

## **CAPITULO II**

### **PLAN DE DRAGADO**

#### **2.1.- ESTUDIO DE DRAGADO**

##### **Introducción**

Los trabajos de dragado se realizaran en la ruta de acceso a los terminales portuarios ubicados en el rio Guayas, Cantón Guayaquil, y, básicamente comprenden tres sitios que presentan dificultad para realizar una navegación segura para las naves de carga.

Estos tres sitios sobre los que el presente estudio enfocara posibles dragados son:

1. Canal de Cascajal a la altura de la boya 6C.
2. Rio Guayas a la altura de la Barra Norte
3. Rio Guayas a la altura del Bajo Paola.

##### **OBJETIVOS**

El presente Estudio tiene como objetivos:

**Objetivo General.-** Determinar el tipo de sedimentos que se encuentra en los sectores conocidos como "**Barra Norte, Bajo Paola y un área en el Canal de Cascajal**" sobre el Rio Guayas, así como determinar la cantidad de material sedimentado que se debe remover para mejorar las condiciones de navegación al alcanzar una profundidad de navegación con beneficio de marea a 7,50 Mts.

##### **Objetivos Específicos**

***PROPUESTA DE DRAGADO DE LOS SECTORES "BARRA NORTE, BAJO PAOLA Y CANAL DE CASCAJAL" EN EL RIO GUAYAS, PARA MEJORAR LAS CONDICIONES DE NAVEGABILIDAD AL ALCANZAR LOS 7,5 MTS DE PROFUNDIDAD CON BENEFICIO DE MAREA***

- Descripción de las condiciones de navegación actuales en el Canal de Acceso, identificando los sectores críticos motivo del presente estudio, empleando la carta náutica IOA 107, edición 2010.
- Siendo necesario identificar los cambios ocurridos en la ruta de navegación de los buques que ingresan a los Terminales Portuarios Privados, se debe realizar un levantamiento batimétrico, en los sectores identificados como críticos.
- Estudios del tipo y calidad de sedimentos en los sitios a ser dragados
- Estudios de calidad de agua
- Estudios que afectan la navegación y el transporte de sedimentos (oceanográficos y climatológicos)
- Identificación de alternativas para el sitio de depósito de sedimentos
- Elaboración del Plan de dragado, identificando el equipo recomendado para dicho propósito, considerando el volumen a ser desalojado, el o los sitios de depósito y el presupuesto estimado
- Estudio de Línea Base Ambiental para la ejecución del proyecto de dragado de los puntos identificados como críticos

Sobre la base de los levantamientos batimétricos, realizados en Agosto 2016 por el equipo Consultor, se ha podido diseñar el procedimiento de dragado, de tal manera de ejecutarlo bajo condiciones óptimas en aspectos tales como: ambientales, aprovechamiento del sedimento y equipos. Las Figuras 9.1, 9.2 y 9.3 muestran el lugar de estudio de la extensión del Canal de Cascajal y Río Guayas de acuerdo al levantamiento batimétrico realizado, el plano batimétrico transversal y la línea base de la extensión del área de estudio.

**PROPUESTA DE DRAGADO DE LOS SECTORES "BARRA NORTE, BAJO PAOLA Y CANAL DE CASCAJAL" EN EL RIO GUAYAS, PARA MEJORAR LAS CONDICIONES DE NAVEGABILIDAD AL ALCANZAR LOS 7,5 MTS DE PROFUNDIDAD CON BENEFICIO DE MAREA**

**CANAL DE CASCAJAL- BOYA 6C**

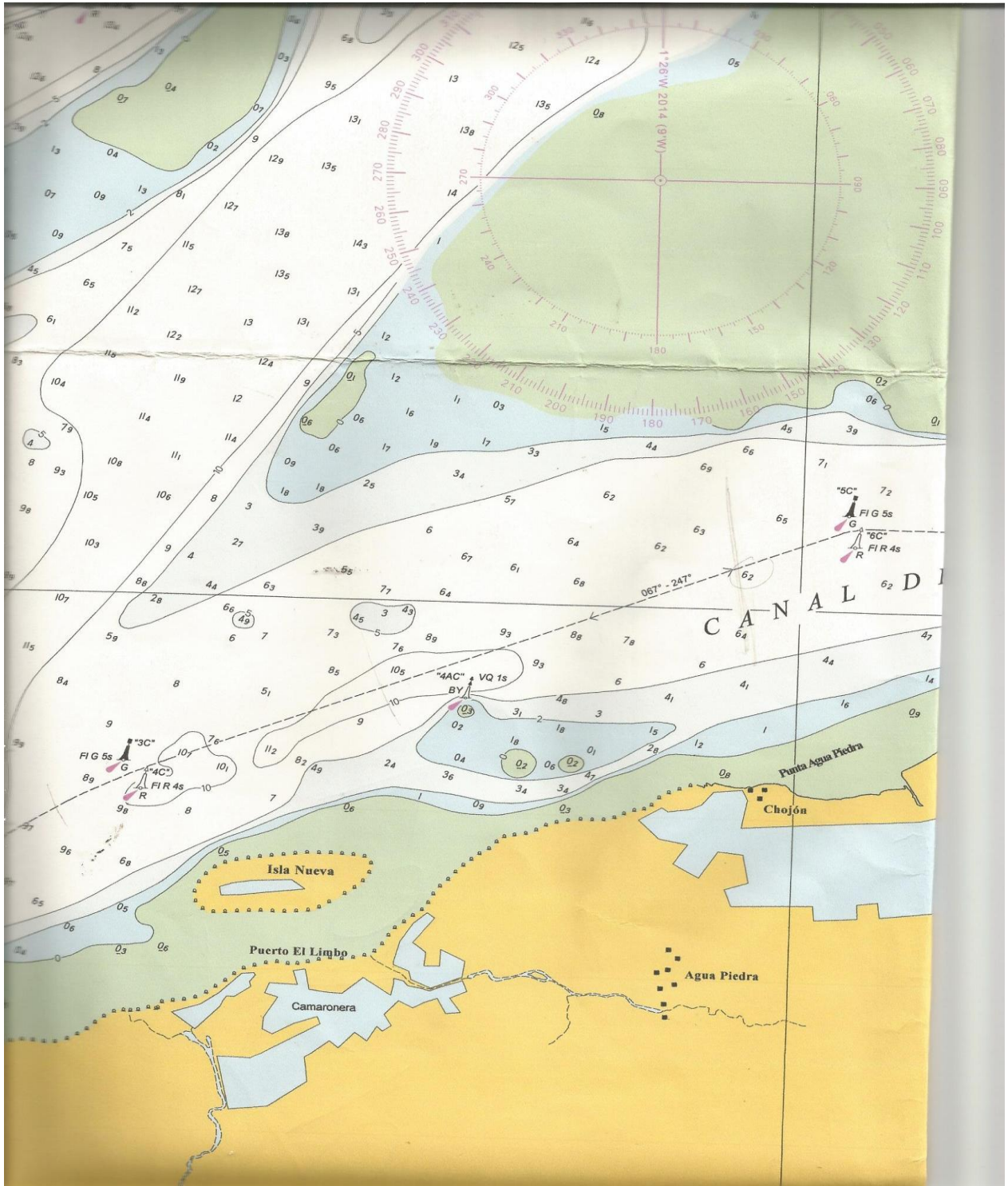


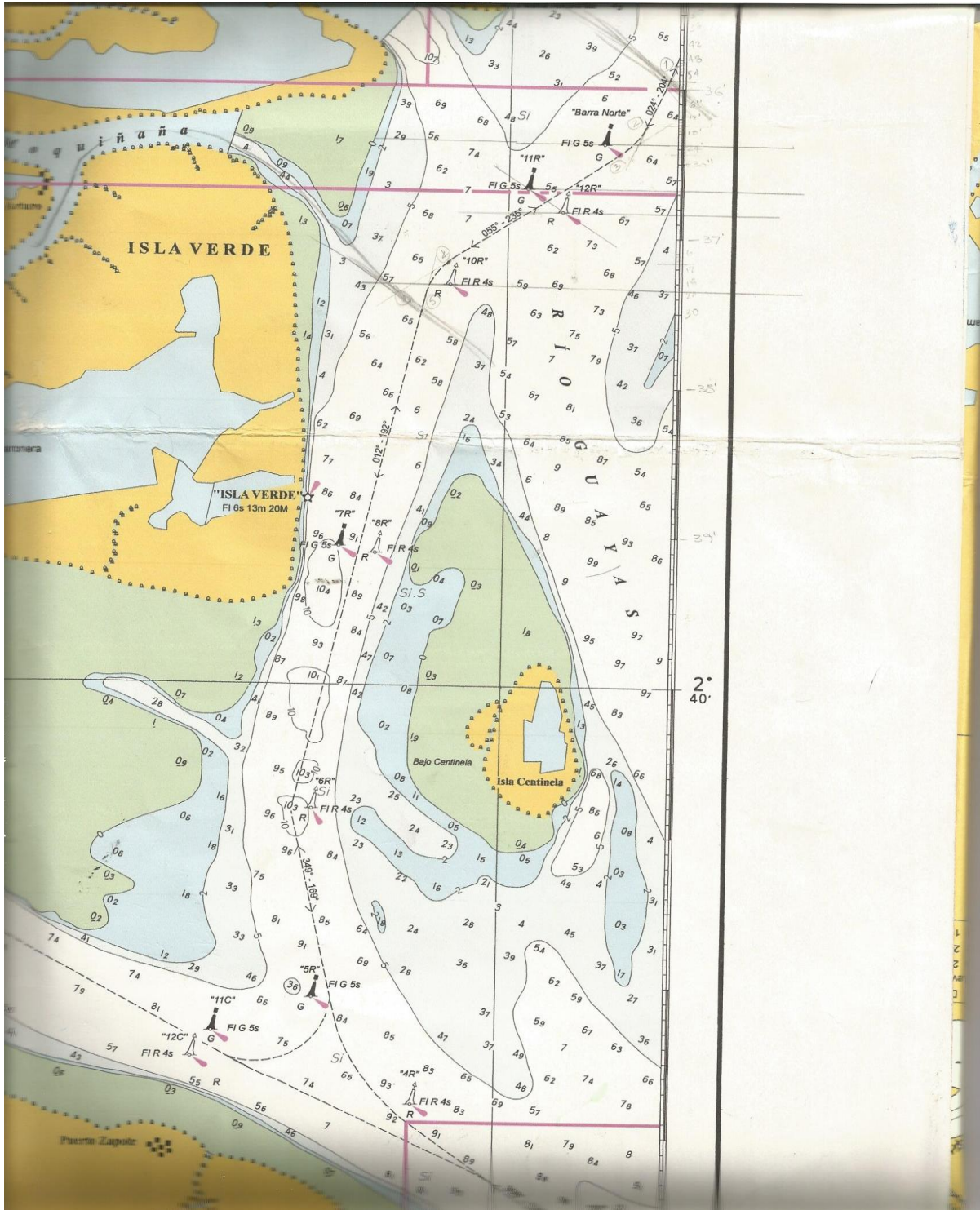
Figura 2.1.- Canal de Cascajal, Boya 6C

Fuente: INOCAR

**RIO GUAYAS - BARRA NORTE**



**PROPUESTA DE DRAGADO DE LOS SECTORES "BARRA NORTE, BAJO PAOLA Y CANAL DE CASCAJAL" EN EL RIO GUAYAS, PARA MEJORAR LAS CONDICIONES DE NAVEGABILIDAD AL ALCANZAR LOS 7,5 MTS DE PROFUNDIDAD CON BENEFICIO DE MAREA**



**Figura 2.2.- Río Guayas - Barra Norte**

Fuente: INOCAR

**RIO GUAYAS – BAJO PAOLA**

**PROPUESTA DE DRAGADO DE LOS SECTORES "BARRA NORTE, BAJO PAOLA Y CANAL DE CASCAJAL" EN EL RIO GUAYAS, PARA MEJORAR LAS CONDICIONES DE NAVEGABILIDAD AL ALCANZAR LOS 7,5 MTS DE PROFUNDIDAD CON BENEFICIO DE MAREA**

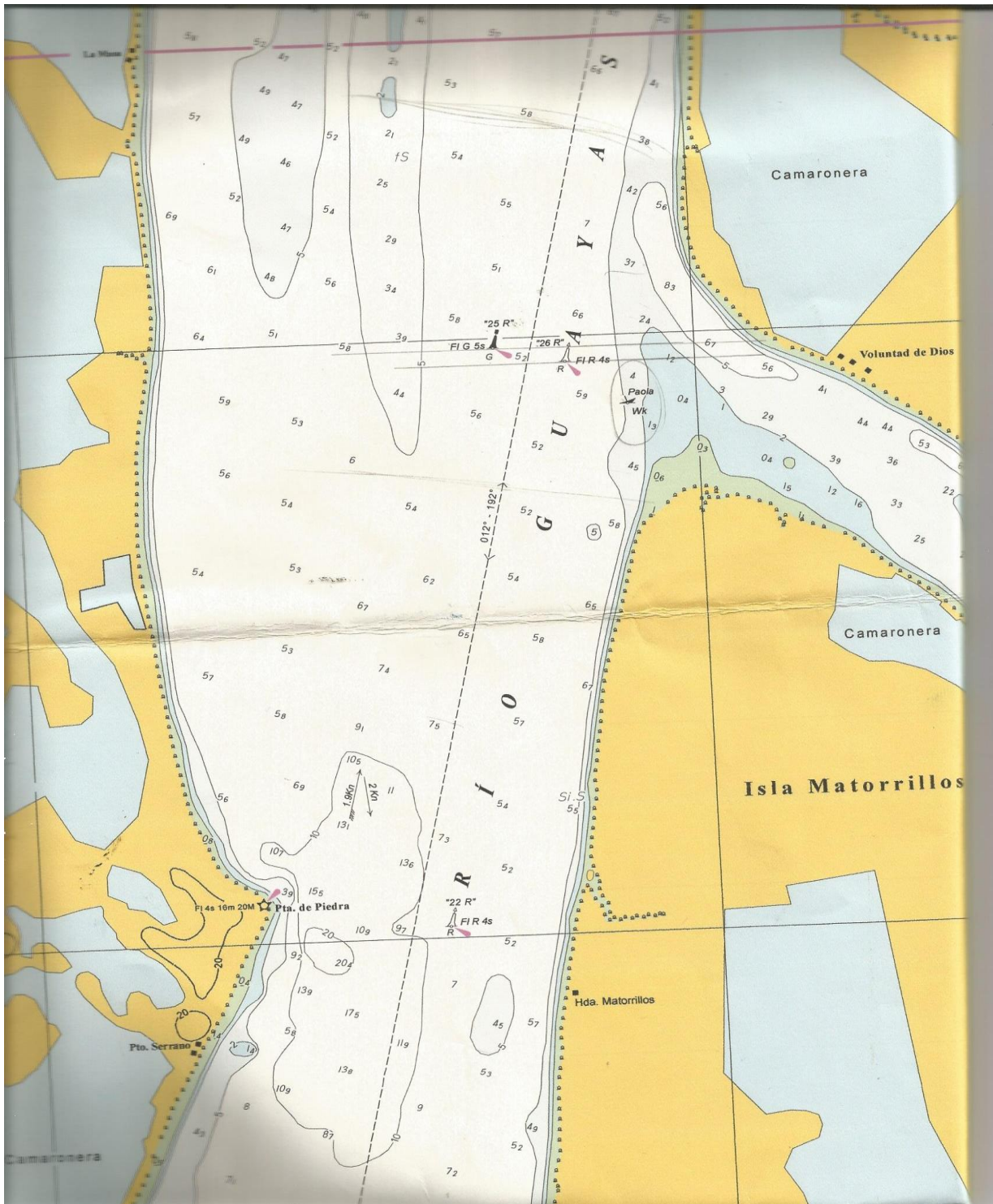


Figura 2.3.- Río Guayas - Barra Paola

Fuente: INOCAR

**Proceso de Dragado**

***PROPUESTA DE DRAGADO DE LOS SECTORES "BARRA NORTE, BAJO PAOLA Y CANAL DE CASCAJAL" EN EL RIO GUAYAS, PARA MEJORAR LAS CONDICIONES DE NAVEGABILIDAD AL ALCANZAR LOS 7,5 MTS DE PROFUNDIDAD CON BENEFICIO DE MAREA***

Una obra de dragado se define como el conjunto de operaciones necesarias para la extracción, el transporte y el vertido de materiales situados bajo el agua, ya sea en un medio marino, fluvial o lacustre.

Estas tres etapas son fundamentales en toda obra de dragado y deben analizarse con detenimiento para optimizar la operación. El primer paso consiste en extraer el material del fondo y para ello se requiere una maquinaria específica, las dragas. Como veremos más adelante, existen numerosos equipos de dragado que se diferencian principalmente en la forma de extraer el material. A continuación se debe efectuar el transporte del material desde el punto de extracción hasta zona de depósito o vertido. El tipo de transporte dependerá también de la draga utilizada, pudiéndose efectuar con la misma embarcación, con canguiles de carga o mediante tuberías. Finalmente se debe analizar el lugar de vertido y el método para realizarlo, siendo lo más usual el vertido mediante compuertas de fondo o por bombeo a través de tuberías. En la actualidad la reutilización y el aprovechamiento de los materiales de dragado es cada vez más frecuente.

## **ELECCION DEL EQUIPO DE DRAGADO**

### **CONSIDERACIONES GENERALES**

Dado un problema de dragado, la elección del equipo adecuado para realizar las tareas respectivas es una de los aspectos más importantes para la realización exitosa del proyecto. La elección del equipo de dragado depende de una serie de factores como se detallan adelante, una clasificación de los equipos de dragado en función de cómo efectúan su operación y los diferentes tipos de dragas que se incluyen en cada grupo se presenta posteriormente, la cantidad y tipo de material a dragar, el sitio de descarga, la disponibilidad de equipo de dragado apropiado y los costos de movilización son algunos de los factores que juegan un rol importante en la elección del tipo de draga a utilizar.

### **CLASIFICACIÓN DE LOS EQUIPOS DE DRAGADO**



***PROPUESTA DE DRAGADO DE LOS SECTORES "BARRA NORTE, BAJO PAOLA Y CANAL DE CASCAJAL" EN EL RIO GUAYAS, PARA MEJORAR LAS CONDICIONES DE NAVEGABILIDAD AL ALCANZAR LOS 7,5 MTS DE PROFUNDIDAD CON BENEFICIO DE MAREA***

Los equipos de dragado se pueden clasificar de acuerdo al principio básico que utilizan para ejecutar la excavación de los materiales en:

- dragas mecánicas
- dragas hidráulicas

Dentro de estas categorías se puede realizar también una nueva división en base a si las dragas son autopropulsadas o no, ya sea durante la etapa de excavación, de transporte o ambas.

## **DRAGAS MECANICAS**

Las dragas mecánicas utilizan en principio el mecanismo de corte para penetrar el suelo. Estas dragas emplean equipos similares a los utilizados para movimientos de suelos en tierra firme. Poseen entre ellas una serie de aspectos en común, como por ejemplo, que el material se saca con poca perturbación y mínima dilución con lo que la eficiencia de las dragas mecánicas es alta desde ese punto de vista

### **Draga de Cangilones**

Las dragas de cangilones son de un diseño muy antiguo y en un tiempo tenían una participación importante en la flota de dragado de Europa. Utiliza una serie de cangilones montados sobre una cadena que gira indefinidamente y se conoce como rosario de cangilones. Al girar la cadena los cangilones excavan el material del fondo, lo elevan con el cangilón en posición vertical hasta la parte superior de la escalera y luego vuelcan el material en una rampa al rotar el cangilón. El material se descarga en barracas para ser transportado al lugar de deposición. La draga de cangilones tiene un proceso prácticamente continuo de excavación.

***PROPUESTA DE DRAGADO DE LOS SECTORES “BARRA NORTE, BAJO PAOLA Y CANAL DE CASCAJAL” EN EL RIO GUAYAS, PARA MEJORAR LAS CONDICIONES DE NAVEGABILIDAD AL ALCANZAR LOS 7,5 MTS DE PROFUNDIDAD CON BENEFICIO DE MAREA***

Puede ser utilizada para dragar un amplio rango de materiales incluyendo rocas blandas. Pueden en algunos casos ser autopropulsadas. En la actualidad han caído en desuso pues su producción es relativamente baja comparada con otras dragas, necesitan un campo de anclas para la sujeción del pontón que obstaculiza el tráfico de buques y son muy ruidosas durante la operación.



**Figura 2.4.- Draga de Cangilones**

### **Draga de Cuchara de Almejas (CLAMSHELL)**

Está compuesta por una grúa que sostiene mediante cables una cuchara de almejas montada sobre un pontón. La cuchara se deja caer hasta el fondo donde penetra por su propio peso. Se cierra y por efecto de corte excava el material del fondo. Se eleva verticalmente la cuchara llena y el material se dispone en barcazas ubicadas al costado del pontón que son las que llevan el material al lugar de descarga. Una vez descargada la cuchara vuelve a su posición y recomienza el ciclo de dragado. Una ventaja de las dragas de cuchara es su capacidad para dragar en aguas relativamente profundas pues la limitación de la profundidad alcanzable está dada por la capacidad del tambor del winche. Estas dragas son habitualmente no propulsadas y se mantienen en posición con un campo de anclas o a veces con pilones.

Las dragas de cuchara pueden dragar apenas, algunos tipos de arcillas, gravas, cantos rodados y rocas partidas. No son muy efectivas para dragar limos finos pues tienden a volcarse en la elevación de la cuchara



**PROPUESTA DE DRAGADO DE LOS SECTORES “BARRA NORTE, BAJO PAOLA Y CANAL DE CASCAJAL” EN EL RIO GUAYAS, PARA MEJORAR LAS CONDICIONES DE NAVEGABILIDAD AL ALCANZAR LOS 7,5 MTS DE PROFUNDIDAD CON BENEFICIO DE MAREA**



**Figura 2.5.- Draga de Cuchara o Almeja**

### **Draga Tipo Retroexcavadora (Backhoe)**

La draga tipo retroexcavadora se está usando cada vez más dentro de las operaciones de dragado. Está compuesta por una retroexcavadora como las utilizadas en trabajos de tierra firme montada sobre un pontón habitualmente no autopropulsada que se mantiene en la posición mediante pilotes. El material se excava del fondo y se coloca en barcazas. Presentan algunas limitaciones con las profundidades a dragar pero hay nuevos modelos que están aumentando la profundidad de dragado.

Las dragas tipo retroexcavadora pueden dragar un amplio rango de materiales tales como arenas, arcillas, grava, cantos rodados y roca fracturada. También roca sana moderadamente dura.

**PROPUESTA DE DRAGADO DE LOS SECTORES “BARRA NORTE, BAJO PAOLA Y CANAL DE CASCAJAL” EN EL RIO GUAYAS, PARA MEJORAR LAS CONDICIONES DE NAVEGABILIDAD AL ALCANZAR LOS 7,5 MTS DE PROFUNDIDAD CON BENEFICIO DE MAREA**



**Figura 2.6.- Draga tipo Retroexcavadora**



***PROPUESTA DE DRAGADO DE LOS SECTORES “BARRA NORTE, BAJO PAOLA Y CANAL DE CASCAJAL” EN EL RIO GUAYAS, PARA MEJORAR LAS CONDICIONES DE NAVEGABILIDAD AL ALCANZAR LOS 7,5 MTS DE PROFUNDIDAD CON BENEFICIO DE MAREA***

**Draga Tipo Pala (Dipper)**

Esta draga consiste en una pala cargadora montada sobre un pontón con muchas similitudes con la draga tipo retroexcavadora. Se colocan dientes en el labio de la pala para hacerlas más eficientes en el dragado de materiales duros. Se eleva el material y se descarga en barcasas abriendo el fondo del balde. Estas dragas son capaces de dragar rocas duras y materiales muy compactados. Tienen algunas limitaciones en lo que hace a profundidades a dragar. Mucho del trabajo que se ejecutaba mediante estas dragas se ejecuta en la actualidad mediante dragas tipo retroexcavadora.



**Figura 2.7.- Draga tipo Pala**

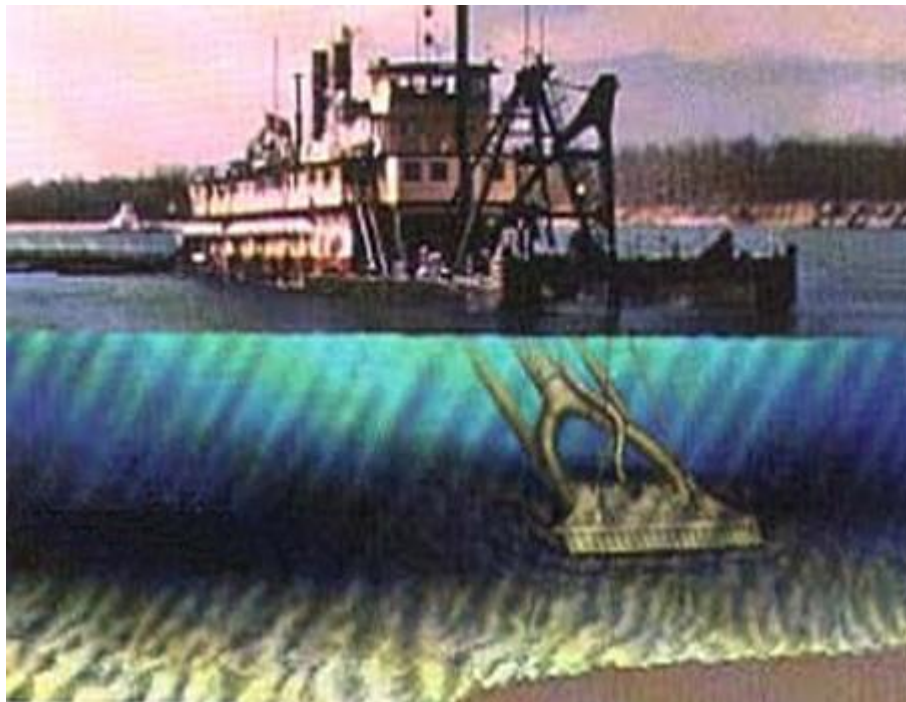
**DRAGAS HIDRAULICAS**

***PROPUESTA DE DRAGADO DE LOS SECTORES “BARRA NORTE, BAJO PAOLA Y CANAL DE CASCAJAL” EN EL RIO GUAYAS, PARA MEJORAR LAS CONDICIONES DE NAVEGABILIDAD AL ALCANZAR LOS 7,5 MTS DE PROFUNDIDAD CON BENEFICIO DE MAREA***

Este tipo de dragas utiliza bombas centrífugas para producir la succión de agua que transporta el material dragado.

**Draga Dustpan**

La draga Dustpan es una draga que se utiliza en grandes ríos como el Mississippi o el Paraná, sin embargo ha caído en desuso. La operación de dragado se realiza desde un pontón mediante un cabezal que se baja desde la proa y que tiene forma de cabezal de una aspiradora y de allí su nombre en inglés. Produce la succión mediante bombas centrífugas y ayuda a la formación de la mezcla de agua y sedimento mediante chorros de agua ubicados en el cabezal. El material se descarga por medio de una tubería corta en zonas del río que tengan capacidad de transporte. Estas dragas dragan materiales no consolidados de reciente disposición con espesores pequeños en grandes áreas.



**Figura 2.8.- Draga Dustpan**

**Draga de Succión por Inyección de Agua**



***PROPUESTA DE DRAGADO DE LOS SECTORES "BARRA NORTE, BAJO PAOLA Y CANAL DE CASCAJAL" EN EL RIO GUAYAS, PARA MEJORAR LAS CONDICIONES DE NAVEGABILIDAD AL ALCANZAR LOS 7,5 MTS DE PROFUNDIDAD CON BENEFICIO DE MAREA***

La draga utiliza chorros de agua a presión para disturbar el material del fondo a remover creando una corriente de turbidez. Esta corriente de turbidez se desplaza por medio de las corrientes existentes en el lugar. Se utiliza fundamentalmente para dragado de mantenimiento en puertos con equipos de pequeñas dimensiones. Es un procedimiento de bajo costo que está limitado al dragado de limo, arcillas no consolidadas y arenas finas.



**Figura 2.9.- Dragas de Succión**

**Dragas de Succión en Marcha (TSHD).**

Las dragas de succión en marcha (TSHD) son barcos autopropulsados que tienen cántaras o tolvas en las que se coloca el material dragado. El dragado se efectúa mediante tubos de succión ubicados a los costados de la draga que se bajan hasta ponerlos en contacto con el fondo. El dragado se efectúa con la draga navegando a bajas velocidades. La succión de la mezcla de agua y sedimento se efectúa mediante bombas centrífugas que pueden estar ubicadas en la bodega del buque o en tubo de succión para aumentar la profundidad de dragado. El cabezal de dragado que está en contacto con el fondo tiene un diseño muy elaborado y especial. A efectos de aumentar la capacidad de disgregar el material de fondo al cabezal de dragado se le adicionan dientes o chorros de agua de baja o alta presión dependiendo del tipo de suelo a dragar.

Las dragas de succión en marcha son muy flexibles en lo que se refiere a los tipos de material que pueden dragar, las posibilidades de disposición del material dragado y la posibilidad de trabajar tanto en aguas protegidas como no protegidas. Por estos motivos las dragas de succión en marcha han tenido un

**PROPUESTA DE DRAGADO DE LOS SECTORES “BARRA NORTE, BAJO PAOLA Y CANAL DE CASCAJAL” EN EL RIO GUAYAS, PARA MEJORAR LAS CONDICIONES DE NAVEGABILIDAD AL ALCANZAR LOS 7,5 MTS DE PROFUNDIDAD CON BENEFICIO DE MAREA**

gran desarrollo en lo que hace a tamaños de los equipos e incremento de su participación en la flota de dragado mundial.



**Figura 2.10.- Draga de Succión en Marcha**

### **Draga de Succión con Cortador (CSD)**

La draga de cortador consiste en un pontón o un barco que aloja las bombas centrífugas para producir la succión de la mezcla de agua y sedimento y una estructura en forma de marco denominada escalera que se baja hasta el fondo y que sostiene un eje con un cortador que gira en sentido normal al eje del tubo de succión. Este cortador es el responsable de la disgregación del material que al mismo tiempo es transportado por la corriente de agua generada por la succión. La draga trabaja en forma estacionaria desplazándose hacia un lado y hacia el otro a medida que va realizando el corte. La draga se mantiene en posición mediante puntales. El material dragado se transporta mediante tuberías hasta la superficie y desde allí se impulsa mediante tuberías hasta el lugar de descarga. Algunas están equipadas con dispositivos para la carga de barcazas. Algunas dragas grandes son autopropulsadas para permitir el desplazamiento entre sitios de trabajo.

**PROPUESTA DE DRAGADO DE LOS SECTORES "BARRA NORTE, BAJO PAOLA Y CANAL DE CASCAJAL" EN EL RIO GUAYAS, PARA MEJORAR LAS CONDICIONES DE NAVEGABILIDAD AL ALCANZAR LOS 7,5 MTS DE PROFUNDIDAD CON BENEFICIO DE MAREA**

Las dragas de succión con cortador tienen una producción muy elevada y pueden dragar todo tipo de materiales y son especialmente aptas para el dragado de rocas duras.



**Figura 2.11.- Draga de Succión con Cortador**

**Draga de Succión con Cortador vertical**

En inglés se denomina "Wheel Suction dredger" es una draga igual que la draga de succión con cortador con la única diferencia que el cortador rota en el sentido del eje del tubo de succión. Esta draga representa una tecnología relativamente moderna y se utiliza con frecuencia en emprendimientos mineros.

**PROPUESTA DE DRAGADO DE LOS SECTORES "BARRA NORTE, BAJO PAOLA Y CANAL DE CASCAJAL" EN EL RIO GUAYAS, PARA MEJORAR LAS CONDICIONES DE NAVEGABILIDAD AL ALCANZAR LOS 7,5 MTS DE PROFUNDIDAD CON BENEFICIO DE MAREA**



**Figura 2.12.- Dragas de Succión con Cortador Vertical**

Existen otras dragas que no responden exactamente a las características mencionadas.

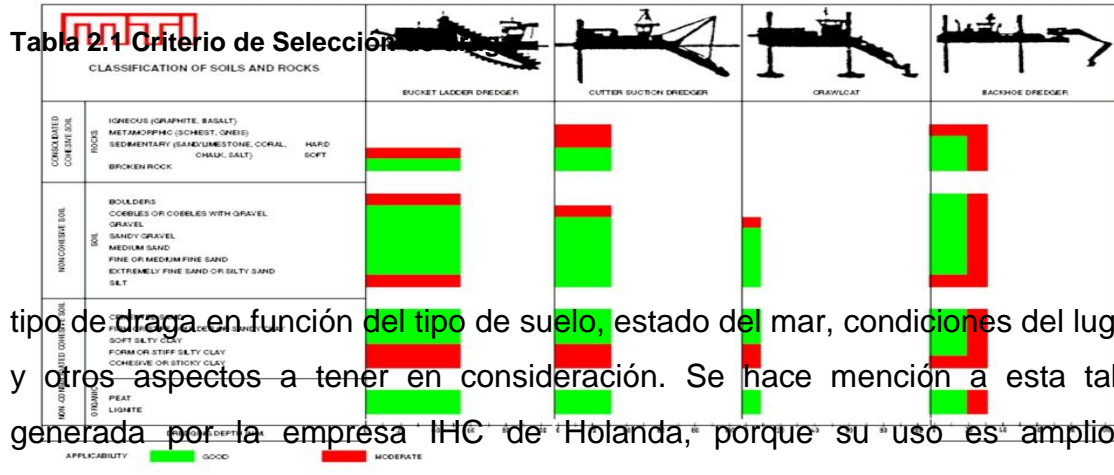
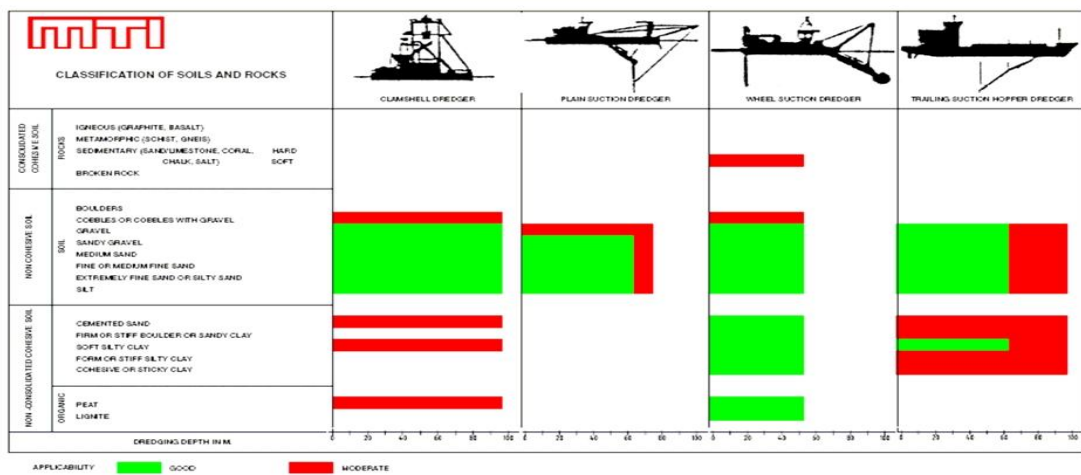
**ASPECTOS CARACTERÍSTICOS PARA LA ELECCIÓN DEL EQUIPO DE DRAGADO**

En la Tabla 2.1 se incluye copia de una tabla denominada "How to select table" obtenida del sitio de IHC [www.ihcolland.com](http://www.ihcolland.com). En ella se aprecian los campos de utilización óptimos para

Criteria: equipment	Soil condition	Seastate	Weather	Site conditions	Logist
Crawler	<ul style="list-style-type: none"> <li>Non-cohesive soil, clean and silt with bottom currents</li> <li>Resuspension of silt bottoms</li> <li>Not suitable for hard materials</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Independent of waves and current by good sized equipment</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Independent of waves and current by good sized equipment</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dredging depth ca. 25m. to 50m. for mining purposes</li> <li>Good selection and accuracy</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>H</li> <li>S</li> <li>P</li> <li>si</li> <li>V</li> </ul>
Bucket ladder dredger	<ul style="list-style-type: none"> <li>Large amount of soil to incl.</li> <li>Soft rock</li> <li>Sticky clays cause problems with unloading bucket</li> <li>Fines can be washed from the bucket</li> <li>Large boulders possible</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Strongly influenced by waves</li> <li>Sensitive for arrangement</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Strongly influenced by waves</li> <li>Sensitive for arrangement</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nominal dredging depth to 25m. to 50m. for mining purposes</li> <li>Good selection and accuracy</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>T</li> <li>H</li> <li>le</li> <li>tr</li> <li>W</li> </ul>
Clamshell dredger or grab dredger	<ul style="list-style-type: none"> <li>Uncohesive sand, gravel and silt</li> <li>Interlayers of clay or silt cause problems</li> <li>Fines can be washed from the bucket</li> <li>Hydraulic clamshell dredger with good performance</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Positioning grab hindered by waves and current</li> <li>Floating conveyors sensitive to current</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Positioning grab hindered by waves and current</li> <li>Floating conveyors sensitive to current</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dredging depth unlimited</li> <li>&gt; 100m</li> <li>Low selection and accuracy</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>T</li> <li>H</li> <li>le</li> <li>tr</li> <li>W</li> <li>S</li> <li>ac</li> </ul>
Backhoe dredger	<ul style="list-style-type: none"> <li>All soil conditions, not sticky</li> <li>Sticky clay cause problems with unloading</li> <li>Fines can be washed out of the bucket</li> <li>Large boulders possible</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Independent of waves and current by spuds</li> <li>Limitation by abutment and large to moor alongside</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Independent of waves and current by spuds</li> <li>Limitation by abutment and large to moor alongside</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dredging depth to 25m with limited excavation power or excavators</li> <li>Very high selection and accuracy</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>T</li> <li>S</li> <li>le</li> <li>tr</li> <li>W</li> <li>N</li> <li>le</li> </ul>



**PROPUESTA DE DRAGADO DE LOS SECTORES “BARRA NORTE, BAJO PAOLA Y CANAL DE CASCAJAL” EN EL RIO GUAYAS, PARA MEJORAR LAS CONDICIONES DE NAVEGABILIDAD AL ALCANZAR LOS 7,5 MTS DE PROFUNDIDAD CON BENEFICIO DE MAREA**



tipo de draga en función del tipo de suelo, estado del mar, condiciones del lugar, y otros aspectos a tener en consideración. Se hace mención a esta tabla generada por la empresa IHC de Holanda, porque su uso es amplio y reconocido en un panorama mundial y ha sido extensivamente utilizada por el Servicio de Dragas de la Armada del Ecuador, aceptada por el MTOP, constituyéndose en una norma dentro del campo del dragado.

***PROPUESTA DE DRAGADO DE LOS SECTORES “BARRA NORTE, BAJO PAOLA Y CANAL DE CASCAJAL” EN EL RIO GUAYAS, PARA MEJORAR LAS CONDICIONES DE NAVEGABILIDAD AL ALCANZAR LOS 7,5 MTS DE PROFUNDIDAD CON BENEFICIO DE MAREA***

**Tabla 2.2 Relación entre tipo de draga y tipo de suelo**

En la Tabla 2.2 se indica para cada tipo de draga, la aptitud de dragado frente a diferentes tipos de suelos teniendo en cuenta la profundidad de dragado. Relación entre tipos de dragas y suelos a dragar.

**2.3.- ASPECTOS A CONSIDERAR EN LA ELECCIÓN**

La elección del equipo de dragado más adecuado para un determinado trabajo se realiza teniendo en cuenta una serie de aspectos siendo los principales:

- Características generales del proyecto
- Características de los suelos
- Profundidad de Dragado
- Condiciones ambientales
- Aspectos logísticos
- Otros aspectos a considerar

**PROPUESTA DE DRAGADO DE LOS SECTORES “BARRA NORTE, BAJO PAOLA Y CANAL DE CASCAJAL” EN EL RIO GUAYAS, PARA MEJORAR LAS CONDICIONES DE NAVEGABILIDAD AL ALCANZAR LOS 7,5 MTS DE PROFUNDIDAD CON BENEFICIO DE MAREA**

A continuación se detallan los principales aspectos que influyen la decisión al elegir un equipo determinado. Los aspectos que se indican deben tomarse en su conjunto que en algunos casos presentan requerimientos contrapuestos

### **2.3.1.- Características Generales del Proyecto**

Los Terminales Portuarios Privados ubicados en el Río Guayas se encuentran interesados en conocer el tipo de sedimentos que se encuentra en los sectores conocidos como “**Barra Norte, Bajo Paola en el río Guayas y un área en el Canal de Cascajal**”, así como determinar la cantidad de material sedimentado que se debe remover (dragado) para mejorar las condiciones de la ruta, al alcanzar una profundidad de navegación con beneficio de marea a 7,50 Mts.

Como se desprende de la definición del estudio, el objetivo es dragar las áreas críticas definidas en el Canal de Cascajal y en el río Guayas, para retirar el sedimento acumulado debido al acarreo por el flujo del río como consecuencia de la ocurrencia de diversos fenómenos naturales, como el evento El Niño, por las corrientes de marea, y aprovechar los bajos ubicados en las riberas del Canal de Cascajal del río Guayas, así como las depresiones en el cauce del Río Guayas en áreas próximas a los sectores determinados como críticos, como los sitios más recomendados para el depósito de los sedimentos resultado del dragado.

### **2.3.2.- Características de los suelos**

De los estudios realizados al sedimento extraído del fondo del lecho del Canal de Cascajal y río Guayas, se desprende que se trata de un tipo de suelo liviano, no compactado cuyos principales componentes comprenden arcillas inorgánicas de plasticidad elevada, arcillas grasas, corresponde a limos y arcillas, cuyo límite líquido es mayor de 50. Este tipo de material: arcilla de color gris verdosa, con material orgánico, considerada como plástica, es impermeable en estado compactado

Los volúmenes se han calculado en base a dos alternativas viables para el dragado y su distribución espacial está contenida en la siguiente tabla:

**PROPUESTA DE DRAGADO DE LOS SECTORES “BARRA NORTE, BAJO PAOLA Y CANAL DE CASCAJAL” EN EL RIO GUAYAS, PARA MEJORAR LAS CONDICIONES DE NAVEGABILIDAD AL ALCANZAR LOS 7,5 MTS DE PROFUNDIDAD CON BENEFICIO DE MAREA**

PROYECTO: ESTUDIO TECNICO DEL DRAGADO DE SECTORES: CANAL DE CASCAJAL; RIO GUAYAS Y DISPOSICION FINAL DE SEDIMENTOS			
CALCULO DE VOLUMEN EN METROS CUBICOS			
ITEM	ZONA DE INTERVENCION	VOLUMEN	VOLUMEN
TRAMO 1	2000 mts sector Canal de Cascajal	70,711.10 Cota 6 mts	70,711.10 Cota 6 mts
TRAMO 2	2000 mts sector Barra Norte	67,233.70 Cota 6 mts	67,233.70 Cota 6 mts
TRAMO 3	2000 mts sector Bajo Paola	75.850.65 Cota 5 mts	265,498.00 Cota 6 mts
VOLUMEN TOTAL DE DRAGADO		213.795.45	403,9442,80

Tabla 2.3.- Volumen de dragado

### 2.3.3 Profundidad de dragado

No existen niveles referenciales de profundidades originales del Río Guayas; sin embargo en el desarrollo del proyecto, se determinó que tradicionalmente se utiliza el río como una vía fluvial de tráfico de buques de carga internacional y de cabotaje, así como para el uso de embarcaciones de transporte personal, tareas de pesca. Del levantamiento batimétrico, se desprende que un nivel de referencia de 6 metros considerada como el de nivel estable del cauce del río, para los propósitos del presente estudio es lo adecuado.

La información obtenida nos ayuda a establecer los niveles de sedimentación, se observa que en el sector del Canal de Cascajal, la profundidad obtenida en el año 2010 fue de 6,2 mts, la cual disminuyó en el 2016 a 5,7 mts, resultando en una sedimentación aproximada de 0,5 mts. en 6 años. En el Sector Barra Norte, entre el 2010 cuando se registró 4,1 mts; el 2014 con una profundidad de 4,6 mts, y el 2016 registró 5,2 mts, se determina que la profundidad se incrementa de 4,1 a 4,6mts en un período de 7 años y de 4,6mts a 5,2 mts en 3 años, considerando como una



***PROPUESTA DE DRAGADO DE LOS SECTORES "BARRA NORTE, BAJO PAOLA Y CANAL DE CASCAJAL" EN EL RÍO GUAYAS, PARA MEJORAR LAS CONDICIONES DE NAVEGABILIDAD AL ALCANZAR LOS 7,5 MTS DE PROFUNDIDAD CON BENEFICIO DE MAREA***

aproximación, un proceso erosivo de 0,5 mts en 7 años. En el Bajo Paola la profundidad del río se incrementa ligeramente en el sector a la derecha del eje del canal de navegación, y disminuye ligeramente a la izquierda del canal de navegación. Se debe considerar que ocurrieron inviernos fuertes en el 2008 y 2012, así como la llegada de una gran masa de agua caliente desde la zona del Pacífico Oriental en el 2015, con la llegada de ondas kelvin a nuestras costas, derivándose en un incremento del nivel del mar, el que en esos períodos ejerció mayor presión sobre el cuerpo hídrico del río Guayas, dando lugar a procesos más acelerados de erosión y sedimentación.

Los valores de la profundidad del río han sido obtenidos durante la estación seca en la que la profundidad del río decrece, sin afectar la navegación de buques de tráfico internacional que se dirigen a los Terminales Portuarios Fluviales, así como al tráfico de cabotaje. De observaciones visuales, navegaciones de investigación y comprobación, más los resultados del levantamiento batimétrico realizado en los sectores: Canal de Cascajal; Bajo Paola y Barra Norte, se han obtenido resultados y parámetros que nos sirven para determinar el equipo y la metodología más adecuada para la ejecución del dragado.

#### **2.3.4.- Condiciones ambientales**

El río Guayas es navegable en las dos estaciones del año, con una velocidad de flujo promedio de 5 nudos, velocidad de la corriente de marea que es aprovechada por buques de tráfico internacional al pasar por las áreas consideradas como críticas. Durante la estación invernal presenta un mayor caudal que no afecta a la operatividad de las dragas de succión, tolva o las de cortador que trabajan con fijación de puntales, es de notar que la velocidad del viento normalmente se incrementa durante las horas de la tarde, registrándose intensidades promedio de 5,2 m/s. Se debe considerar también las olas generadas por el efecto hidrodinámico de los vientos, siendo más fuertes en horas de la tarde con alturas promedio de 50 cm.

***PROPUESTA DE DRAGADO DE LOS SECTORES "BARRA NORTE, BAJO PAOLA Y CANAL DE CASCAJAL" EN EL RIO GUAYAS, PARA MEJORAR LAS CONDICIONES DE NAVEGABILIDAD AL ALCANZAR LOS 7,5 MTS DE PROFUNDIDAD CON BENEFICIO DE MAREA***

Factor de importancia y de observación, es el máximo nivel de ruido permisible para no afectar el descanso de los habitantes que viven junto a las riberas del río, aunque las dragas modernas ya cumplen con los estándares internacionales de reducción del ruido, además hay que considerar que el área de estudio es una zona de tráfico marítimo de cabotaje e internacional, por tanto las naves que navegan por el río Guayas, ya causan una cantidad de ruido similar al generado por la operación de una draga.

### **2.3.5.- Aspectos logísticos**

Varios son los aspectos logísticos a considerar:

- Acceso de la draga al sitio de trabajo.- Los sitios de dragado presentan todas las facilidades para el ingreso vía acuática de cualquier tipo de draga, ya sea remolcadas o autopropulsadas.
- Para el abastecimiento de combustible, agua, víveres, lubricantes, acceso del personal, etc., no hay obstáculos por vía acuática.

### **2.3.6.- Otros**

Otros aspectos que se deben observar durante las operaciones de dragado: Obstrucción a la navegación durante las operaciones de dragado, son solucionables con una coordinación adecuada a través de la Autoridad Marítima, teniendo la precaución en el caso de operar con draga estacionaria de mantener todo el tiempo presente el apoyo de un remolcador, hay que recordar que una draga en operación y sin propulsión tiene la maniobra restringida; y para el caso de una draga autopropulsada, no existe restricción.

## **2.4.- DETERMINACION DEL TIPO DE DRAGA**

En base al análisis de los aspectos citados, se determina lo siguiente: "La

***PROPUESTA DE DRAGADO DE LOS SECTORES “BARRA NORTE, BAJO PAOLA Y CANAL DE CASCAJAL” EN EL RIO GUAYAS, PARA MEJORAR LAS CONDICIONES DE NAVEGABILIDAD AL ALCANZAR LOS 7,5 MTS DE PROFUNDIDAD CON BENEFICIO DE MAREA***

extensión del Canal de Cascajal y Río Guayas que va a ser sujeta de dragado es de aproximadamente 6.000 metros, y su amplitud es variable dentro de un rango de 150 a 200 metros, el tramo del Canal de cascajal, es la zona donde se presenta una mayor amplitud.

Una draga del tipo estacionaria, presenta obstáculos para una libre navegación de las naves de tráfico internacional de carga y de cabotaje, debido a que la draga para efectuar su trabajo, deberá situarse en el eje y en las proximidades del canal navegable, y cuando exista tráfico marítimo, necesariamente deberá detener las operaciones de dragado, y moverse para dar libertad al tráfico marítimo, con el apoyo de un remolcador, esto hace que el tiempo efectivo de dragado se reduzca significativamente, ocasionando una elevación de los tiempos de ejecución y por ende los costos de operación. Sumado a este inconveniente, se debe considerar que no existen sitios específicos en tierra para el depósito de sedimentos, sin embargo y como alternativa se encuentran los bajos ubicados en los márgenes del canal, lo que demandaría el empleo de grandes longitudes de tubería flotante, las que estarían sujetas a las presiones altas que ocasionan las corrientes de marea, con la consecuente ruptura de bridas o daños en tubería.

Normalmente, cuando se requieren dragar vías de acceso marítimo, lo más común es que se empleen dragas autopropulsadas y con sitios de depósito flotantes, esto permite un dragado en “todo tiempo”, no presentan obstáculos a la libre navegación y el tiempo de ejecución se reduce considerablemente, así como los costos de operación.

Por lo expuesto el presente estudio define como la draga más apropiada para ejecutar las operaciones de dragado en el Canal de Cascajal y Río Guayas, la siguiente:

**-DRAGA DE TOLVA DE SUCCION EN MARCHA.-** Esta draga podrá utilizarse bajo cualquier condición de marea, durante las estaciones del año. Sin embargo y como alternativa se debe considerar:

**Alternativa: DRAGA DE SUCCION CON CORTADOR.**

**2.5.- PLAN DE DRAGADO**

El presente plan de dragado está diseñado para emplear una draga del tipo: “Draga de tolva de succión en marcha”. En el país existe una draga pequeña de tolva de succión en marcha, que la opera el Servicio de Dragas de la Armada, sus características técnicas son las ideales para dragar la ruta comprendida en este estudio, este tipo de draga, debido a sus dimensiones puede operar libremente en los tres sitios descritos en el presente estudio, y además puede operar en forma permanente todo el año.

- **DRAGA DE TOLVA DE SUCCION EN MARCHA, AUTOPROPULSADA DE 1.500 METROS CUBICOS DE CAPACIDAD. “FRANCISCO DE ORELLANA”**

**ESPECIFICACIONES TECNICAS:**

Draga autopropulsada

Características de la draga

Nombre del Buque: Draga Francisco de Orellana

Tonelaje de Registro: 1939 GT

Tipo de Buque: Draga de Tolva de succión en marcha

Distintivo de llamada: ECOA

Número IMO: 9394844

Bandera: Ecuatoriana

Puerto de Registro: Guayaquil

Astillero constructor: Astilleros de Murueta, Bilbao – España

Eslora Total: 78,16 metros

Manga: 15 metros

Puntal: 5 metros

Peso Muerto: 2500 Toneladas

Capacidad de la Tolva: 1500 metros cúbicos

**PROPUESTA DE DRAGADO DE LOS SECTORES "BARRA NORTE, BAJO PAOLA Y CANAL DE CASCAJAL" EN EL RIO GUAYAS, PARA MEJORAR LAS CONDICIONES DE NAVEGABILIDAD AL ALCANZAR LOS 7,5 MTS DE PROFUNDIDAD CON BENEFICIO DE MAREA**

Calado máximo:	4,25 metros
Velocidad promedio:	10 a 12 nudos
Hélice de Proa:	1 de 340 HP y 250 KW
Nº de Hélices Popa:	2 de paso variable a 1200 RPM y 1398 KW
Generadores Principales:	2 x 1350 KVA a 1200 RPM
Generador Auxiliar:	1 x 213 KVA a 1800 RPM
Generador de Emergencia:	1 x 81 KVA a 1800 RPM
Clasificación:	Bureau Veritas N° 10362-Q
Capacidad de Combustible:	320 metros cúbicos ó 272 toneladas
Capacidad de Agua Dulce:	40 metros cúbicos
Capacidad de Lubricante:	6 metros cúbicos

**Comentario:** Esta draga podrá ser utilizada durante todo el año, transportando en su tolva un promedio de 1.500 m<sup>3</sup> por viaje, el sitio de depósito de los sedimentos extraídos podrá ser el área de la poza utilizada por el servicio de Dragas de la Armada para desalojar los sedimentos del canal de acceso al Puerto Marítimo de Guayaquil, al oeste de la Isla Puná. La distancia a recorrer será de 45 km, 25 km o 15 km respectivamente desde el sector del Bajo Paola, Barra Norte o Canal de Cascajal respectivamente.

Sin embarco el presente estudio ha determinado sitios de depósitos alternativos, cada uno de ellos muy próximos a los sitios de dragado, lo cual beneficiará ostensiblemente tanto en los tiempos del dragado, como en los costos del mismo y no interfiere a la libre navegación de buques de tráfico internacional; estos sitios de depósito serán analizados más adelante.

Considerando la amplitud, nivel de sedimentación y profundidad del Río Guayas, se lo ha dividido en tres tramos para el dragado:

**TRAMO 1: BAJO PAOLA.-** 2000 metros.

Ancho del canal a dragar: Aproximado 150 metros



**PROPUESTA DE DRAGADO DE LOS SECTORES “BARRA NORTE, BAJO PAOLA Y CANAL DE CASCAJAL” EN EL RIO GUAYAS, PARA MEJORAR LAS CONDICIONES DE NAVEGABILIDAD AL ALCANZAR LOS 7,5 MTS DE PROFUNDIDAD CON BENEFICIO DE MAREA**

**Profundidad de dragado respecto a la MLWS: 5,0 metros**

Volumen de dragado: 66.974 metros cúbicos

**TRAMO 1: BAJO PAOLA.- 2.000 metros.**

Ancho del canal a dragar: Aproximado 150 metros

**Profundidad de dragado respecto a la MLWS: 6,0 metros**

Volumen de dragado: 265.498 metros cúbicos

**Secciones transversales.- Ver Anexo “A”**

**TRAMO 2: BARRA NORTE.- 2.000 metros.**

Ancho del canal a dragar: Aproximado 150 metros

Profundidad de dragado respecto a la MLWS: 6.0 metros

Volumen de dragado: 70.561 metros cúbicos

**Secciones Transversales.- Ver Anexo “A”**

**TRAMO 3: CANAL DE CASCAJAL.- 2.000 metros.**

Ancho del canal a dragar: Aproximado 200 metros

Profundidad de dragado respecto a la MLWS: 6.0 metros

Volumen de dragado: 72.638 metros cúbicos

**Secciones Transversales.- Ver Anexo “A”**

***PROPUESTA DE DRAGADO DE LOS SECTORES “BARRA NORTE, BAJO PAOLA Y CANAL DE CASCAJAL” EN EL RIO GUAYAS, PARA MEJORAR LAS CONDICIONES DE NAVEGABILIDAD AL ALCANZAR LOS 7,5 MTS DE PROFUNDIDAD CON BENEFICIO DE MAREA***

**2.5.1.- CALCULO DEL VOLUMEN TOTAL DE DRAGADO**

La disposición, relación y distribución de los volúmenes a dragarse está definida en la Tabla 2.3.- Volumen de Dragado. El cálculo del volumen a la cota 6 metros, se muestra en el Anexo “B”.

## **2.5.2.- METODOLOGIA DE DRAGADO**

### **PARA UNA DRAGA DE TOLVA DE SUCCION EN MARCHA (TSHD)**

Las dragas de tolva de succión en marcha (TSHD, por sus siglas en inglés) se clasifican como dragas hidráulicas, que incluyen todo equipo de dragado que utiliza bombas centrífugas, al menos para el proceso de transporte del material dragado, bien sacándolo fuera del agua, o bien transportándolo horizontalmente hasta otro sitio.

### **USO DE LAS DRAGAS DE TOLVA DE SUCCION ENMARCHA (TSHD)**

Las TSHD se utilizan en una gran variedad de proyectos de construcción marítima y mantenimiento. Éstos van desde dragado de mantenimiento en puertos y canales de acceso, eliminando sedimentos para llegar a la profundidad requerida, hasta proyectos de dragado capital como la creación de nuevas tierras a gran escala que requieren millones de metros cúbicos de arena. El rendimiento de una TSHD tiene una influencia directa sobre los costes del proyecto. En consecuencia, la investigación y el desarrollo sobre las TSHD es un esfuerzo continuo para mejorar la relación coste-eficacia.

### **CARACTERIZACION DE UNA TSHD.**

Las TSHD o dragas de tolva son barcos autopropulsados que cuentan con una tolva, o tienen una cántara dentro de sus propios cascos. Se utilizan principalmente para dragar materiales sueltos como arena, arcilla o grava. Las principales características de una TSHD son: el cabezal de succión, las tuberías de succión, los compensadores de oleaje y los pescantes. Habitualmente, una TSHD está equipada con una o dos tuberías de succión a las que se les conectan los cabezales de succión. Se suele comparar los cabezales de succión con enormes aspiradoras. Las tuberías de succión descienden al fondo del agua y los cabezales se "arrastran" por encima del fondo marino, succionando material mientras el buque avanza lentamente, es decir, rastrea. Las tuberías de succión y los cabezales de succión se pueden posicionar según las necesidades de la operación de dragado para que puedan ser transportados a la draga, la mezcla de agua y arena se aspira mediante un sistema de

***PROPUESTA DE DRAGADO DE LOS SECTORES “BARRA NORTE, BAJO PAOLA Y CANAL DE CASCAJAL” EN EL RIO GUAYAS, PARA MEJORAR LAS CONDICIONES DE NAVEGABILIDAD AL ALCANZAR LOS 7,5 MTS DE PROFUNDIDAD CON BENEFICIO DE MAREA***

bombeo, hasta la tolva o cántara del buque. Los pescantes y cabrestantes de la draga operan las tuberías de succión, izándolas a bordo o arriándolas según convenga a la operación, se utiliza un compensador de oleaje para controlar el contacto entre el cabezal de succión y el fondo marino cuando se draga con olas. Adicionalmente, la TSHD debe disponer de un sistema de rebose para separar el material y eliminar el agua sobrante. La eficiencia de cada uno de los elementos tendrá un impacto directo sobre la productividad de la TSHD.

**AREAS A DRAGAR.**

**1. CANAL DE CASCAJAL-BOYA “6C”**



**PROPUESTA DE DRAGADO DE LOS SECTORES “BARRA NORTE, BAJO PAOLA Y CANAL DE CASCAJAL” EN EL RIO GUAYAS, PARA MEJORAR LAS CONDICIONES DE NAVEGABILIDAD AL ALCANZAR LOS 7,5 MTS DE PROFUNDIDAD CON BENEFICIO DE MAREA**



**Figura 2.13.- Area a dragarse: Canal de Cascajal**

**TIEMPO DE DRAGADO**

- **Volumen a dragar :** 72.638 metros cúbicos
- **Distancia :**  $8.5 \times 2 = 17$  Mn
- **Ciclo de dragado:** Carga en 0.5 hr – traslado 2.0 horas. Total por ciclo 2.5 horas.
- **Ciclos por día :** 9 ciclos/día
- **Volumen dragado diario :**  $9 \times 1200 \text{ m}^3 = 10.800 \text{ m}^3/\text{día}$
- **Tiempo de dragado sector Cascajal:** 7 días.

**2.- BARRA NORTE**

**PROPUESTA DE DRAGADO DE LOS SECTORES “BARRA NORTE, BAJO PAOLA Y CANAL DE CASCAJAL” EN EL RIO GUAYAS, PARA MEJORAR LAS CONDICIONES DE NAVEGABILIDAD AL ALCANZAR LOS 7,5 MTS DE PROFUNDIDAD CON BENEFICIO DE MAREA**



**Figura 2.14.- Area a dragarse: Barra Norte**

### **TIEMPO DE DRAGADO**

- **Volumen a dragar: 70.561 metros cúbicos**
- **Distancia:  $2.5 \times 2 = 5$  Mn**
- **Ciclo de dragado: Carga en 0.5 hr – traslado 1.0 hora. Total por ciclo 1.50 horas.**
- **Ciclos por día: 15 ciclos/día**

***PROPUESTA DE DRAGADO DE LOS SECTORES "BARRA NORTE, BAJO PAOLA Y CANAL DE CASCAJAL" EN EL RIO GUAYAS, PARA MEJORAR LAS CONDICIONES DE NAVEGABILIDAD AL ALCANZAR LOS 7,5 MTS DE PROFUNDIDAD CON BENEFICIO DE MAREA***

- **Volumen dragado diario: 15 x 1200 m<sup>3</sup> = 18.000 m<sup>3</sup>/día**
- **Tiempo de dragado sector Cascajal: 4 días.**

**3.- BAJO PAOLA**



**PROPUESTA DE DRAGADO DE LOS SECTORES “BARRA NORTE, BAJO PAOLA Y CANAL DE CASCAJAL” EN EL RIO GUAYAS, PARA MEJORAR LAS CONDICIONES DE NAVEGABILIDAD AL ALCANZAR LOS 7,5 MTS DE PROFUNDIDAD CON BENEFICIO DE MAREA**



**Figura 2.15.- Area a dragarse: Bajo Paola**

**TIEMPO DE DRAGADO**

- **Volumen a dragar: 75.850,65 metros cúbicos a Cota 5 mts**
- **Volumen a dragar: 265.498 metros cúbicos a Cota 6 mts**
  
- **Distancia:  $3.0 \times 2 = 6.0$  Mn**
- **Ciclo de dragado: Carga en 0.5 hr – traslado 1.0 horas. Total por ciclo 1.5 horas.**
- **Ciclos por día: 15 ciclos/día**
- **Volumen dragado diario:  $15 \times 1200 \text{ m}^3 = 18.000 \text{ m}^3/\text{día}$**



**PROPUESTA DE DRAGADO DE LOS SECTORES “BARRA NORTE, BAJO PAOLA Y CANAL DE CASCAJAL” EN EL RIO GUAYAS, PARA MEJORAR LAS CONDICIONES DE NAVEGABILIDAD AL ALCANZAR LOS 7,5 MTS DE PROFUNDIDAD CON BENEFICIO DE MAREA**

- **Tiempo de dragado sector Bajo Paola: 5 días. (Cota 5 mts.)**
- **Tiempo de dragado sector Bajo Paola: 15 días (Cota 6 mts.)**

**4.- AREA DE DEPOSITO ACTUAL (FOSA UBICADA AL OESTE DE PUNA)**



Figura 2.16.- La Fosa, área de depósito actual

**TIEMPO DE DRAGADO**

**CANAL DE CASCAJAL**

- Volumen a dragar: 72.638 metros cúbicos
- Distancia:  $17.0 \times 2 = 34.0$  Mn
- Ciclo de dragado: Carga en 0.5 hr – traslado 2.4 horas. Total por ciclo 2.9 horas.

**PROPUESTA DE DRAGADO DE LOS SECTORES “BARRA NORTE, BAJO PAOLA Y CANAL DE CASCAJAL” EN EL RIO GUAYAS, PARA MEJORAR LAS CONDICIONES DE NAVEGABILIDAD AL ALCANZAR LOS 7,5 MTS DE PROFUNDIDAD CON BENEFICIO DE MAREA**

- Ciclos por día: 8 ciclos/día
- Volumen dragado diario:  $8 \times 1200 \text{ m}^3 = 9.600 \text{ m}^3/\text{día}$
- **Tiempo de dragado sector Canal Cascajal: 8 días.**

**BARRA NORTE**

- Volumen a dragar: 70.561 metros cúbicos
- Distancia:  $33.0 \times 2 = 66.0 \text{ Mn}$
- Ciclo de dragado: Carga en 0.5 hr – traslado 6.6 horas. Total por ciclo 7.1 horas.
- Ciclos por día: 3.3 ciclos/día
- Volumen dragado diario:  $3.3 \times 1200 \text{ m}^3 = 3.960 \text{ m}^3/\text{día}$
- **Tiempo de dragado sector Barra Norte: 22 días.**

**BAJO PAOLA**

- **Volumen a dragar: 75.850,65 metros cúbicos a Cota 5 mts**
- **Volumen a dragar: 265.498 metros cúbicos a Cota 6 mts**
- Distancia:  $46.6 \times 2 = 93.2 \text{ Mn}$
- Ciclo de dragado: Carga en 0.5 hr – traslado 9.3 horas. Total por ciclo 9.8 horas.
- Ciclos por día: 2.4 ciclos/día
- Volumen dragado diario:  $2.4 \times 1200 \text{ m}^3 = 2.880 \text{ m}^3/\text{día}$
- **Tiempo de dragado sector Bajo Paola: 27 días. (Cota 5 metros)**

***PROPUESTA DE DRAGADO DE LOS SECTORES "BARRA NORTE, BAJO PAOLA Y CANAL DE CASCAJAL" EN EL RIO GUAYAS, PARA MEJORAR LAS CONDICIONES DE NAVEGABILIDAD AL ALCANZAR LOS 7,5 MTS DE PROFUNDIDAD CON BENEFICIO DE MAREA***

- **Tiempo de dragado sector Bajo Paola: 93 días. (Cota 6 metros)**

**TIEMPO DE DRAGADO TOTAL: 57 días (Bajo Paola Cota 5 metros)**

**TIEMPO DE DRAGADO TOTAL: 123 días (Bajo Paola Cota 6 metros)**

*PROPUESTA DE DRAGADO DE LOS SECTORES "BARRA NORTE, BAJO PAOLA Y CANAL DE CASCAJAL" EN EL RIO GUAYAS, PARA MEJORAR LAS CONDICIONES DE NAVEGABILIDAD AL ALCANZAR LOS 7,5 MTS DE PROFUNDIDAD CON BENEFICIO DE MAREA*

**DETERMINACION DE COSTOS DEL DRAGADO**

**ALTERNATIVA 1.- SITIO DE DEPOSITO AL OESTE DE LA ISLA PUNA (LA POZA)**

- Volumen total de dragado : 213.199 metros cúbicos
- Costo actual por metro cubico : USD 6.0
- **Costo Total : USD 1'279.194,00 (BAJO PAOLA: COTA 5 METROS)**
  
- Volumen total de dragado : 408.697 metros cúbicos
- Costo actual por metro cubico : USD 6.0
- **Costo Total : USD 2'452.182,00 (BAJO PAOLA: COTA 6 METROS)**

**ALTERNATIVA 2.- SITIOS DE DEPOSITO PROXIMOS A AREAS DE DRAGADO**

- Volumen total de dragado : 213.199 metros cúbicos
- Costo actual por metro cubico : USD 4.0
- **Costo Total : USD 852.796,00 (BAJO PAOLA: COTA 5 METROS)**
  
- Volumen total de dragado : 408.697 metros cúbicos
- Costo actual por metro cubico : USD 4.0
- **Costo Total : USD 1'634788,00 (BAJO PAOLA: COTA 6 METROS)**

**PROPUESTA DE DRAGADO DE LOS SECTORES "BARRA NORTE, BAJO PAOLA Y CANAL DE CASCAJAL" EN EL RIO GUAYAS, PARA MEJORAR LAS CONDICIONES DE NAVEGABILIDAD AL ALCANZAR LOS 7,5 MTS DE PROFUNDIDAD CON BENEFICIO DE MAREA**

**CUADROS RESUMEN DE DATOS PARA EL DRAGADO**

**AREA DE DEPOSITO: ZONAS CERCANAS AL SECTOR DE DRAGADO**

	<b>CANAL DE CASCAJAL</b>	<b>BARRA NORTE</b>	<b>BAJO PAOLA COTA 6 M</b>	<b>TOTAL</b>
<b>VOLUMEN</b>	<b>72.638 M3</b>	<b>70.561 M3</b>	<b>265.498 M3</b>	<b>408.697</b>
<b>TIEMPO DE DRAGADO</b>	<b>7 DIAS</b>	<b>4 DIAS</b>	<b>15 DIAS</b>	<b>26 DIAS</b>
<b>COSTO ESTIMADO</b>				<b>1'634788,00</b>

Tabla 2.4.- Areas de depósito cercanas al sector de dragado

**AREA DE DEPOSITO: LA FOSA AL OESTE DE LA ISLA PUNA**

	<b>CANAL DE CASCAJAL</b>	<b>BARRA NORTE</b>	<b>BAJO PAOLA COTA 6 M</b>	<b>TOTAL</b>
<b>VOLUMEN</b>	<b>72.638 M3</b>	<b>70.561 M3</b>	<b>265.498 M3</b>	<b>408.697</b>
<b>TIEMPO DE DRAGADO</b>	<b>8 DIAS</b>	<b>22 DIAS</b>	<b>93 DIAS</b>	<b>123 DIAS</b>
<b>COSTO ESTIMADO</b>				<b>2'452.182,00</b>

Tabla 2.5.- Areas de depósito cercanas al Oeste de la Isla Puná