oficial de Dragado	1,00	6.240,00	6.240,00	6.240,00
Asistente de máquina	2,00	4.560,00	9.120,00	9.120,00
Oficial electricista	2,00	4.320,00	8.640,00	8.640,00
Oficial de control de averías	2,00	4.320,00	8.640,00	8.640,00
Capataz	2,00	3.600,00	7.200,00	7.200,00
Cocinero/ cámara	2,00	3.840,00	7.680,00	7.680,00
Marineros	9,00	3.600,00	32.400,00	32.400,00

MATERIALES

PARCIAL N

94.800,00

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	COSTO
		A	B	C=A*B
Combustible	m3	5.000,00	1,06	5.300,00

TRANSPORTE

PARCIAL O

5.300,00

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
		A	B	C=A*B

PARCIAL P

0,00

TOTAL COSTOS DIRECTOS	X = (M+N+O+P)	625.000,00
INDIRECTOS Y UTILIDAD	20 % X	125.000,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO		750.000,00



Realizando el presupuesto se tiene:

ITEM	RUBRO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIOS UNITARIOS	PRECIO TOTAL
7	movilización draga de mantenimiento	global	1,00	850.000,00	850.000,00
4,1	Dragado arena o sedimentos	m3	3'040.000,00	5,5	16.728.272,99
8	Desmovilización de draga	global	1,00	750.000,00	750.000,00
	TOTAL				18.328.272,99

17.10.22.6 Escenario 5: Dragado a la profundidad requerida por el buque de diseño de calado 11,0 m, considerando 0,50 m de sobredragado.

- Dragado de apertura.

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

OBRA: DRAGADO CANAL DE ACCESO APG

CONTRATANTE: (horas/und.)

OFERTANTE:

FECHA: Abril 2012

RUBRO: 1 UNIDAD: Global RENDIM. R = 1,0

DETALLE: Movilización draga de CORTE auto propulsada

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	COSTO UNIT.
	A	B	C=A*B	D=C*R
Draga cortadora	1,0	733.250,00	733.250,00	733.250,00

MANO DE OBRA PARCIAL M 733.250,00

DESCRIPCION (CATEG.)	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	COSTO UNIT.
	A	B	C=A*B	D=C*R
Capitán	1,00	8.160,00	8.160,00	8.160,00
Oficial Jefe de máquina	1,00	6.720,00	6.720,00	6.720,00
Oficial de Dragado	1,00	6.240,00	6.240,00	6.240,00
Asistente de máquina	2,00	4.560,00	9.120,00	9.120,00
Oficial electricista	2,00	4.320,00	8.640,00	8.640,00
Oficial de control de averías	2,00	4.320,00	8.640,00	8.640,00
Capataz	2,00	3.600,00	7.200,00	7.200,00
Cocinero/ cámara	2,00	3.840,00	7.680,00	7.680,00
Marineros	9,00	3.600,00	32.400,00	32.400,00

MATERIALES PARCIAL N 94.800,00

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	COSTO
		A	B	C=A*B
Combustible	m3	5.000,00	1,06	5.300,00

TRANSPORTE PARCIAL O 5.300,00

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
		A	B	C=A*B

PARCIAL P 0,00

TOTAL COSTOS DIRECTOS X = (M+N+O+P)	833.350,00
INDIRECTOS Y UTILIDAD 20 % X	166.670,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	1.000.020,00
VALOR ASUMIDO	1.000.000,00



ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

OBRA: DRAGADO DE APERTURA DEL CANAL ACCESO

CONTRATANTE:

OFERTANTE:

FECHA: Abril 2012

RUBRO: 2,1 UNIDAD: m³ RENDIM. R = 0,0041

DETALLE: DRAGADO EN ROCA PROF. 10,5 a 11

EQUIPOS				
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	COSTO UNIT.
	A	B	C=A*B	D=C*R
Draga cortadora	1	1.800,00	1.800,00	7,36
MANO DE OBRA				7,36
PARCIAL M				
DESCRIPCION (CATEG.)	CANTIDAD	JORNAL/HR.	COSTO HORA	COSTO UNIT.
	A	B	C=A*B	D=C*R
Capitán	1,00	20,00	20,00	0,00
Oficial Jefe de máquina	1,00	15,00	15,00	0,00
Oficial de Dragado	1,00	15,00	15,00	0,00
Asistente de máquina	2,00	7,50	15,00	0,00
Oficial electricista	2,00	10,00	20,00	0,00
Oficial de control de averías	2,00	10,00	20,00	0,00
Capataz	2,00	4,00	8,00	0,00
Cocinero/ cámara	2,00	6,00	12,00	0,00
Marineros	9,00	3,00	27,00	0,00
PARCIAL N				0,00
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	COSTO
MATERIAL		A	B	C=A*B
Combustible	Gl	2,89	1,06	3,06
TRANSPORTE				3,06
PARCIAL O				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
		A	B	C=A*B
				0,00
PARCIAL P				0,00
TOTAL COSTOS DIRECTOS X = (M+N+O+P)				10,42
INDIRECTOS Y UTILIDAD 20 % X				2,08
COSTO TOTAL DEL RUBRO				12,50
COSTO ASUMIDO				12,50



ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

OBRA: DRAGADO CANAL DE ACCESO APG

CONTRATANTE:

(horas/und.)

OFERTANTE:

FECHA: Abril 2012

RUBRO: 3 UNIDAD: Global RENDIM. R = 1,0

DETALLE: Desmovilización draga de CORTE auto propulsada

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	COSTO UNIT.
	A	B	C=A*B	D=C*R
Draga cortadora	1,0	649.900,00	649.900,00	649.900,00

MANO DE OBRA

PARCIAL M 649.900,00

DESCRIPCION (CATEG.)	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	COSTO UNIT.
	A	B	C=A*B	D=C*R
Capitán	1,00	8.160,00	8.160,00	8.160,00
Oficial Jefe de máquina	1,00	6.720,00	6.720,00	6.720,00
Oficial de Dragado	1,00	6.240,00	6.240,00	6.240,00
Asistente de máquina	2,00	4.560,00	9.120,00	9.120,00
Oficial electricista	2,00	4.320,00	8.640,00	8.640,00
Oficial de control de averías	2,00	4.320,00	8.640,00	8.640,00
Capataz	2,00	3.600,00	7.200,00	7.200,00
Cocinero/ cámara	2,00	3.840,00	7.680,00	7.680,00
Marineros	9,00	3.600,00	32.400,00	32.400,00

MATERIALES

PARCIAL N 94.800,00

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	COSTO
		A	B	C=A*B
Combustible	m3	5.000,00	1,06	5.300,00

TRANSPORTE

PARCIAL O 5.300,00

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
		A	B	C=A*B

PARCIAL P 0,00

TOTAL COSTOS DIRECTOS $X = (M+N+O+P)$	750.000,00
INDIRECTOS Y UTILIDAD 20 % X	150.000,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	900.000,00
VALOR ASUMIDO	900.000,00



ANALISIS DE COSTOS DE LA DRAGA DE TOLVA				
DESCARGA A 24 MLL				
TIPO		TOLVA		
CAPACIDAD	M3	11.000		
1 COSTO	U.S.\$		30.000.000	
2 DEPRECIACION	AÑOS	20	125.000	\$/MES
3 COSTO CAPITAL		12%	300.000	\$/MES
4 SEGURO		4%	100.000	\$/MES
5 PERSONAL	3TURNOS		58.000	\$/MES
6 CARGAS		25%	14.500	\$/MES
7 COMBUSTIBLE			597.500	
Horas productivas	22	25	550	
Propulsión	HP	25.000	440.000	litros
Bomba	HP	13.000	66.000	litros
Generador	HP	6000	28.600	litros
TOTAL			534.600	litros
COSTO	\$/GALON	1,06	141.669	\$/MES
8 LUBRICANTES		15%	21.250	\$/MES
9 MATERIALES VARIOS		7,50%	2.250.000	\$/MES
10 Mantenimiento mayor		4,3%	107.500	\$/MES
SUBTOTAL			2.520.419	\$/MES
			3.117.919	
CALCULO DEL CICLO DE LA DRAGA DE TOLVA				
DESCARGA DE FONDO A 24 MII DESDE Centr. Geomet. Barra Interna				
			ALT. 1 (10.5)	
1 DISTANCIA	MILLAS N.		24	
2 VELOCIDAD C/CARGA	NUDOS		10	
3 VELOCIDAD S/CARGA	NUDOS		12	
4 CICLO				
CARGA	h		2	
IDA	h		1,7	
DESCARGA	h		0,25	
RETORNO	h		1,5	
TOTAL	h		5,45	
TOTAL	HORAS		5,51	
Horas productivas	DIA		18	
Ciclos por dia			3,3	
5 VOL. EFEC. TOLVA	M3	70%	7.700	
6 VOLUMEN DIA	M3		25.154,26	
7 VOLUMEN MES	M3		628.856,62	
CALCULO DEL PRECIO UNITARIO				
DESCARGA DE FONDO A 24 MLL DESDE Centr. Geomét. Barra Interna				
1 VOLUMEN MES	M3		628.857	
2 COSTO DIRECTO	\$		3.117.919	
3 COSTO UNIT.DIRECTO	\$		4,96	
4 ADMINISTRACION	\$	5%	0,25	
5 COSTOS INDIRECTOS	\$	6%	0,30	
6 COSTO UNIT.TOTAL	\$		5,50	



OBRA: DRAGADO CANAL DE ACCESO APG

CONTRATANTE:

(horas/und.)

OFERTANTE:

FECHA: Abril 2012

RUBRO: 5 **UNIDAD:** Global **RENDIM. R =** 1,0

DETALLE: Movilización draga de succión en marcha sedimentos, apertura

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	COSTO UNIT.
	A	B	C=A*B	D=C*R
Draga cortadora	1,0	899.900,00	899.900,00	899.900,00

MANO DE OBRA

PARCIAL M 899.900,00

DESCRIPCION (CATEG.)	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	COSTO UNIT.
	A	B	C=A*B	D=C*R
Capitán	1,00	8.160,00	8.160,00	8.160,00
Oficial Jefe de máquina	1,00	6.720,00	6.720,00	6.720,00
Oficial de Dragado	1,00	6.240,00	6.240,00	6.240,00
Asistente de máquina	2,00	4.560,00	9.120,00	9.120,00
Oficial electricista	2,00	4.320,00	8.640,00	8.640,00
Oficial de control de averías	2,00	4.320,00	8.640,00	8.640,00
Capataz	2,00	3.600,00	7.200,00	7.200,00
Cocinero/ cámara	2,00	3.840,00	7.680,00	7.680,00
Marineros	9,00	3.600,00	32.400,00	32.400,00

MATERIALES

PARCIAL N 94.800,00

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	COSTO
		A	B	C=A*B
Combustible	m3	5.000,00	1,06	5.300,00

TRANSPORTE

PARCIAL O 5.300,00

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
		A	B	C=A*B

PARCIAL P 0,00

TOTAL COSTOS DIRECTOS X = (M+N+O+P)	1.000.000,00
INDIRECTOS Y UTILIDAD 20 % X	200.000,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	1.200.000,00
VALOR ASUMIDO	1.200.000,00



ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

OBRA: DRAGADO CANAL DE ACCESO APG

CONTRATANTE:

(horas/und.)

OFERTANTE:

FECHA: Abril 2012

RUBRO: 6 **UNIDAD:** Global **RENDIM. R =** 1,0

DETALLE: Desmovilización draga de succión en marcha

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	COSTO UNIT.
	A	B	C=A*B	D=C*R
Draga cortadora	1,0	733.250,00	733.250,00	733.250,00

MANO DE OBRA

PARCIAL M 733.250,00

DESCRIPCION (CATEG.)	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	COSTO UNIT.
	A	B	C=A*B	D=C*R
Capitán	1,00	8.160,00	8.160,00	8.160,00
Oficial Jefe de máquina	1,00	6.720,00	6.720,00	6.720,00
Oficial de Dragado	1,00	6.240,00	6.240,00	6.240,00
Asistente de máquina	2,00	4.560,00	9.120,00	9.120,00
Oficial electricista	2,00	4.320,00	8.640,00	8.640,00
Oficial de control de averías	2,00	4.320,00	8.640,00	8.640,00
Capataz	2,00	3.600,00	7.200,00	7.200,00
Cocinero/ cámara	2,00	3.840,00	7.680,00	7.680,00
Marineros	9,00	3.600,00	32.400,00	32.400,00

MATERIALES

PARCIAL N 94.800,00

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	COSTO
		A	B	C=A*B
Combustible	m3	5.000,00	1,06	5.300,00

TRANSPORTE

PARCIAL O 5.300,00

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
		A	B	C=A*B

PARCIAL P 0,00

TOTAL COSTOS DIRECTOS X = (M+N+O+P)	833.350,00
INDIRECTOS Y UTILIDAD 20 % X	166.670,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	1.000.020,00
VALOR ASUMIDO	1.000.000,00



Realizando el presupuesto se tiene: Calado 11 Buq. de diseño + 0.50m sobredragado

ITEM	RUBRO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIOS UNITARIOS	PRECIO TOTAL
1	Movilización de dragas para roca	global	1,00	1.000.000,00	1.000.000,00
2,1	Dragado en roca	m3	1'403.154,18	12,5	17.539.427,25
3	Desmovilización de draga para roca	global	1,00	900000,0	900.000,00
4,1	Dragado arena o sedimentos	m3	18'230.548,14	5,5	100.317.626,99
5	Movilización de draga para sedimento	global	1,00	1.200.000,00	1.200.000,00
6	Desmovilización de draga para sedimento	global	1,00	1.000.000,00	1.000.000,00
TOTAL					121.957.054,24

La programación de la obra es:

Tiempo de Ejecución: 734 días

ITEM	RUBRO	Duración días	Mes 1				Mes 2				Mes 3 - 27				Mes 34			
			S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4
1	Movilización de dragas para roca	15	■	■														
2	Dragado en roca	128			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
3	Desmovilización de draga para roca	2																
4	Dragado arena o sedimentos	717			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
5	Movilización de draga para sedimento	15	■	■														
6	Desmovilización de draga para sedimento	2																■

El cronograma de desembolsos queda de la siguiente manera:

ITEM	RUBRO	TOTAL	Mes 1	Mes 2	Mes 3 - 33	Mes 34
1	Movilización de dragas para roca	1.000.000,00	1.000.000,00			
2	Dragado en roca	17.539.427,25	959.187,43	3.836.749,71	12.743.490,11	
3	Desmovilización de draga para roca	900.000,00			900.000,00	
4	Dragado arena o sedimentos	100.268.014,77	1.957.813,40	3.915.626,80	93.415.667,87	978.906,70
5	Movilización de draga para sedimento	1.200.000,00	1.200.000,00			
6	Desmovilización de draga para sedimento	1.000.000,00				1.000.000,00
Inversión Mensual			5.117.000,83	7.752.376,51	107.059.157,99	1.978.906,70
Avance Parcial en %			4,20	6,36	87,82	1,62
Inversión Acumulada				12.869.377,33	119.928.535,32	121.907.442,02
Avance Acumulado en %				10,56	98,38	100,00

- **Dragado de mantenimiento.**

Para el dragado de mantenimiento en este escenario se tienen los siguientes análisis de precios unitarios:

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 1	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Junio 2012	17-157



OBRA: DRAGADO CANAL DE ACCESO APG

CONTRATANTE:

(horas/und.)

OFERTANTE:

FECHA: Abril 2012

RUBRO: 7,0

UNIDAD: Global

RENDIM. R =

1,0

DETALLE: Movilización draga de mantenimiento

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	COSTO UNIT.
	A	B	C=A*B	D=C*R
Draga cortadora	1,0	608.235,00	608.235,00	608.235,00

MANO DE OBRA

PARCIAL M

608.235,00

DESCRIPCION (CATEG.)	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	COSTO UNIT.
	A	B	C=A*B	D=C*R
Capitán	1,00	8.160,00	8.160,00	8.160,00
Oficial Jefe de máquina	1,00	6.720,00	6.720,00	6.720,00
Oficial de Dragado	1,00	6.240,00	6.240,00	6.240,00
Asistente de máquina	2,00	4.560,00	9.120,00	9.120,00
Oficial electricista	2,00	4.320,00	8.640,00	8.640,00
Oficial de control de averías	2,00	4.320,00	8.640,00	8.640,00
Capatas	2,00	3.600,00	7.200,00	7.200,00
Cocinero/ camara	2,00	3.840,00	7.680,00	7.680,00
Marineros	9,00	3.600,00	32.400,00	32.400,00

MATERIALES

PARCIAL N

94.800,00

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	COSTO
		A	B	C=A*B
Combustible	m3	5.000,00	1,06	5.300,00

TRANSPORTE

PARCIAL O

5.300,00

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
		A	B	C=A*B

PARCIAL P

0,00

TOTAL COSTOS DIRECTOS $X = (M+N+O+P)$	708.335,00
INDIRECTOS Y UTILIDAD 20 % X	141.667,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	850.002,00
VALOR ASUMIDO	850.000,00



ANALISIS DE COSTOS DE LA DRAGA DE TOLVA				
DESCARGA A 24 MLL				
TIPO		TOLVA		
CAPACIDAD	M3	11.000		
1 COSTO	U.S.\$		30.000.000	
2 DEPRECIACION	AÑOS	20	125.000	\$/MES
3 COSTO CAPITAL		12%	300.000	\$/MES
4 SEGURO		4%	100.000	\$/MES
5 PERSONAL	3TURNOS		58.000	\$/MES
6 CARGAS		25%	14.500	\$/MES
7 COMBUSTIBLE			597.500	
Horas productivas	22	25	550	
Propulsión	HP	25.000	440.000	litros
Bomba	HP	13.000	66.000	litros
Generador	HP	6000	28.600	litros
TOTAL			534.600	litros
COSTO	\$/GALON	1,06	141.669	\$/MES
8 LUBRICANTES		15%	21.250	\$/MES
9 MATERIALES VARIOS		7,50%	2.250.000	\$/MES
10 Mantenimiento mayor		4,3%	107.500	\$/MES
SUBTOTAL			2.520.419	\$/MES
			3.117.919	
CALCULO DEL CICLO DE LA DRAGA DE TOLVA				
DESCARGA DE FONDO A 24 MII DESDE Centr. Geomet. Barra Interna				
			ALT. 1 (10.5)	
1 DISTANCIA	MILLAS N.		24	
2 VELOCIDAD C/CARGA	NUDOS		10	
3 VELOCIDAD S/CARGA	NUDOS		12	
4 CICLO				
CARGA	h		2	
IDA	h		1,7	
DESCARGA	h		0,25	
RETORNO	h		1,5	
TOTAL	h		5,45	
TOTAL	HORAS		5,51	
Horas productivas	DIA		18	
Ciclos por dia			3,3	
5 VOL. EFEC. TOLVA	M3	70%	7.700	
6 VOLUMEN DIA	M3		25.154,26	
7 VOLUMEN MES	M3		628.856,62	
CALCULO DEL PRECIO UNITARIO				
DESCARGA DE FONDO A 24 MLL DESDE Centr. Geomét. Barra Interna				
1 VOLUMEN MES	M3		628.857	
2 COSTO DIRECTO	\$		3.117.919	
3 COSTO UNIT.DIRECTO	\$		4,96	
4 ADMINISTRACION	\$	5%	0,25	
5 COSTOS INDIRECTOS	\$	6%	0,30	
6 COSTO UNIT.TOTAL	\$		5,50	



OBRA: DRAGADO CANAL DE ACCESO APG

CONTRATANTE:

(horas/und.)

OFERTANTE:

FECHA: Abril 2012

RUBRO: 8 UNIDAD: Global RENDIM. R = 1,0

DETALLE: Desmovilización draga de mantenimiento

EQUIPOS				
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	COSTO UNIT.
	A	B	C=A*B	D=C*R
Draga cortadora	1,0	524.900,00	524.900,00	524.900,00
MANO DE OBRA				PARCIAL M 524.900,00
DESCRIPCION (CATEG.)	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	COSTO UNIT.
	A	B	C=A*B	D=C*R
Capitán	1,00	8.160,00	8.160,00	8.160,00
Oficial Jefe de máquina	1,00	6.720,00	6.720,00	6.720,00
Oficial de Dragado	1,00	6.240,00	6.240,00	6.240,00
Asistente de máquina	2,00	4.560,00	9.120,00	9.120,00
Oficial electricista	2,00	4.320,00	8.640,00	8.640,00
Oficial de control de averías	2,00	4.320,00	8.640,00	8.640,00
Capataz	2,00	3.600,00	7.200,00	7.200,00
Cocinero/ cámara	2,00	3.840,00	7.680,00	7.680,00
Marineros	9,00	3.600,00	32.400,00	32.400,00
MATERIALES				PARCIAL N 94.800,00
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	COSTO
		A	B	C=A*B
Combustible	m3	5.000,00	1,06	5.300,00
TRANSPORTE				PARCIAL O 5.300,00
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
		A	B	C=A*B
				PARCIAL P 0,00
TOTAL COSTOS DIRECTOS X = (M+N+O+P)				625.000,00
INDIRECTOS Y UTILIDAD 20 % X				125.000,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO				750.000,00

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 1	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Junio 2012	17-160



Realizando el presupuesto se tiene:

ITEM	RUBRO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIOS UNITARIOS	PRECIO TOTAL
7	movilización draga de mantenimiento	global	1,00	850.000,00	850.000,00
4,1	Dragado arena o sedimentos	m3	3'830.000,00	5,5	21.075.422,88
8	Desmovilización de draga	global	1,00	750.000,00	750.000,00
	TOTAL				22.675.422,88



17.11 Anexos

17.11.1 Anexo A: Registros de toma de las muestras con la draga Van Been

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 1	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Junio 2012	17-162



17.11.2 Anexo B: Registros de ensayos de laboratorio

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 1	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Junio 2012	17-163



17.11.3 Anexo C: Especificaciones técnicas de Dragado.

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 1	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Junio 2012	17-164



17.11.4 Anexo D: Planos

17.11.4.1 Anexo D1: Fondo del Canal de Acceso

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 1	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Junio 2012	17-165



17.11.4.2 Anexo D2: Perfiles de Líneas Sísmicas

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 1	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Junio 2012	17-166



17.11.4.3 Anexo D3: Perfiles y Fondo del Canal de Acceso

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 1	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Junio 2012	17-167



17.11.4.4 Anexo D4: Secciones para cálculo de volúmenes a 9,60m de profundidad

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 1	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Junio 2012	17-168



17.11.4.5 Anexo D5: Secciones para cálculo de volúmenes a 10,0m de profundidad

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 1	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Junio 2012	17-169



17.11.4.6 Anexo D6: Secciones para cálculo de volúmenes a 10,50m de profundidad

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 1	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Junio 2012	17-170



17.11.4.7 Anexo D7: Secciones para cálculo de volúmenes a 11,0m de profundidad

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 1	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Junio 2012	17-171



17.11.4.8 Anexo D8: Secciones para cálculo de volúmenes para el Buque de diseño (calado 11,0 m)

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 1	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Junio 2012	17-172



17.11.4.9 Anexo D9: Enfiladas para dragado

Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 1	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Junio 2012	17-173