
PUERTO MARITIMO DE GUAYAQUIL



FASE I - CAPITULO 4

Investigación del lecho superficial del Fondo Marino del Canal de Acceso

Realizado por:



Preparado para:



Guayaquil, Diciembre del 2011



TABLA DE CONTENIDO

4	INVESTIGACIÓN DEL LECHO SUPERFICIAL DEL FONDO MARINO DEL CANAL DE ACCESO.....	4-4
4.1	Introducción	4-4
4.2	Objetivos de la investigación	4-4
4.3	Análisis histórico.....	4-5
4.4	Metodología para el muestreo.....	4-12
4.5	Equipos empleados	4-12
4.5.1	G.P.S.....	4-12
4.5.2	Cámara Fotográfica	4-12
4.5.3	Draga Van Veen.....	4-13
4.5.4	Fundas	4-13
4.5.5	Equipo de Protección Personal.....	4-14
4.6	Recepción de las muestras en GQM.....	4-14
4.7	Método de Muestreo en Campo	4-14
4.8	Método de Muestreo en Laboratorio	4-20
4.9	Resultados de Laboratorio	4-22
4.10	Bibliografía.....	4-25
4.11	Anexos.....	4-26
4.11.1	Anexo A: Registros de cada una de las muestras	4-26
4.11.2	Anexo B: Reportes los ensayos de granulometría, límites de Atterberg, Hidrómetro y Gravedades específicas	4-27
4.11.3	Anexo C: Planos	4-28

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: Diciembre 2011	4-1



INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Resumen de sondeos de exploración de la campaña (Draga Manual)	4-19
Tabla 2 Resultados de los ensayos de laboratorio	4-24

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Sector canal de acceso Puerto Marítimo de Guayaquil	4-4
Figura 2. Boyas a lo largo del Canal de Acceso al Puerto Marítimo - Boya de Mar a la boya 40	4-6
Figura 3. Tipos de Sedimentos en el Canal de Acceso en el año 1986	4-8
Figura 4. Tipos de Sedimentos en el Canal de Acceso en el año 1998	4-9
Figura 5. Tipos de Sedimentos en el Canal de Acceso en el año 2002	4-10
Figura 6. Tipos de Sedimentos en el Canal de Acceso en el año 2008	4-11
Figura 7. Ubicación de los sondeos de exploración, Área Data Posorja	4-16
Figura 8. Ubicación de los sondeos de exploración, Área Posorja	4-17
Figura 9. Ubicación de los sondeos de exploración, Área Puerto Nuevo	4-18
Figura 10. Grafico de Mareas del Canal de Acceso (10, 11 y 13 de Octubre del 2011)	4-19
Figura 11. Tipos de Sedimentos en el Canal de Acceso en la actualidad (2011)	4-23

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: Diciembre 2011	4-2



INDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1. Equipo de Protección Personal	4-14
Fotografía 2. Ubicación del Punto con GPS	4-15
Fotografía 3. Colocación de la Draga Manual.....	4-15
Fotografía 4. Retiro de la Draga Manual.....	4-15
Fotografía 5. Retiro de la Draga Manual.....	4-15
Fotografía 6 y Fotografía 7. Toma de Muestras del canal	4-16
Fotografía 8. Muestreo.....	4-21
Fotografía 9. Muestreo.....	4-21
Fotografía 10. Lavado de muestra	4-21
Fotografía 11. Colocación de las muestras en el horno para obtener w (%)	4-21
Fotografía 12. Ensayo granulométrico	4-21
Fotografía 13. Peso de muestra retenida en un tamiz	4-21

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: Diciembre 2011	4-3

4 INVESTIGACIÓN DEL LECHO SUPERFICIAL DEL FONDO MARINO DEL CANAL DE ACCESO

4.1 Introducción

El Puerto Marítimo de Guayaquil se inauguró en febrero de 1958 y el canal de acceso al mismo (figura 1) fue diseñado para recibir naves de hasta 9.5 metros de calado, que para esa época era suficiente para la actividad marítima comercial. Durante su vida útil hasta la actualidad, el canal ha sido objeto de distintos estudios y proyectos de dragado para cumplir con el requerimiento del paso de las embarcaciones.

Figura 1. Sector canal de acceso Puerto Marítimo de Guayaquil



Fuente: Google Earth 2011

En la actualidad, debido al crecimiento del Comercio Marítimo Internacional es necesario aumentar la profundidad del Canal de Acceso al Puerto Marítimo de Guayaquil.

4.2 Objetivos de la investigación

El presente estudio tiene como objetivo presentar y analizar los resultados de la campaña de investigación del lecho superficial del fondo marino del proyecto “Estudios de Prefactibilidad para determinar el dragado a la profundidad de 11 m respecto al MLWS”, para disminuir las incertidumbres del tipo de sedimentos existentes del lecho superficial del canal en mención.

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: Diciembre 2011	4-4



4.3 Análisis histórico

El canal de acceso al Puerto Marítimo (figura 1), de 93 km de longitud y sobre el cual se han colocado 80 boyas (ver figura 2), ha sido un área de constante estudio a lo largo de los últimos 30 años.

En el año de 1986 el INOCAR realizó un estudio Hidro-sedimentológico donde caracterizó el tipo de sedimentos utilizando una draga manual en 10 estaciones diferentes del canal de acceso y ejecutó perforaciones entre las boyas 33 y 39 por ser las zonas más problemáticas para la navegación debido a los procesos de sedimentación en esa área (figura 2). Del análisis del laboratorio realizado para ese estudio se determinó que entre las boyas 12 a 30 existían sobre el fondo marino arenas con porcentajes considerables de conchas, mientras que en el área comprendida entre las boyas 37 y 62 existía la presencia de arcillas de consistencia blanda a muy blanda.

En los años 1998, 2002 y 2008 se realizaron estudios de impacto ambiental y un estudio de los tipos de sedimentos para los dragados del canal de acceso.

En el año 1998 cerca de la boya 17 se encontró material arenoso, mientras que a partir de la boya 33 hacia el interior del estero encontramos sedimentos limosos algunos de estos mezclados con arcilla.

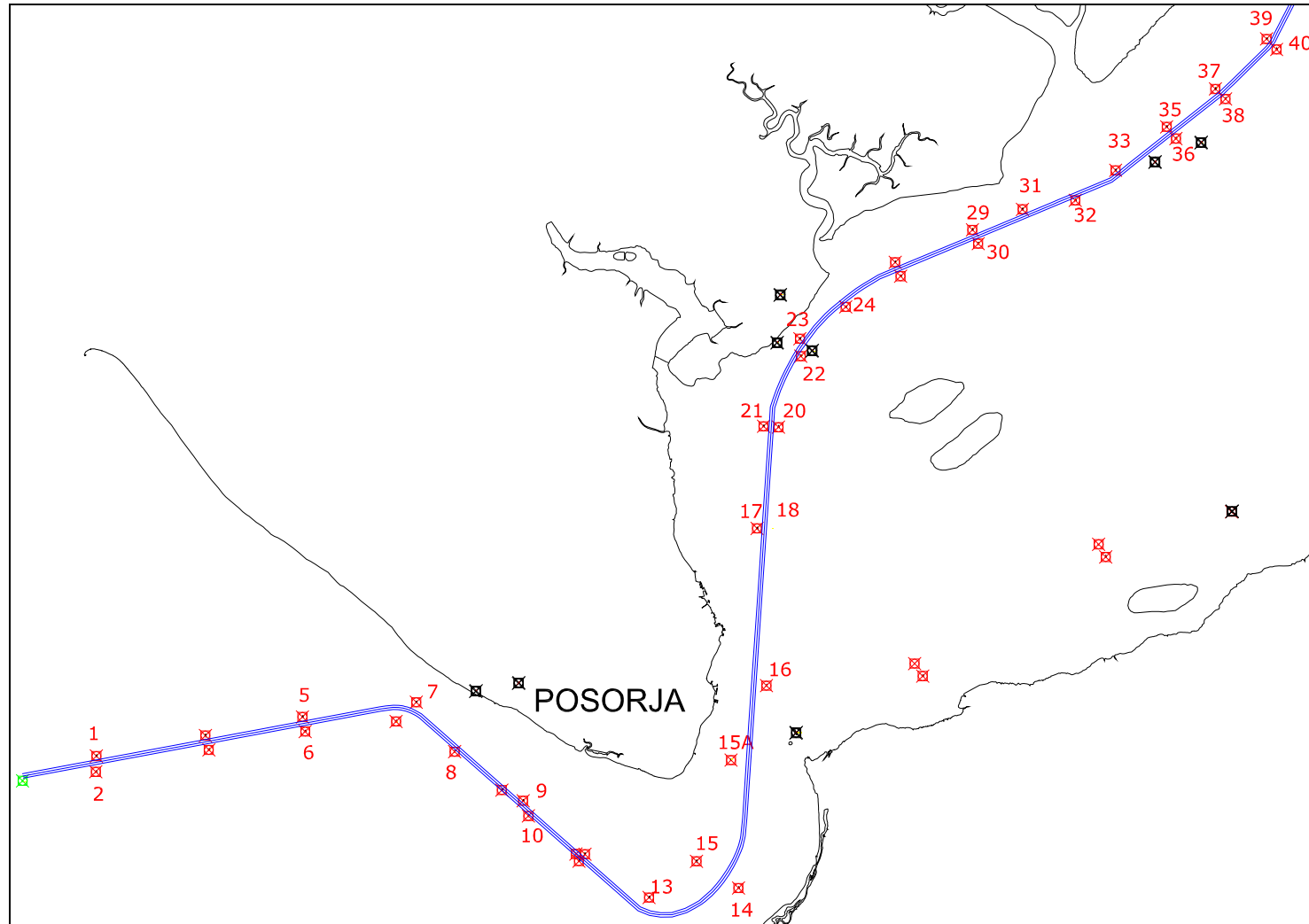
En el año 2002, cerca de la boya de mar hasta la boya 17 se encontraron arenas limosas. A partir de la boya 17 hasta la boya 33 se encontró material arenoso con bajo contenido de finos. A partir de la boya 33 predomina el sedimento limoso hasta la boya 72.

Para el año 2008, en la zona comprendida entre la boya de mar y la boya 17 encontramos sedimentos limosos de igual manera que de la boya 33 hacia el interior del estero. Entre la boya 17 y la boya 33 predominan los sedimentos arenosos con bajo contenido de finos.

De las figuras 3 a 6 se presentan mapas con la zonificación por tipo sedimentos en el canal de acceso del análisis histórico descrito anteriormente desde el año 1986 hasta el año 2008.

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: Diciembre 2011	4-5

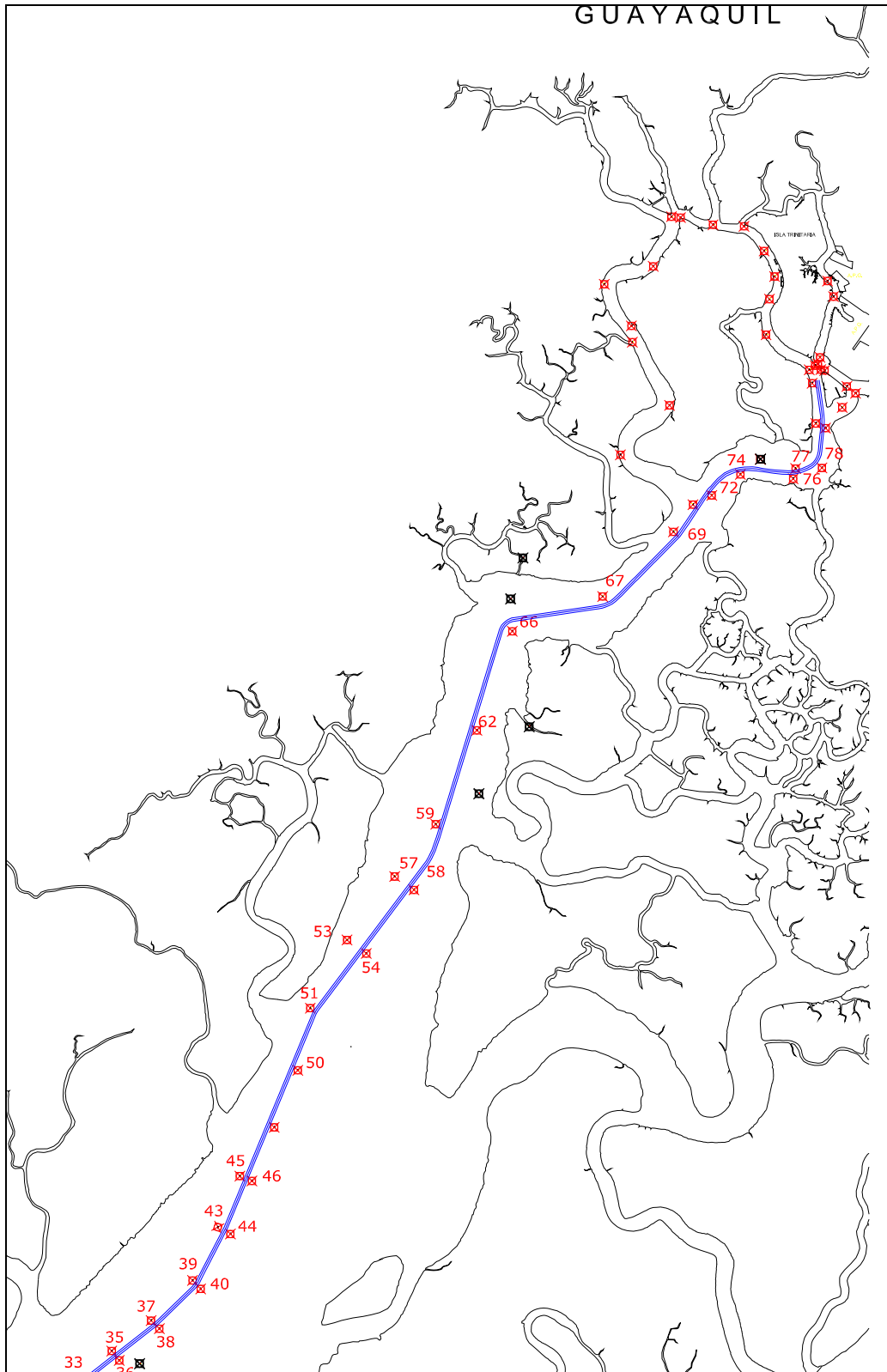
Figura 2. Boyas a lo largo del Canal de Acceso al Puerto Marítimo - Boya de Mar a la boya 40



Elaborado por: Equipo 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: 0	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Octubre 2011	4-6

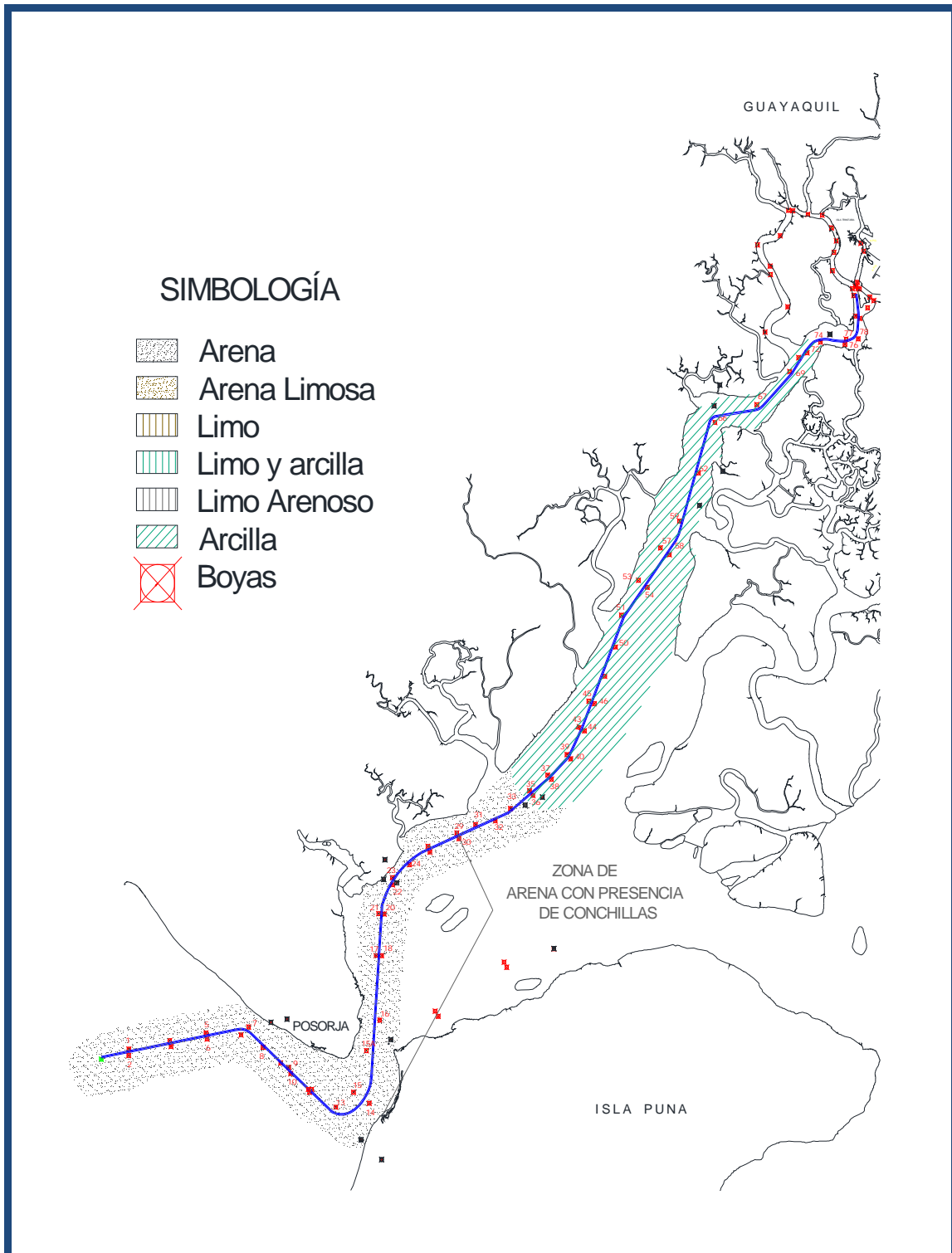
Figura 2a. Boyas a lo largo del Canal de Acceso al Puerto Marítimo - Boya 40 a la boya 80 (Continuación de la figura 2)



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: 0	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Octubre 2011	4-7

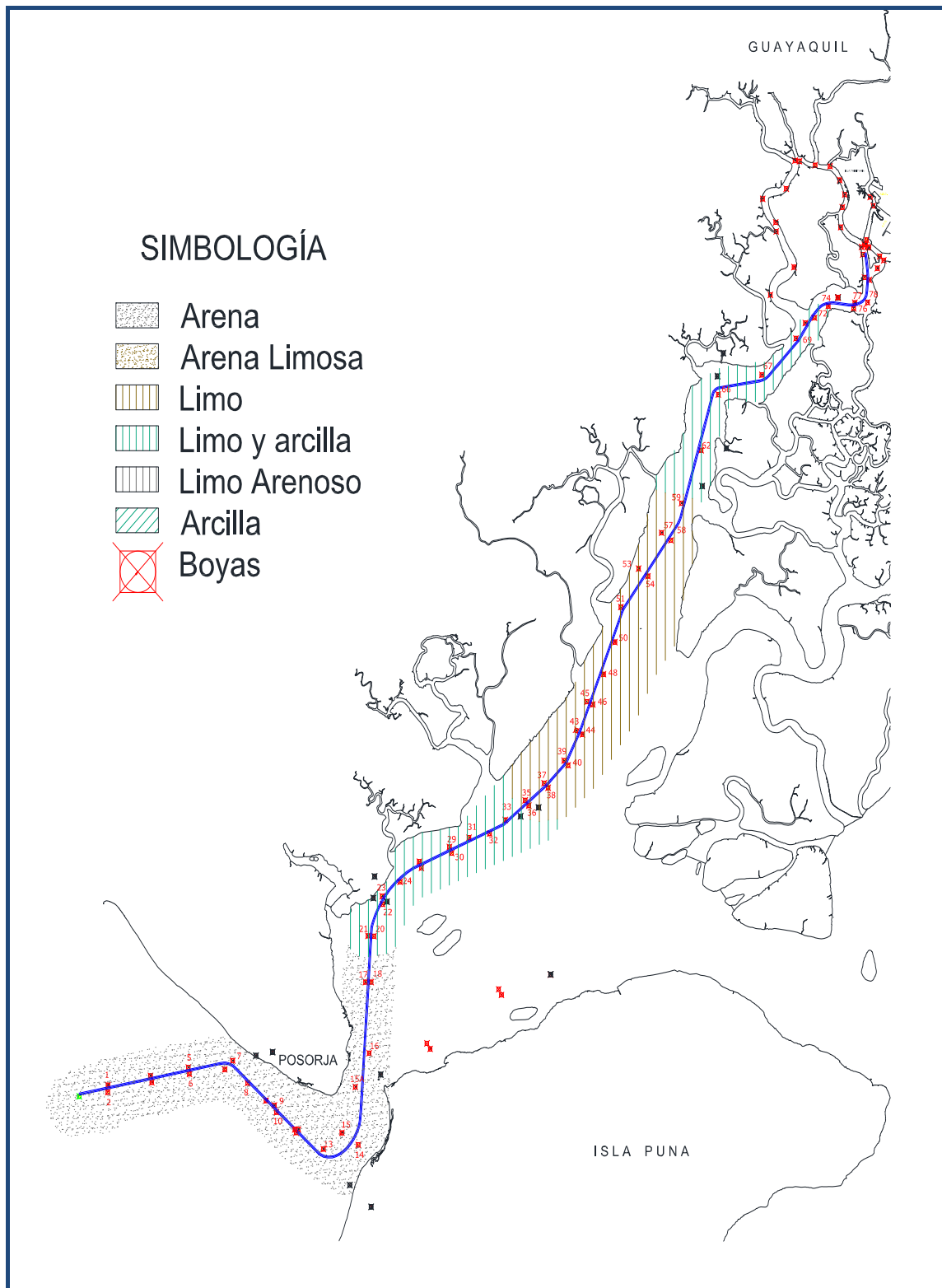
Figura 3. Tipos de Sedimentos en el Canal de Acceso en el año 1986



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: 0	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Octubre 2011	4-8

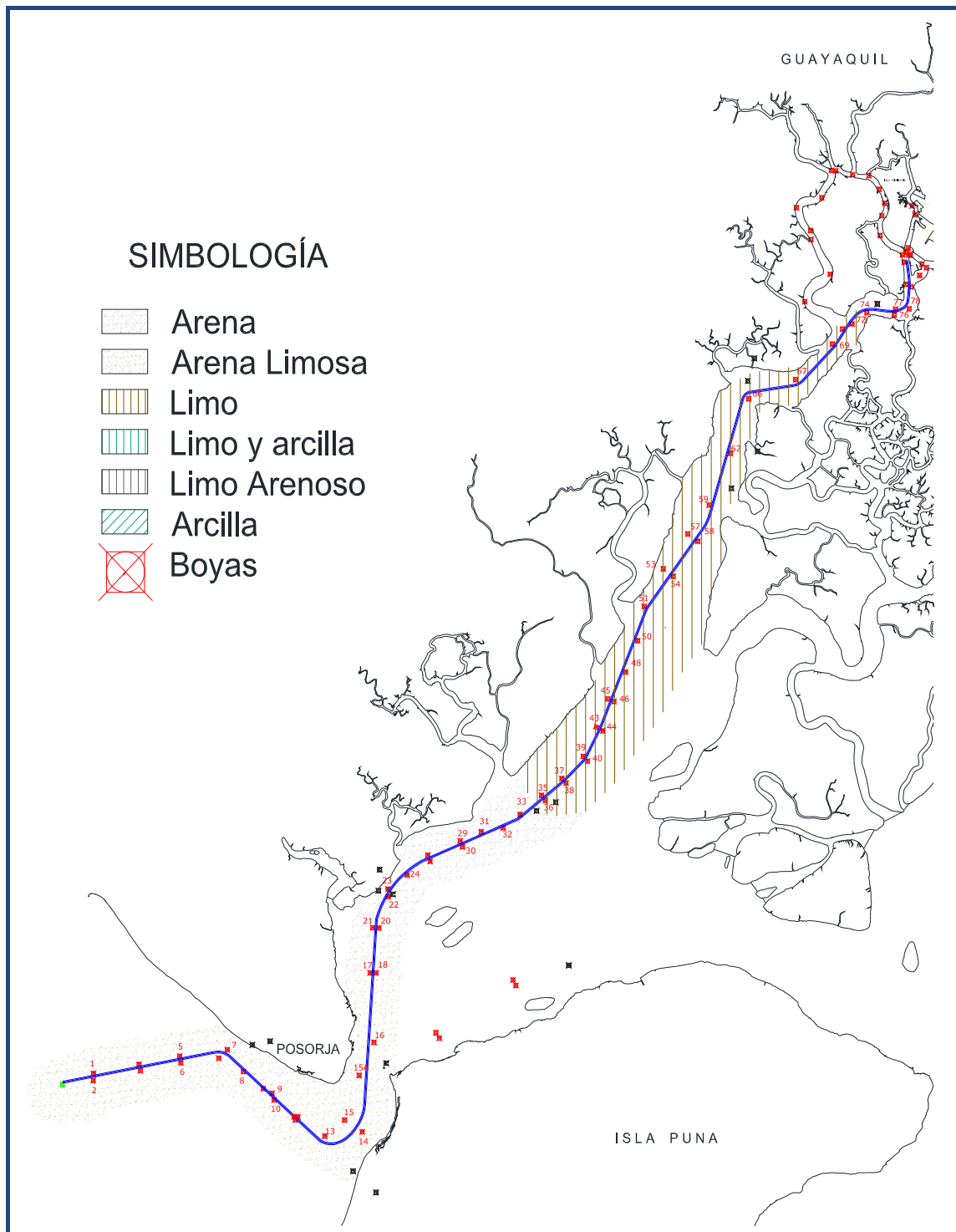
Figura 4. Tipos de Sedimentos en el Canal de Acceso en el año 1998



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: 0	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Octubre 2011	4-9

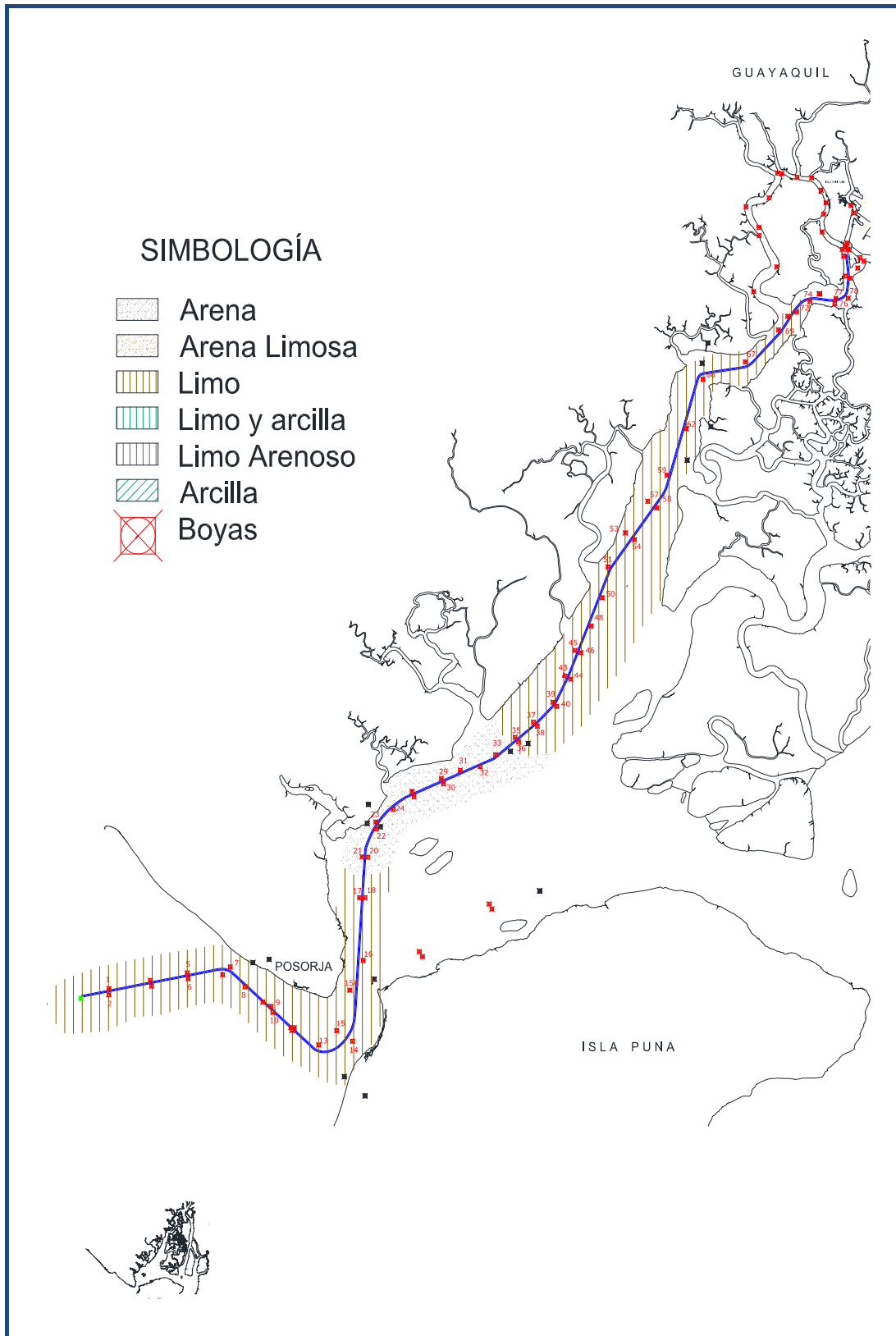
Figura 5. Tipos de Sedimentos en el Canal de Acceso en el año 2002



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: 0	Página
Asociación Geoestudios – Consultora	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Octubre 2011	4-10

Figura 6. Tipos de Sedimentos en el Canal de Acceso en el año 2008



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: 0	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Octubre 2011	4-11

4.4 Metodología para el muestreo

El muestreo es un procedimiento definido por el cual se toma parte de una sustancia, un material o un producto para proveer una muestra representativa de total, para el ensayo. El muestreo también puede ser requerido por la especificación pertinente según la cual se ensayara la sustancia, el material o producto. En algunos casos la muestra no puede ser representativa sino determinada por su disponibilidad.

El objetivo del muestreo es recolectar una parte representativa de una sustancia, un material o un producto, que sea lo suficientemente pequeña para ser transportada y lo suficientemente grande para propósitos analíticos. Este objetivo implica que las proporciones relativas o las concentraciones de todos los componentes pertenecientes, serán iguales tanto en la muestra como en la sustancia, material o producto que este siendo muestreado.

La responsabilidad de las condiciones de la muestra depende del muestreador y de los analistas, pues la validez de los resultados de los diferentes ensayos depende entre otros de un buen muestreo, de una correcta preservación, de un adecuado transporte y de un correcto análisis

4.5 Equipos empleados

4.5.1 G.P.S.

El G.P.S. (Global Positioning System) Este equipo se lo utiliza para ubicar un punto geográficamente por medio de coordenadas, que en este caso son reportadas en coordenadas UTM (Universal Transversa Mercator).



4.5.2 Cámara Fotográfica

Este equipo fue empleado para registrar gráficamente los puntos de muestreos, y las situaciones especiales del mismo.

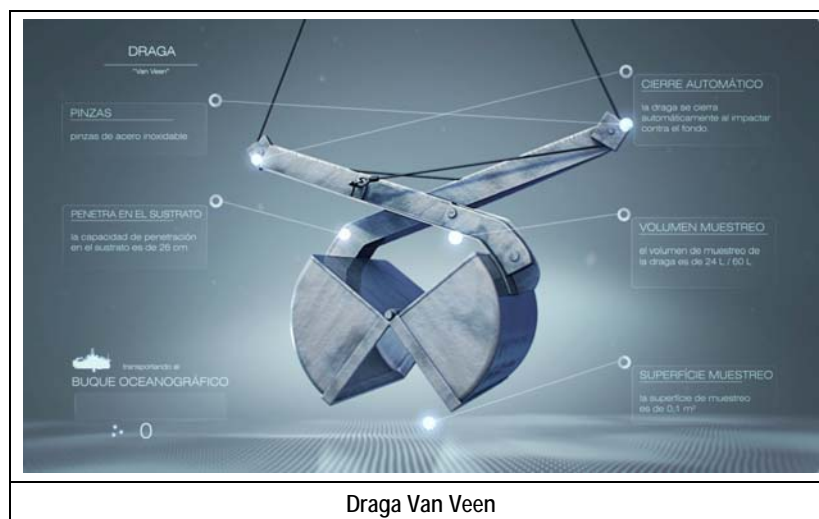
Autoridad Portuaria de Guayaquil	Contrato: Estudios de Prefactibilidad, Factibilidad y de Diseño para Determinar el Dragado a la Profundidad de 11m. respecto al MLWS.	Revisión: 0	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Octubre 2011	4-12



Cámara Canon A470

4.5.3 Draga Van Veen

La draga Van Veen es un muestreador de sedimento del fondo desde embarcación, el modelo de empleado fue el de gran capacidad (0,2 m²) dispone de dos tapas. Mediante la apertura de las tapas es posible extraer una o más muestras para comprobar la estratificación del sedimento este se cierra automáticamente al chocar contra el fondo. La parte superior está equipada con agujeros de drenaje para permitir la evacuación de agua y evita disturbar el fondo.



Draga Van Veen

4.5.4 Fundas

Para el almacenamiento de las muestras de sedimento tomadas, se emplearon fundas ziploc, estas poseen doble cierre y espesores que asegura que el material almacenado en él no se escape ni se filtre.

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: 0	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Octubre 2011	4-13

4.5.5 Equipo de Protección Personal

Para la recolección de muestras en el canal de acceso se emplearon principalmente como equipos de protección personal (EPP) chalecos salvavidas reflectivos y botas punta de acero, debido a que esta actividad se la va a desarrollar en un cuerpo de agua.



Fotografía 1. Equipo de Protección Personal

4.6 Recepción de las muestras en GQM

En la recepción de la muestra se constata que se cumpla los requisitos mínimos de los cuales depende la calidad de los resultados. Se verifica si el recipiente es adecuado para contener la muestra de acuerdo al tipo de ensayo a realizar, si el volumen de la muestra es suficiente, para la realización de las pruebas, se verifica si a la muestra se le han realizado procedimientos de preservación previos de acuerdo a lo reportado por el muestrador. De igual forma se revisa que el transporte de la muestra se haya realizado en condiciones óptimas y en el tiempo requerido.

4.7 Método de Muestreo en Campo

En una embarcación debidamente equipada y adecuada para la realización de esta actividad y con los equipos anteriormente descritos se procedió a realizar la toma de muestras.

Previa a la obtención de muestras se seleccionaron los puntos donde se realizaría el muestreo, los cuales fueron georeferenciados. Una vez dentro de la embarcación se localizan los puntos con el GPS para realizar la toma de muestras, una vez que se encuentran en las coordenadas donde se desarrollará el muestreo se lanza la draga en el cuerpo de agua, cuando este llega al fondo automáticamente la draga se cierra y recolecta el sedimentos marinos superficiales (0 a 0.25 m de profundidad), luego esta es llevada a la superficie y se procede a recolectar la muestra de sedimentos.

La campaña de exploración consistió en la obtención de muestras directas del fondo marino mediante la técnica de la Draga Van Veen, la cual es una técnica rápida y eficiente desde el punto de vista del tiempo de muestreo. Se utiliza frecuentemente en

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: 0	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Octubre 2011	4-14

el estudio de suelos de obras de dragado, cuando los suelos (sedimentos bajo el agua) son relativamente blandos. Esta técnica funciona mejor en sedimentos no consolidados, saturados y heterogéneos. Es eficiente para ubicar, clasificar y muestrear materiales granulares y suelos blandos, y así mismo para indicar las zonas donde la dureza del material produce el rechazo de muestreador indicando con esto el techo del material duro.

Por otra parte, las muestras obtenidas con este método no permiten determinar las características geomecánicas del material *in situ*, ni tampoco obtener muestras de suelos rocosos, cohesivos o duros; tan solo nos permite muestrear y clasificar el material.

El equipo que se usó en el proceso del dragado manual es una draga metálica que consiste en una caja metálica abierta en su parte inferior mediante una compuerta que permite el ingreso de suelo. Cuando la draga manual toca el fondo del lecho marino esta recoge material superficial y una vez llena comienza el proceso de ascenso de la draga. Una vez en la superficie se abre las compuertas y se recoge el material recolectado para ser colocados en fundas de polietileno para su posterior análisis.

La obtención de la muestra demanda un par de minutos y el tiempo total necesario para realizar la operación incluyendo el descenso de la draga, la toma de la muestra, y la recuperación del material puede llevar del orden de los 10 minutos por sondeo.



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: 0	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Octubre 2011	4-15

Una vez tomadas las muestras se las identificó, previamente las fundas de muestreo fueron identificadas con marcadores de tinta permanente.

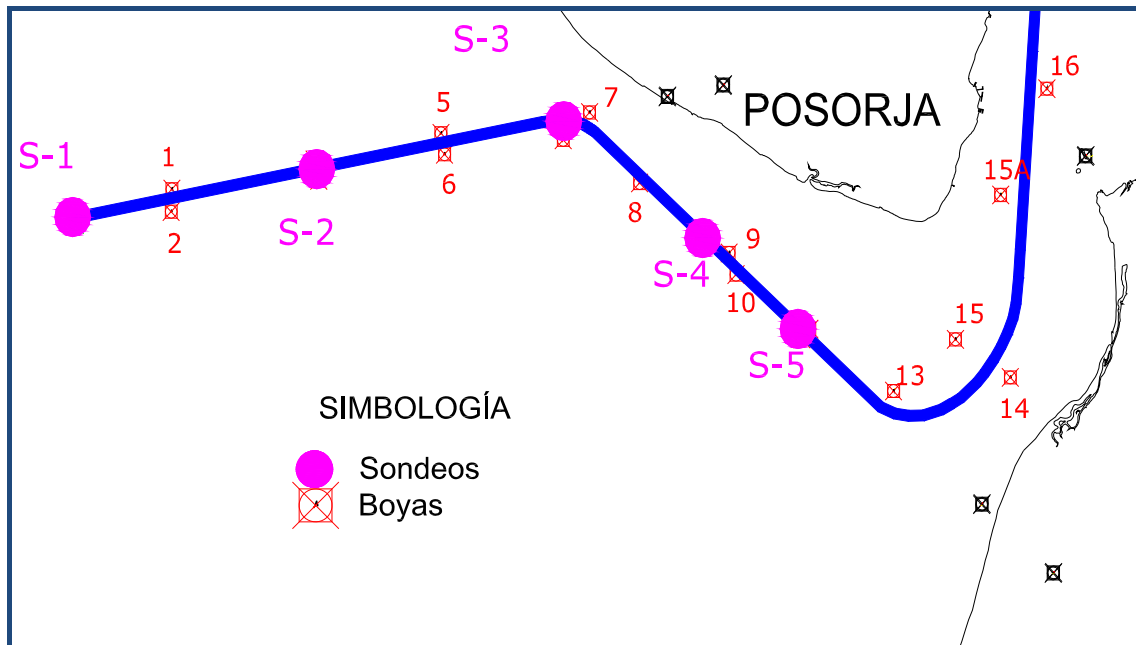


Fotografía 6 y Fotografía 7. Toma de Muestras del canal

Las condiciones del subsuelo del fondo marino del canal de acceso al puerto marítimo de Guayaquil fueron caracterizadas mediante la toma de 30 muestras. En la figura 7, 8 y 9 se muestran la ubicación de los sondeos realizados.

Los sondeos 1, 2, 3, 4 y 5 están ubicados en la zona “Data Posorja” que se encuentra referenciado desde la boya de Mar a la boya 15 A.

Figura 7. Ubicación de los sondeos de exploración, Área Data Posorja

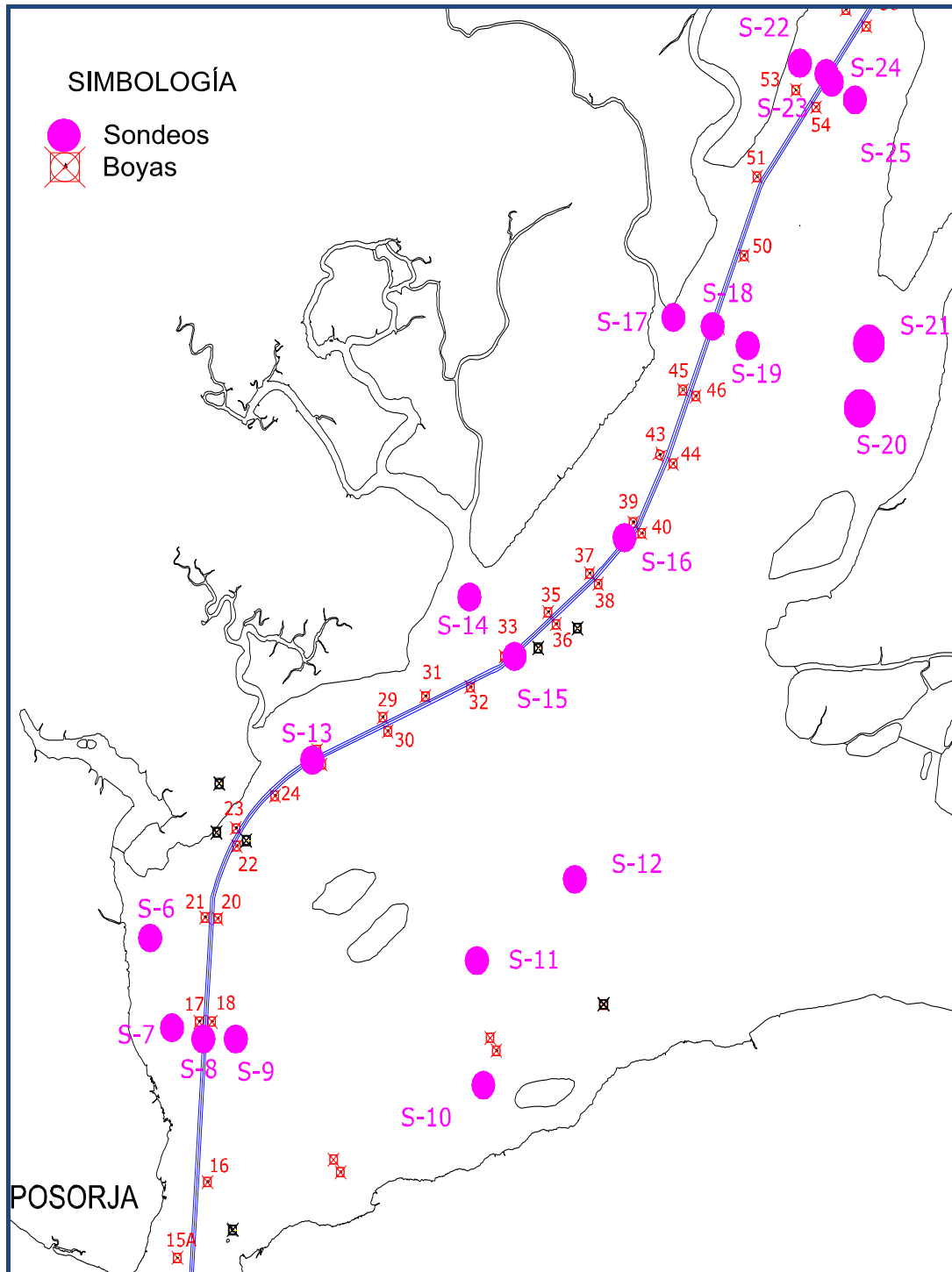


Elaborado por: Grupo Consultor

Los sondeos del 6 al 21, comprendidos de la boya 15a hasta la boya 53, están ubicados en la zona “Posorja”, como se muestra en la figura 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: 0	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Octubre 2011	4-16

Figura 8. Ubicación de los sondeos de exploración, Área Posorja

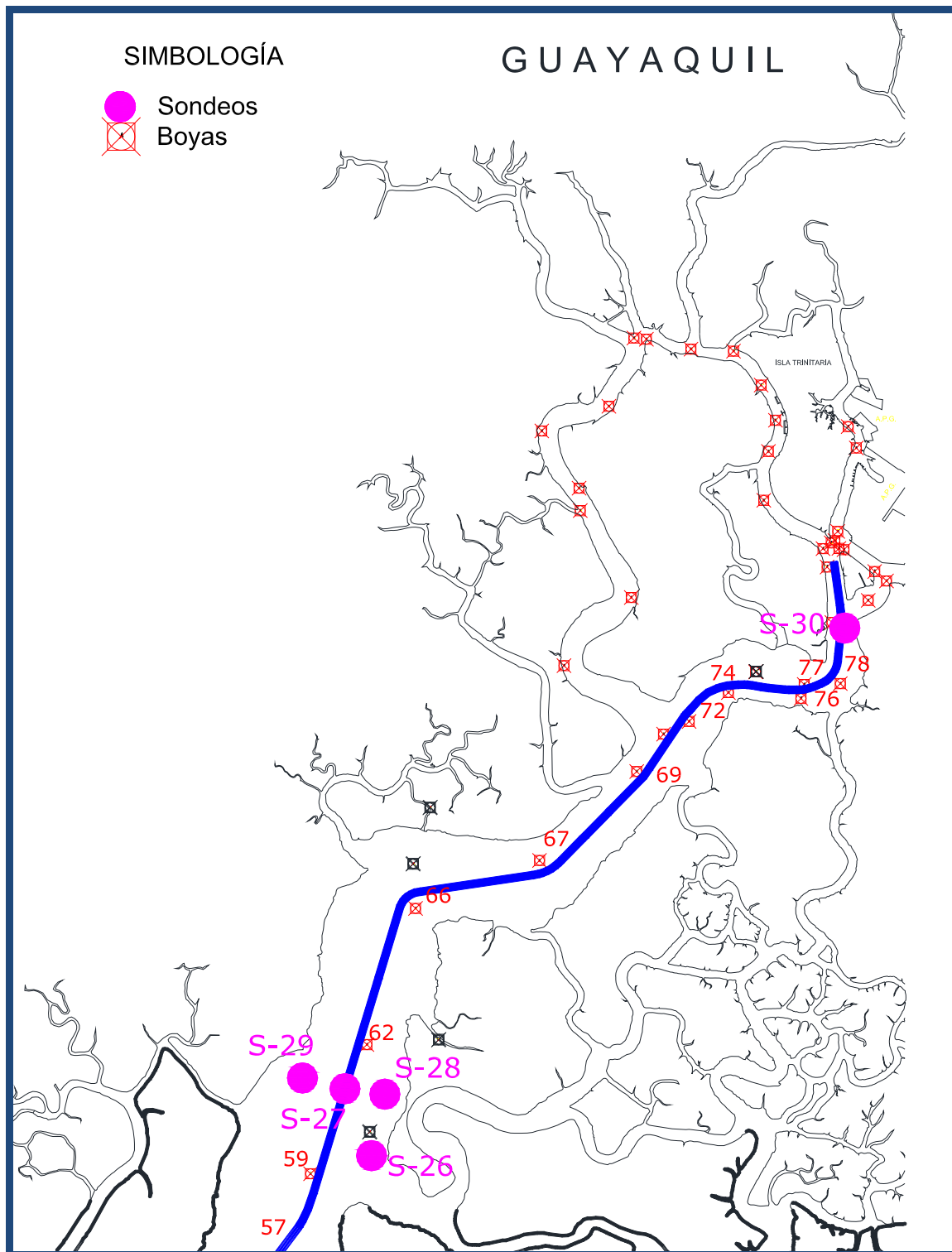


Elaborado por: Grupo Consultor

Finalmente la zona “Puerto Nuevo” en Guayaquil, se encuentra delimitada por las boyas 53 y 80, en donde se ubicaron los sondeos del 22 al 30 (figura 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: 0	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Octubre 2011	4-17

Figura 9. Ubicación de los sondeos de exploración, Área Puerto Nuevo



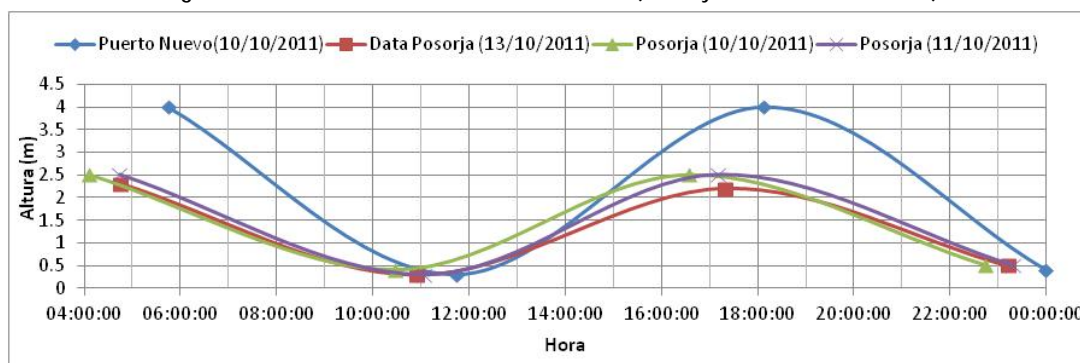
Elaborado por: Grupo Consultor

La toma de muestras se ejecutó desde el día 10 de Octubre del 2011 hasta el día 13 de Octubre del 2011. Durante este ciclo, el rango de la marea para el día de muestreo fue de 0.5 a 2.5 m en Posorja, 0.5 a 2.3 en Data Posorja y de 0.3 a 4 m en Puerto Nuevo, considerado el nivel de referencia MLWS o nivel medio de bajamares de Sicigias.

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: 0	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Octubre 2011	4-18

En las costas ecuatorianas se presentan mareas de tipo semidiurna. Esta se caracteriza por presentar dos pleamares y dos bajamares en algo más de 24 horas con pequeñas desigualdades diurnas, como se muestra en la figura 10 para cada una de las zonas antes mencionadas.

Figura 10. Grafico de Mareas del Canal de Acceso (10, 11 y 13 de Octubre del 2011)



Fuente: Tabla de mareas INOCAR

De la figura 10 se obtuvieron la altura de mareas para cada una de las muestras seleccionadas para este estudio, como se puede apreciar en la tabla 1, en donde se incluyen las coordenadas, fecha, hora, elevación Batimétrica y altura de marea para cada sondeo.

Tabla 1. Resumen de sondeos de exploracion de la campaña (Draga Manual)

Puntos	fecha	hora	coordenadas de muestreo		Elevación Batimétrica MLWS	Altura de Marea
			Este	Sur		
s1	10/13/2011	10h20	564999	9696806	10.9	0.3
s2	10/13/2011	11h00	570142	9697724	10.2	0.3
s3	10/13/2011	11h15	575348	9698646	11.9	0.4
s4	10/13/2011	11h37	578270	9696404	9.8	0.4
s5	10/13/2011	12h15	580280	9694663	12.8	0.5
s6	10/11/2011	11H30	583669	9705799	4.6	0.3
s7	10/11/2011	11H45	584378	9703394	11.1	0.4
s8	10/11/2011	11H55	585388	9703095	18.3	0.4
s9	10/11/2011	12H00	586438	9703095	14	0.4
s10	10/11/2011	12H50	594443	9701858	7.6	0.7
s11	10/11/2011	13H15	594234	9705194	11	0.9
s12	10/11/2011	13H30	597398	9707374	1.5	1.1
s13	10/11/2011	14H00	588912	9710567	12.7	1.3
s14	10/11/2011	14H20	593990	9714935	4.4	1.4
s15	10/10/2011	13h42	595450	9713346	14.1	1.6
s16	10/10/2011	12h48	599003	9716530	9.7	1.1
s17	10/10/2011	11h18	600582	9722425	4.5	0.5
s18	10/10/2011	11h29	601850	9722189	8.5	0.6

Puntos	fecha	hora	coordenadas de muestreo		Elevación Batimétrica MLWS	Altura de Marea
			Este	Sur		
s19	10/10/2011	11h39	602984	9721669	7	0.6
s20	10/10/2011	11h55	606611	9719992	3	0.5
s21	10/10/2011	12h09	606902	9721726	3.1	0.7
s22	10/10/2011	10h52	604671	9729238	8.6	0.4
s23	10/10/2011	10h40	605531	9728962	9.7	0.5
s24	10/10/2011	10h32	605699	9728786	8.8	0.6
s25	10/10/2011	10h21	606454	9728257	6.2	0.6
s26	10/10/2011	09h58	609073	9732907	2.4	0.8
s27	10/10/2011	09h24	608413	9734562	10.1	1.1
s28	10/10/2011	09h10	609403	9734427	1.6	1.4
s29	10/10/2011	09h40	607360	9734829	7.5	1
s30	10/10/2011	08h25	620808	9745959	14	1.8

	Zona Data Posorja
	Zona Posorja
	Zona Guayaquil

Nota: Los datos de las alturas de marea fueron estimadas del documento "Tablas de Marea, INOCAR".

4.8 Método de Muestreo en Laboratorio



Las muestras (30) fueron entregadas al laboratorio para ser examinadas y analizadas, para de esta manera clasificarlas y determinar el tipo de sedimentos a lo largo del canal. Se ejecutaron 30 ensayos de contenido de humedad, 30 granulometrías (análisis con tamices) y 20 Límites de Atterberg y 5 Análisis hidrométricos. Los ensayos fueron realizados basados en las normas ASTM con los siguientes procedimientos:

- ✓ D1140-00(2006) Standard Test Methods for Amount of Material in Soils Finer than No. 200 (75- μ m) Sieve
- ✓ D4318-05 Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils
- ✓ D2487-06 Standard Practice for Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System)
- ✓ D420-98(2003) Standard Guide to Site Characterization for Engineering, Design, and Construction Purposes
- ✓ D5434-03 Standard Guide for Field Logging of Subsurface Explorations of Soil and Rock

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: 0	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Octubre 2011	4-20

✓ D422-63(1998) Standard Test Method for Particle-Size Analysis of Soils

A continuación se muestra el proceso de muestreo y ensayos que se llevó a cabo en el laboratorio. Los registros de cada una de las muestras se encuentran reportados en el anexo A. En el anexo B, se incluyen los reportes los ensayos de granulometría y límites de atterberg de las muestras.

	
<p>Fotografía 8. Muestreo</p>	<p>Fotografía 9. Muestreo</p>
	
<p>Fotografía 10. Lavado de muestra</p>	<p>Fotografía 11. Colocación de las muestras en el horno para obtener w (%)</p>
	
<p>Fotografía 12. Ensayo granulométrico</p>	<p>Fotografía 13. Peso de muestra retenida en un tamiz</p>



4.9 Resultados de Laboratorio

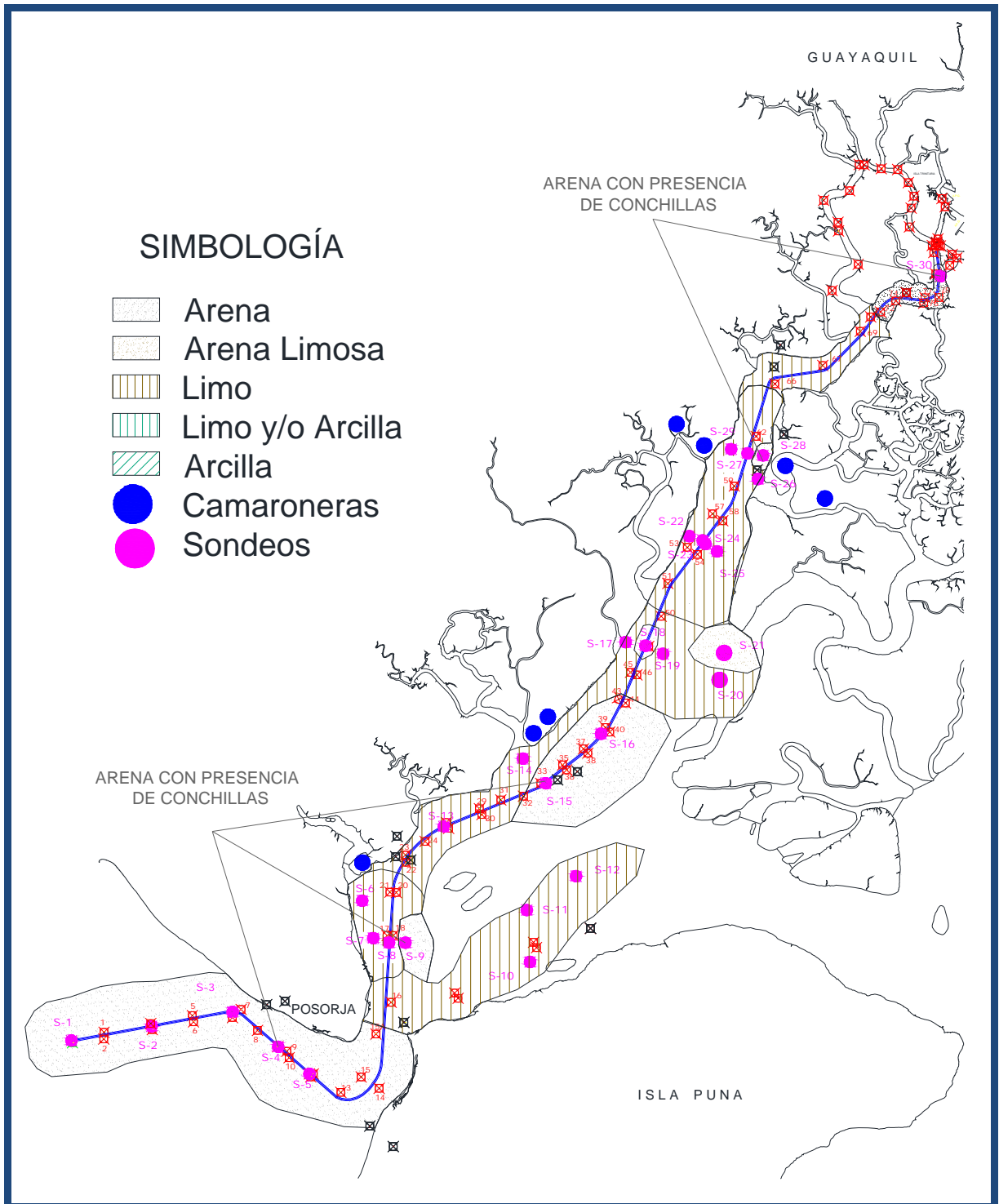
De los análisis de laboratorio realizados se pudo identificar varias zonas de acuerdo al tipo sedimentos.

Del sondeo 1 al sondeo 5, es decir en la zona de la boya de mar hasta la 15 A, tenemos arenas mal graduadas como lo observado en el año 1986, 1998 y 2002. A pesar de que en el 2008 en esta zona se registran limos se cree que debido a la velocidad del agua en esta zona estos ya fueron removidos, razón por la cual se vuelve a observar partículas de arena en la fecha actual.

Debido al estrechamiento frente a la localidad de Posorja y la isla Puná de la boya 15 a la boya 62 se depositan los materiales finos debido a la disminución de la velocidad luego de pasar por el estrecho, al encuentro de agua dulce con el agua salada en la marea del flujo lo que facilita que se floculen las partículas de limo-arcilla, y la presencia de flujo y reflujos. Sin embargo se presentan pequeños bancos de arena en la zona del sondeo 15 y 16 (boyas entre la 32 y 44) y además de la zona cercana a los sondeos 9, 18 y 21, donde es la parte central del canal, cuya velocidad de circulación es mayor y por ello se justifica la presencia de material arenoso. A partir de la boya 45 como se ha venido observando en los diferentes estudios realizados en el canal, predominan las partículas finas, debido a la lenta circulación del agua por la presencia de los esteros en la zona sur de Guayaquil. En la figura 11 donde se ilustra los tipos de materiales encontrados en los sondeos a lo largo del canal de acceso anteriormente detallados.

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: 0	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Octubre 2011	4-22

Figura 11. Tipos de Sedimentos en el Canal de Acceso en la actualidad (2011)



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: 0	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Octubre 2011	4-23

Tabla 2 Resultados de los ensayos de laboratorio

Sondeo	SUCS	W %	IP	%limo - %arcilla
S1	SP	27.27	NP	---
S2	SP	29.82	NP	---
S3	SP	22.20	NP	---
S4	SP-SM	12.68	NP	---
S5	SP	28.86	NP	---
S6	CH	149.16	58	muestra no ensayada*
S7	CH	156.34	47	58.26 - 28.59
S8	CH	104.28	48	muestra no ensayada*
S9	CH	43.27	NP	---
S10	CH	194.48	52	muestra no ensayada*
S11	CH	170.36	54	muestra no ensayada*
S12	CH	166.03	57	muestra no ensayada*
S13	CH	133.99	27	muestra no ensayada*
S14	CH	143.06	48	muestra no ensayada*
S15	SP	25.25	NP	---
S16	SP	28.28	NP	---
S17	CH	147.85	33	muestra no ensayada*
S18	SM	91.69	19	---
S19	CH	170.60	53	muestra no ensayada*
S20	CH	131.89	37	muestra no ensayada*
S21	SM	60.72	NP	---
S22	CH	123.87	57	muestra no ensayada*
S23	CH	167.68	53	58.32 - 24.71
S24	CH	179.98	57	muestra no ensayada*
S25	CH	144.36	57	66.31 - 31.92
S26	CH	158.19	57	66.51 - 32.01
S27	CH	143.69	55	64.91 - 27.80
S28	SM	109.38	21	---
S29	CH	116.95	54	muestra no ensayada*
S30	SP-SM	50.45	NP	---

* Solo se determinó el porcentaje de limos y arcillas en sondeos representativos de acuerdo a la distribución en planta, por lo cual estas muestras no fueron ensayadas.



4.10 Bibliografía

- Autoridad Portuaria de Guayaquil, Anuario, 2008
- Cartas Náuticas, IOA 1070, IOA 1071
- Derrotero de las Costas Continentales e Insulares de la República del Ecuador, INOCAR, 2005
- Estadísticas Portuarias APG 2011
- Estudios Hidrográficos, Oceanográficos y Geológicos para resolver los problemas de sedimentación en el Canal de Acceso al Puerto Marítimo de Guayaquil y en el área de la Esclusa (Río Guayas – Estero Cobina). INOCAR 1984
- Estudio de Impacto Ambiental para el Dragado del Canal de Acceso a Puerto Marítimo de Guayaquil, INOCAR 1998
- Estudios de Ingeniería para el Dragado y Plan de Manejo Ambiental del Área de los Goles en el Canal de Acceso a Puerto Marítimo, GEOESTUDIOS – APG, 2011
- PIANC- Waterborne transport, Navigation, Ports, Waterways, 2009
- Puerto Nuevo, Julio Estrada Icaza, 1999
- Recomendaciones de Obras Portuarias, Normas ROM 3.1 – 99, 1999
- SHORE PROTECTION MANUAL. Cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos, 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: 0	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Octubre 2011	4-25



4.11 Anexos

4.11.1 Anexo A: Registros de cada una de las muestras

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: 0	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Octubre 2011	4-26



4.11.2 Anexo B: Reportes los ensayos de granulometría, límites de Atterberg, Hidrómetro y Gravedades específicas

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: 0	Página
Asociación Geoestudios – Consusua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Octubre 2011	4-27



4.11.3 Anexo C: Planos

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: 0	Página
Asociación Geoestudios – Consulsua	Contrato No. 41 – 2011	Fecha: Octubre 2011	4-28