

## Tabla de Contenido

<b>6.A</b>	<b>Línea Base Física .....</b>	<b>6-1</b>
6.1	Criterios Metodológicos .....	6-1
6.2	Clima .....	6-1
6.2.1	Metodología de la caracterización de clima.....	6-1
6.2.2	Resultados de la caracterización de clima .....	6-3
6.2.3	Conclusiones.....	6-10
6.3	Geología.....	6-10
6.3.1	Metodología de la Caracterización Geológica .....	6-10
6.3.2	Estratigrafía.....	6-12
6.3.3	Hidrogeología.....	6-14
6.4	Geomorfología.....	6-15
6.4.1	Introducción.....	6-15
6.4.2	Metodología de la Caracterización Geomorfológica.....	6-15
6.4.3	Sistema de Clasificación Geomorfológica .....	6-16
6.4.4	Paisajes Geomorfológicos .....	6-17
6.4.5	Estabilidad Geomorfológica .....	6-18
6.5	Batimetría .....	6-19
6.6	Oceanografía.....	6-20
6.6.1	Estudio de Corrientes Marinas.....	6-21
6.6.2	Olas.....	6-22
6.6.3	Estudio de Mareas .....	6-23
6.7	Suelos.....	6-23
6.7.1	Metodología de Caracterización de Suelos .....	6-23
6.7.2	Análisis de Resultados.....	6-27
6.8	Geotecnia .....	6-54
6.8.1	Análisis Geotécnico.....	6-55
6.9	Calidad de Agua .....	6-56
6.9.1	Puntos de Muestreo .....	6-57
6.9.2	Uso del Recurso Agua .....	6-61
6.10	Sedimentos.....	6-104
6.10.1	Puntos de Muestreo .....	6-105
6.10.2	Parámetros Analizados.....	6-109
6.10.3	Análisis de Resultados.....	6-109
6.10.4	Conclusiones.....	6-131
6.11	Calidad del Aire .....	6-131
6.11.1	Metodología de Caracterización .....	6-131
6.11.2	Puntos de Monitoreo .....	6-133
6.11.3	Parámetros analizados .....	6-134
6.11.4	Análisis de Resultados.....	6-134
6.11.5	Conclusiones.....	6-135
6.12	Ruido .....	6-135
6.12.1	Metodología de Caracterización .....	6-135
6.12.2	Sitios de Monitoreo .....	6-137
6.12.3	Análisis de Resultados.....	6-141

	6.12.4	Conclusiones.....	6-142
6.13		Paisaje Natural .....	6-142
	6.13.1	Metodología de caracterización del paisaje natural.....	6-143
	6.13.2	Resultados .....	6-144

## Tablas

<b>Tabla 6-1</b>	<b>Estación Meteorológica cercana al área del proyecto</b> .....	6-1
<b>Tabla 6-2</b>	<b>Caracterización Climatológica-Estación Guayaquil INOCAR (1981-2015)</b> .....	6-3
Tabla 6-3	Histograma de Precipitación de la Estación Meteorológica Guayaquil (1981-2015) .....	6-4
Tabla 6-4	Histograma de Temperatura de la Estación Meteorológica Guayaquil (1981-2015) .....	6-5
Tabla 6-5	Histograma de Humedad Relativa de la Estación Meteorológica Guayaquil (1981-2015).....	6-6
Tabla 6-6	Velocidad del Viento Estación Guayaquil (1981-2015) .....	6-9
Tabla 6-7	Distribución Porcentual de la Dirección del Viento Estación Guayaquil.....	6-9
<b>Tabla 6-8</b>	<b>Unidades Litológicas Permeables por Porosidad Intergranular y por fracturamiento</b> .....	6-14
Tabla 6-9	Unidades del Paisaje Geomorfológico.....	6-16
Tabla 6-10	Niveles del mar característicos de la zona .....	6-23
Tabla 6-11	Ubicación de Puntos Actuales para el Muestreo de Suelos .....	6-25
Tabla 6-12	Resumen de Ensayos de Clasificación de Muestras Actuales de Suelo ...	6-27
Tabla 6-13	Densidad por volumen de los Puntos Actuales del Muestreo de Suelos ...	6-28
Tabla 6-14	Parámetros analizados en las muestras actuales de suelo colectadas (Septiembre 2016) .....	6-29
Tabla 6-15	Resultados químicos de las muestras actuales de suelos (Septiembre 2016) .....	6-31
Tabla 6-16	Resumen de los Resultados Agronómicos actuales de Suelo .....	6-47
Tabla 6-17	Descripción de la zona geotécnica .....	6-55
Tabla 6-18	Definición de calidad y contaminación del ambiente acuático según la OMS6-57	
Tabla 6-19	Ubicación de Puntos Actuales para el Muestreo de Agua Superficial.....	6-59
Tabla 6-20	Ubicación de Puntos Históricos para el Muestreo de Agua Superficial.....	6-60
Tabla 6-21	Uso del Recurso Agua .....	6-61
Tabla 6-22	Puntos Actuales del Muestreo de Agua y Resultados de Muestreo In Situ	6-62
Tabla 6-23	Resultados Químicos de agua correspondientes al muestreo actual .....	6-63
Tabla 6-24	Puntos de Muestreo Actuales de Sedimentos .....	6-107
Tabla 6-25	Puntos de Monitoreo Históricos de Sedimentos .....	6-108
Tabla 6-26	Resultados de las Muestras de Sedimentos .....	6-111
Tabla 6-27	Descripción de Equipos Utilizados.....	6-131
Tabla 6-28	Métodos utilizados .....	6-132
Tabla 6-29	Puntos de Monitoreo de Calidad de Aire .....	6-133
Tabla 6-30	Listado de Parámetros Analizados durante el Muestreo de Calidad de Aire en el Área del Proyecto y sus Respetivos Límites Máximos Permisibles....	6-134
Tabla 6-31	Resultado de Monitoreo de Calidad de Aire .....	6-134
Tabla 6-32	Equipos Utilizados.....	6-135

Tabla 6-33	Ubicación de Puntos de Monitoreo .....	6-139
Tabla 6-34	Niveles de ruido medidos en horario diurno .....	6-141
Tabla 6-35	Niveles de ruido medidos en horario nocturno .....	6-141
Tabla 6-36	Valores de Ruido de Fondo .....	6-142
Tabla 6-37	Valoración Método de Carter .....	6-143
Tabla 6-38	Valoración del paisaje natural.....	6-144

## Figuras

Figura 6-1	Histograma de Precipitación de la Estación Meteorológica Guayaquil (1981-2015) .....	6-4
Figura 6-2	Histograma de Temperatura de la Estación Meteorológica Guayaquil (1981-2015) .....	6-5
Figura 6-3	Histograma de Humedad Relativa de la Estación Meteorológica Guayaquil (1981-2015).....	6-6
Figura 6-4	ETP Estación Guayaquil .....	6-7
Figura 6-5	Balance Hídrico.....	6-8
Figura 6-6	Diagrama Ombrotérmico.....	6-8
Figura 6-7	Velocidad del Viento Estación Guayaquil .....	6-9
Figura 6-8	Rosa de los Vientos Estación Guayaquil .....	6-10
Figura 6-9	Columna Crono - Estratigráfica por varios autores de la Cuenca Progreso desde 1990 (Modificado de Barba D., 2010) .....	6-11
Figura 6-10	Batimetría.....	6-19
Figura 6-11	Distribución de Temperatura Superficial del mar para la época seca .....	6-20
Figura 6-12	Distribución de Temperatura Superficial del mar para la época lluviosa....	6-21
Figura 6-13	Valores de pH Registrados en el muestreo actual .....	6-33
Figura 6-14	Valores de Conductividad registrados en el muestreo actual .....	6-34
Figura 6-15	Valores de Arsénico registrados en el muestreo actual .....	6-34
Figura 6-16	Valores de Azufre registrados en el muestreo actual.....	6-35
Figura 6-17	Valores de Bario registrados en el muestreo actual.....	6-35
Figura 6-18	Valores de Boro registrados en el muestreo actual.....	6-36
Figura 6-19	Valores de Cadmio registrados en el muestreo actual .....	6-37
Figura 6-20	Valores de Cianuro Libre registrados en el muestreo actual.....	6-37
Figura 6-21	Valores de Cobalto registrados en el muestreo actual .....	6-38
Figura 6-22	Valores de Cobre registrados en el muestreo actual.....	6-38
Figura 6-23	Valores de Cromo Hexavalente registrados en el muestreo actual .....	6-39
Figura 6-24	Valores de Cromo registrados en el muestreo actual.....	6-40
Figura 6-25	Valores de Estaño registrados en el muestreo actual .....	6-40
Figura 6-26	Valores de Mercurio registrados en el muestreo actual .....	6-41
Figura 6-27	Valores de Molibdeno registrados en el muestreo actual.....	6-41

Figura 6-28	Valores de Níquel registrados en el muestreo actual .....	6-42
Figura 6-29	Valores de Plomo registrados en el muestreo actual .....	6-43
Figura 6-30	Valores de Selenio registrados en el muestreo actual .....	6-43
Figura 6-31	Valores de Vanadio registrados en el muestreo actual .....	6-44
Figura 6-32	Valores de Zinc registrados en el muestreo actual.....	6-44
Figura 6-33	Valores de pH correspondientes al muestreo actual.....	6-65
Figura 6-34	Valores de Oxígeno Disuelto correspondientes al muestreo actual.....	6-66
Figura 6-35	Valores de Aluminio correspondientes al muestreo actual.....	6-67
Figura 6-36	Valores de Arsénico correspondientes al muestreo actual .....	6-67
Figura 6-37	Valores de Bario correspondientes al muestreo actual .....	6-68
Figura 6-38	Valores de Boro correspondiente al muestreo actual.....	6-69
Figura 6-39	Valores de Cadmio correspondiente al muestreo actual .....	6-69
Figura 6-40	Valores de Cadmio correspondiente al monitoreo histórico .....	6-73
Figura 6-41	Valore de Cianuro Total correspondiente al muestreo actual .....	6-74
Figura 6-42	Valores de Cobalto correspondiente al muestreo actual .....	6-74
Figura 6-43	Valores de Cobre correspondiente al muestreo actual.....	6-75
Figura 6-44	Valores de Cobre correspondiente al monitoreo histórico.....	6-78
Figura 6-45	Valores de Cromo correspondiente al muestreo actual.....	6-79
Figura 6-46	Valores de Hierro correspondiente al muestreo actual.....	6-80
Figura 6-47	Valores de Manganeso correspondiente al muestreo actual .....	6-81
Figura 6-48	Valores de Mercurio correspondiente al muestreo actual .....	6-82
Figura 6-49	Valores de Mercurio correspondiente al monitoreo histórico .....	6-85
Figura 6-50	Valores de Níquel correspondiente al muestreo actual .....	6-85
Figura 6-51	Valores de Níquel correspondiente al monitoreo histórico .....	6-89
Figura 6-52	Valores de Plata correspondiente al muestreo actual .....	6-89
Figura 6-53	Valores de Plomo correspondiente al muestreo actual .....	6-90
Figura 6-54	Valores de Plomo correspondiente al monitoreo histórico .....	6-94
Figura 6-55	Valores de Selenio correspondiente al muestreo actual .....	6-95
Figura 6-56	Valores de Cloro Residual correspondiente al muestreo actual.....	6-96
Figura 6-57	Valores de Aceites y Grasas correspondientes al muestreo actual .....	6-96
Figura 6-58	Valores de TPH correspondientes al muestreo actual .....	6-97
Figura 6-59	Valores de Tensoactivos correspondiente al muestreo actual .....	6-98
Figura 6-60	Valores de Nitrato correspondiente al muestreo actual.....	6-98
Figura 6-61	Valores de Nitrato correspondiente al monitoreo histórico.....	6-100
Figura 6-62	Valores de Zinc correspondientes al muestreo actual.....	6-101
Figura 6-63	Valores de Zinc correspondiente al monitoreo histórico.....	6-104
Figura 6-64	Valores de pH registrados en muestras de sedimentos .....	6-113
Figura 6-65	Valores de Conductividad registrados en muestras de sedimentos.....	6-114
Figura 6-66	Valores de Arsénico registrados en muestras de sedimentos .....	6-114
Figura 6-67	Valores de Azufre registradas en muestras de sedimentos .....	6-115

Figura 6-68	Valores de Bario registradas en muestras de sedimentos .....	6-115
Figura 6-69	Valores de Boro registradas en muestras de sedimentos .....	6-116
Figura 6-70	Valores de Cadmio registradas en las muestras de sedimentos .....	6-117
Figura 6-71	Valores de Cadmio registradas en las muestras históricas de sedimentos ...	6-117
Figura 6-72	Valores de Cadmio registradas en las muestras históricas de sedimentos ...	6-118
Figura 6-73	Valores de Cobalto registradas en las muestras de sedimentos .....	6-118
Figura 6-74	Valores de Cobre registradas en las muestras de sedimentos .....	6-119
Figura 6-75	Valores de Cobre registradas en las muestras históricas de sedimentos	6-119
Figura 6-76	Valores de Cobre registradas en las muestras históricas de sedimentos	6-120
Figura 6-77	Valores de Plomo registradas en las muestras de sedimentos.....	6-120
Figura 6-78	Valores de Plomo registradas en las muestras históricas de sedimentos	6-121
Figura 6-79	Valores de Plomo registradas en las muestras históricas de sedimentos	6-121
Figura 6-80	Valores de Vanadio registradas en las muestras de sedimentos.....	6-122
Figura 6-81	Valores de Zinc registradas en las muestras de sedimentos .....	6-122
Figura 6-82	Valores de Zinc registradas en las muestras históricas de sedimentos...	6-123
Figura 6-83	Valores de Zinc registradas en las muestras históricas de sedimentos...	6-124
Figura 6-84	Valores de Cromo registradas en las muestras de sedimentos .....	6-124
Figura 6-85	Valores de Cianuro registradas en las muestras de sedimentos .....	6-125
Figura 6-86	Valores de Estaño registradas en las muestras de sedimentos.....	6-125
Figura 6-87	Valores de Mercurio registradas en las muestras de sedimentos .....	6-126
Figura 6-88	Valores de Mercurio registradas en las muestras históricas de sedimentos..	6-127
Figura 6-89	Valores de Mercurio registradas en las muestras históricas de sedimentos..	6-127
Figura 6-90	Valores de Molibdeno registradas en las muestras de sedimentos .....	6-128
Figura 6-91	Valores de Níquel registradas en las muestras de sedimentos .....	6-128
Figura 6-92	Valores de Níquel registradas en las muestras históricas de sedimentos .....	6-129
Figura 6-93	Valores de Níquel registradas en las muestras históricas de sedimentos .....	6-129
Figura 6-94	Valores de Selenio registradas en las muestras de sedimentos.....	6-130
Figura 6-95	Valores de TPH registradas en las muestras de sedimentos.....	6-130

## 6.A Línea Base Física

Hirsch (1980) define al estudio de línea base o diagnóstico ambiental como una descripción de condiciones existentes en un punto en el tiempo, de modo que, mediante monitoreo, se pueda evaluar los subsecuentes cambios que se presentan por la ejecución de un proyecto.

Este capítulo ha sido desarrollado en concordancia con la estructura descrita en los términos de referencia descargados desde la plataforma web del SUIA del MAE. A continuación se describe la metodología para establecer el estado actual de los componentes físicos del área de estudio y los resultados obtenidos.

### 6.1 Criterios Metodológicos

El Diagnóstico Ambiental se ejecutó en dos etapas: (i) recopilación de la información especializada de las condiciones abióticas, de la zona de implantación del Proyecto y (ii) actualización y verificación de la información obtenida. En esta última se realizó un reconocimiento del área y la toma de muestras de agua, sedimentos y suelos para realizar la caracterización de línea base física del área del Proyecto.

En base a lo antes mencionado, en el presente capítulo se presenta la línea base física, misma que incluye la caracterización de (i) clima, (ii) geología, (iii) geomorfología, (iv) suelos, (v) geotecnia, (vi) calidad de agua, (vii) sedimentos, (viii) calidad de aire, (ix) ruido, (x) paisaje natural del área de emplazamiento de Proyecto.

### 6.2 Clima

#### 6.2.1 Metodología de la caracterización de clima

Para poder caracterizar adecuadamente el componente clima, es necesario identificar las estaciones climatológicas más próximas al área del Proyecto; ya que éstas arrojarán los datos más significativos del parámetro clima en el área del proyecto.

En el área del Proyecto existen estaciones públicas, las cuales se encuentran operadas por el Instituto Oceanográfico de la Armada (INOCAR).

A continuación se presenta la ubicación de la estación pública cercana al Proyecto:

**Tabla 6-1 Estación Meteorológica cercana al área del proyecto**

ESTACIÓN	Coordenadas UTM		Coordenadas Geográficas		OPERADOR	PERIODO	SERIE
	Datum WGS84		Datum WGS84				
	Este (m)	Norte (m)	Latitud	Longitud			
Guayaquil	624576	9757309	2° 11' 42,967" S	79° 52' 46,999" W	INOCAR	1981-2015	34 años

Fuente: INOCAR

Elaborado por: Cardno

Fecha de elaboración: septiembre 2016

Sistema de referencia: UTM WGS 84 17 Sur

Para la caracterización del clima regional del área de estudio, se analizaron los parámetros climáticos, que se evaluaron dentro del Estudio de Impacto Ambiental (EsIA) "Dragado Permanente del Canal de Acceso al Puerto Marítimo de Guayaquil Libertador Simón Bolívar, APG 2008; y los que se presentan

dentro de la página web del Instituto Oceanográfico de la Armada (INOCAR); los cuales se presentan a continuación:

- > Precipitación
- > Temperatura
- > Velocidad del Viento
- > Humedad Relativa
- > Evaporación Potencial
- > Balance hídrico

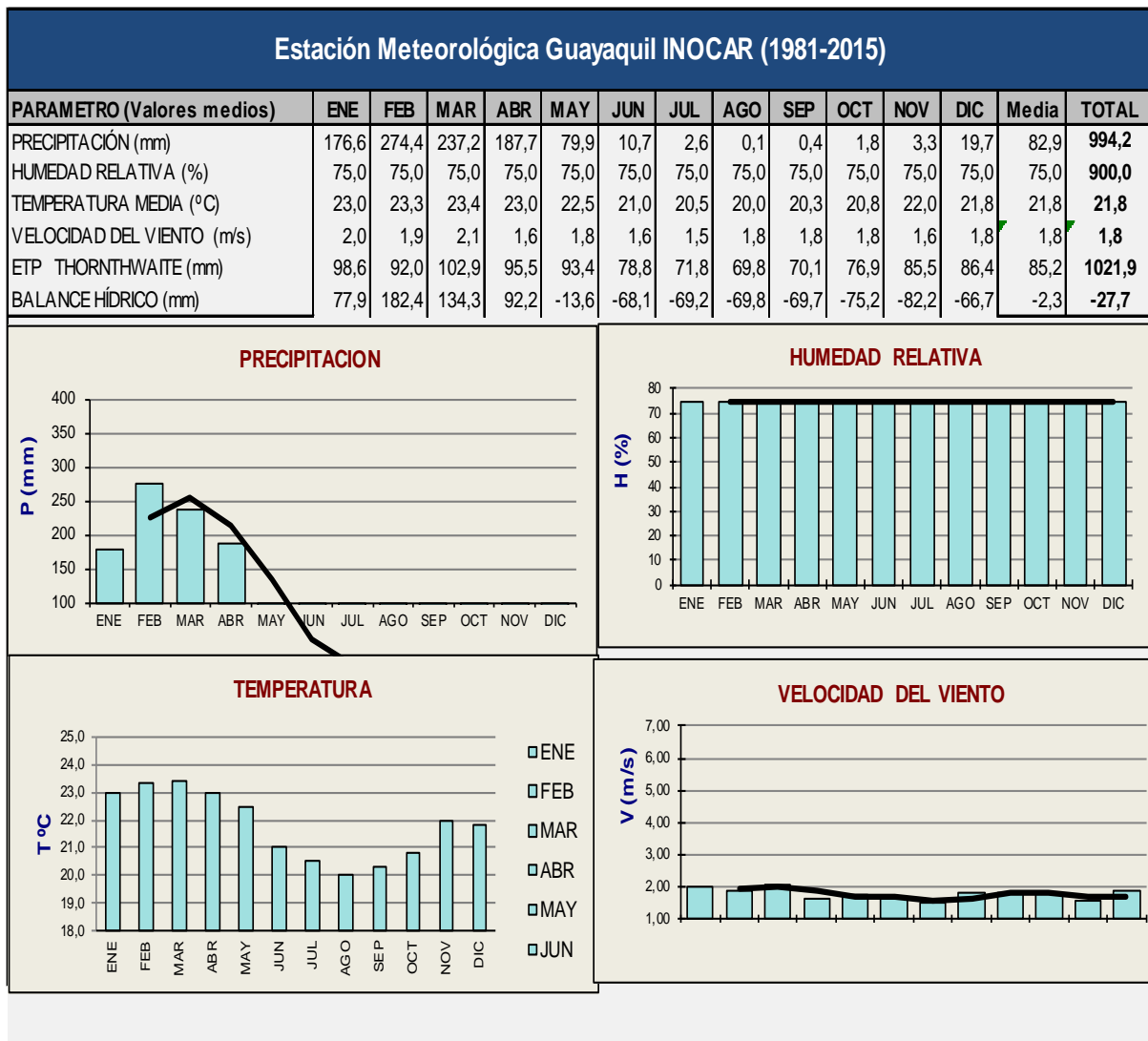
En la siguiente tabla (Tabla 6-2) se presenta los histogramas de las diferentes características climáticas<sup>10</sup>, analizadas en base a la información obtenida de dicha estación meteorológica.

---

<sup>10</sup> Características climáticas: Son magnitudes físicas expresadas en unidades definidas y que sirven para caracterizar los elementos climáticos. Por ejemplo, la temperatura media máxima, suma mensual de precipitaciones, etc.

## 6.2.2 Resultados de la caracterización de clima

Tabla 6-2 Caracterización Climatológica-Estación Guayaquil INOCAR (1981-2015)



Fuente: Estudio de Impacto Ambiental "Dragado Permanente del Canal de Acceso al Puerto Marítimo de Guayaquil Libertador Simón Bolívar, 2008 e INOCAR, 2016

Elaborado por: Cardno

Fecha de elaboración: septiembre 2016

### 6.2.2.1 Precipitación

El régimen pluviométrico en la zona se mantiene con variaciones durante todo el año. La distribución temporal registra un período con mayor precipitación que va de enero a abril. El mayor índice de pluviosidad se registra en el mes de febrero con 274,0 mm, mientras que los meses de julio a noviembre presentaron un bajo índice registrado, siendo los meses de agosto y septiembre los de índices más bajos. La precipitación media, dentro del período de análisis en la estación es de 82,85 mm. La pluviosidad total anual en la estación analizada presenta un valor de 994,2 mm.

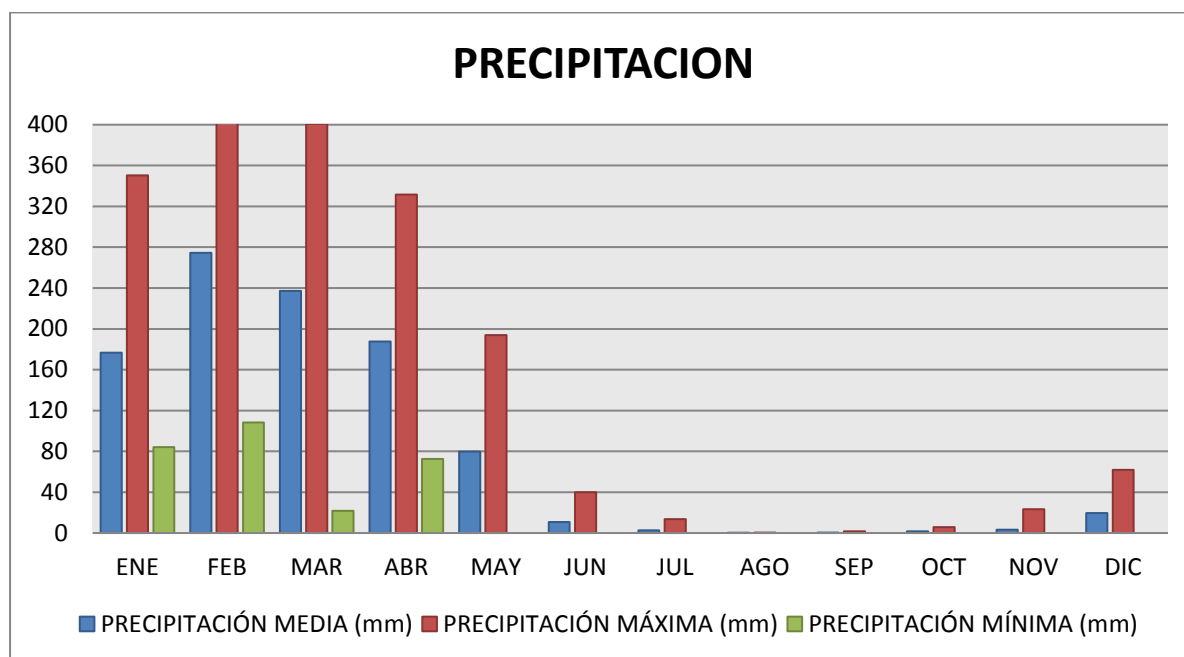
**Tabla 6-3 Histograma de Precipitación de la Estación Meteorológica Guayaquil (1981-2015)**

Estación Meteorológica Guayaquil (1981-2015)														
Parámetro	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Media	Total
Precipitación media (mm)	177	274	237	188	79,9	10,7	2,59	0,06	0,38	1,76	3,31	19,7	82,85	994,211
Precipitación máxima (mm)	350	736	401	332	194	39,8	13,5	0,5	1,8	5,9	23,2	61,8	179,9	2158,5
Precipitación mínima (mm)	84,3	108	21,9	72,6	0	0	0	0	0	0	0	0	23,93	287,2

Fuente: INOCAR

Elaborado por: Cardno

Fecha de elaboración: septiembre 2016



**Figura 6-1 Histograma de Precipitación de la Estación Meteorológica Guayaquil (1981-2015)**

Fuente: INOCAR, 2016

Elaborado por: Cardno

Fecha de elaboración: septiembre, 2016

### 6.2.2.2 Temperatura

La temperatura media anual del período considerado, conforme los datos disponibles de la estación meteorológica Guayaquil, presenta una media de 21,8°C. A lo largo del año, las mayores temperaturas (23,3°C a 23,4°C) se registran en los meses de febrero y marzo, mientras que los meses que registran bajas temperaturas (20,0°C a 20,3°C) son agosto y septiembre (ver Isotermas en el Anexo B Cartografía Mapa 6.1-2 Climático).

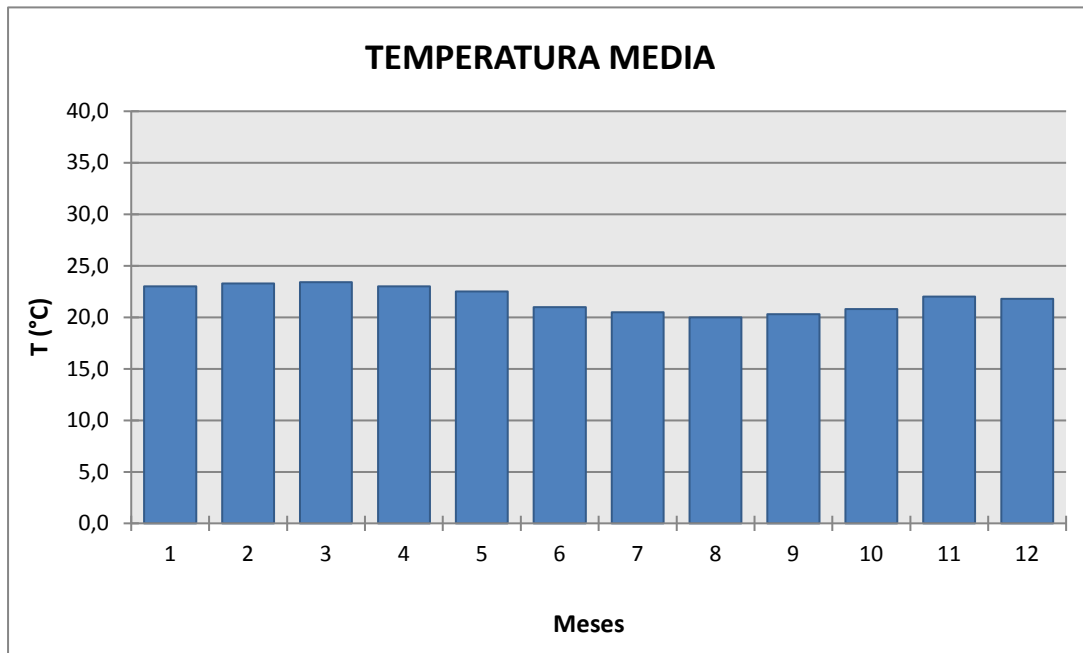
**Tabla 6-4 Histograma de Temperatura de la Estación Meteorológica Guayaquil (1981-2015)**

Estación Meteorológica Guayaquil (1981-2015)													
Parámetro	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Media
TEMPERATURA MEDIA (°C)	23,0	23,3	23,4	23,0	22,5	21,0	20,5	20,0	20,3	20,8	22,0	21,8	21,8

Fuente: INOCAR

Elaboración por: Cardno

Fecha de elaboración: septiembre 2016



**Figura 6-2 Histograma de Temperatura de la Estación Meteorológica Guayaquil (1981-2015)**

Fuente: Estudio de Impacto Ambiental "Dragado Permanente del Canal de Acceso al Puerto Marítimo de Guayaquil Libertador Simón Bolívar, 2008

Elaborado por: Cardno

Fecha de elaboración: septiembre, 2016

### 6.2.2.3 Humedad Relativa

La humedad es un parámetro importante en la información de los fenómenos meteorológicos, ya que conjuntamente con la temperatura, caracteriza la intensidad de la evapotranspiración que, a su vez, tiene directa relación con la disponibilidad de agua aprovechable, circulación atmosférica y cubierta vegetal.

La humedad relativa media en la estación meteorológica Guayaquil presenta un valor de 75%; cuyo valor ha seguido la misma secuencia en todos los años analizados.

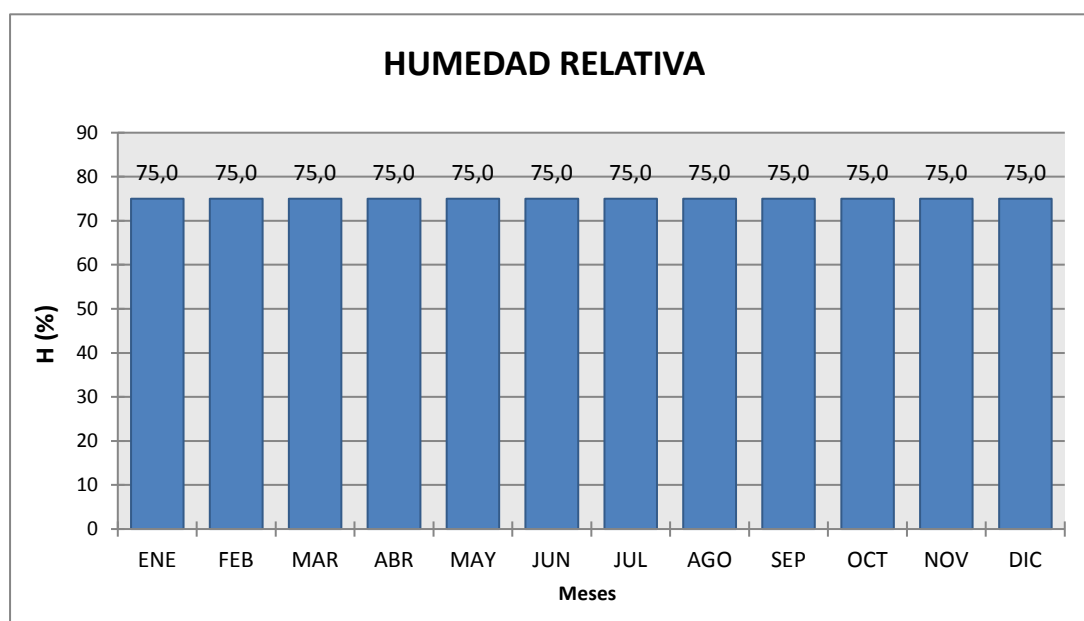
**Tabla 6-5 Histograma de Humedad Relativa de la Estación Meteorológica Guayaquil (1981-2015)**

Estación Meteorológica Guayaquil (1981-2015)													
Parámetro	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Media
HUMEDAD RELATIVA (%)	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75

Fuente: INOCAR

Elaborado por: Cardno

Fecha de elaboración: septiembre, 2016



**Figura 6-3 Histograma de Humedad Relativa de la Estación Meteorológica Guayaquil (1981-2015)**

Fuente: Estudio de Impacto Ambiental "Dragado Permanente del Canal de Acceso al Puerto Marítimo de Guayaquil Libertador Simón Bolívar, 2008

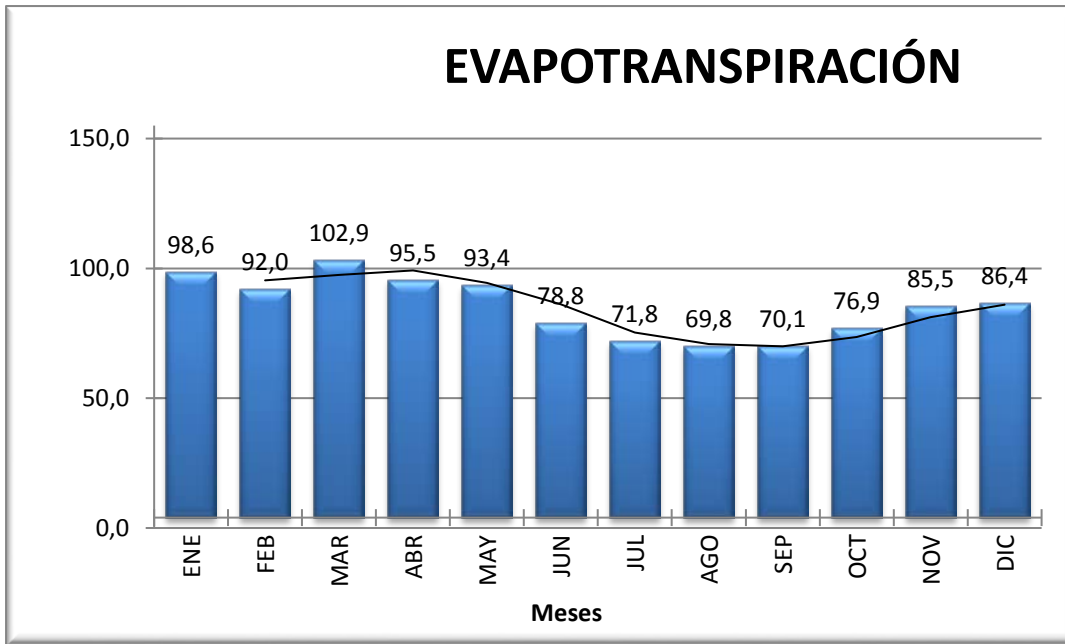
Elaborado por: Cardno

Fecha de elaboración: septiembre, 2016

#### 6.2.2.4 Evapotranspiración Potencial (ETP)

Los valores de ETP son requeridos para el cálculo del balance hídrico y para la clasificación climática. Para la obtención de este parámetro se utilizó la fórmula de Thornthwaite, que es una ecuación aplicable a las condiciones geográficas de nuestro país. Para ello, mediante el cálculo de interrelación de las variables de temperatura y humedad relativa para cada mes se obtuvo la variación de la ETP (expresado en mm).

En la estación meteorológica Guayaquil, los valores más altos se registran en enero y marzo (98,6 mm y 102,9 mm respectivamente); mientras que los valores más bajos se presentan en los meses de julio, agosto y septiembre (71,8 mm, 69,8 mm y 70,1 mm respectivamente), debido a una disminución de la temperatura en comparación con la registrada en otros meses. La media mensual de evapotranspiración en la zona con la valoración de los datos de la estación meteorológica es de 85,2 mm. La ETP total en la estación es de 1021,9 mm.



**Figura 6-4 ETP Estación Guayaquil**

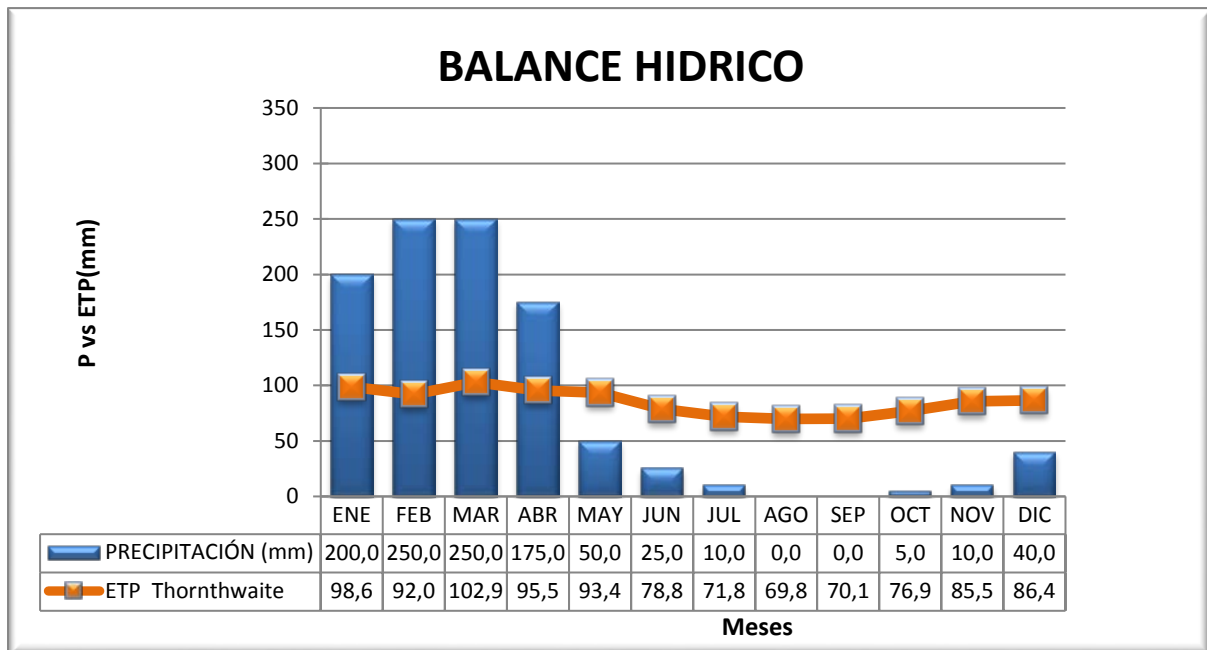
Fuente: Estudio de Impacto Ambiental "Dragado Permanente del Canal de Acceso al Puerto Marítimo de Guayaquil Libertador Simón Bolívar, 2008

Elaborado por: Cardno

Fecha de elaboración: septiembre, 2016

#### 6.2.2.5 Balance Hídrico

A partir de la comparación entre la precipitación media y la ETP se obtiene que en la zona no existe un mercado superávit hídrico durante el año; ya que en los meses de julio a noviembre la precipitación es escasa; el valor total anual de precipitación es de 994,2 mm. Estas condiciones implican que existe un reposo del ciclo vegetal y la característica principal de la vegetación es decidua, lo que quiere decir que hasta el 70% de las especies del área pierden todas sus hojas en la época seca.



**Figura 6-5 Balance Hídrico**

Fuente: Estudio de Impacto Ambiental "Dragado Permanente del Canal de Acceso al Puerto Marítimo de Guayaquil Libertador Simón Bolívar, 2008 e INOCAR, 2016

Elaborado por: Cardno

Fecha de elaboración: septiembre, 2016

**6.2.2.6 Clasificación Climática**

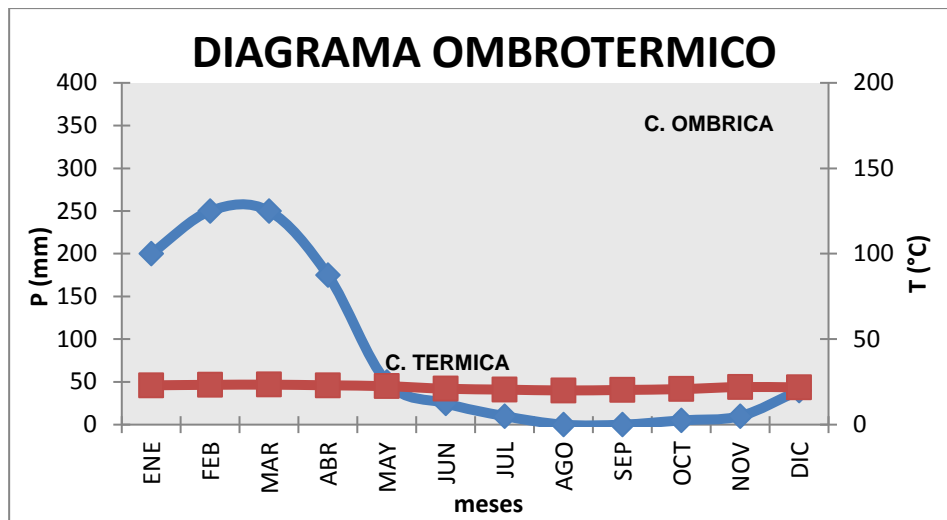
La clasificación climática se realiza mediante el método de Gaussen (Gaussen, 1957). Este método se basa en el ritmo de la temperatura media y precipitación mensual a lo largo de un año para realizar una clasificación de climas biológicos o bioclimas, tomando en cuenta los períodos que son favorables y desfavorables para la vegetación, como por ejemplo los períodos caliente, frío, seco y húmedo.

Para la elaboración de los diagramas ombrotérmicos de Gaussen, en el eje de las abscisas (X) se ponen los meses del año, y en un doble eje de ordenadas (Y) se pone, en un lado las precipitaciones medias mensuales (en mm), y, en el otro, las temperaturas medias mensuales (en °C). La escala de precipitaciones debe ser doble que la de temperaturas, esto es, por cada °C en temperatura, se toman 2 mm en precipitación, por ejemplo, a un valor de 20 °C le corresponde, en la misma línea, el valor de 40 mm.

Si la precipitación mensual media es inferior o igual a la temperatura mensual media ( $P \leq 2 T_m$ ), la curva de precipitaciones estará por debajo de la curva de temperaturas y el área comprendida entre las dos curvas nos indicará la duración e intensidad del período de sequía.

En función de los parámetros anteriormente evaluados, la zona corresponde a un clima Mesotérmico (B4) Subhúmedo (C) el cual se caracteriza por tener un índice de humedad correspondiente en este caso al 75%, denotando un exceso de agua invernal moderado en los meses de enero a mayo, y una falta de agua estival grande en los meses de junio a noviembre.

A continuación, se presentan el diagrama ombrotérmico de Gaussen, en el que se muestra los datos de temperatura y pluviosidad del periodo evaluado.



**Figura 6-6 Diagrama Ombrotérmico**

Fuente: Estudio de Impacto Ambiental "Dragado Permanente del Canal de Acceso al Puerto Marítimo de Guayaquil Libertador Simón Bolívar, 2008 e INOCAR, 2016

Elaborado por: Cardno

Fecha de elaboración: septiembre, 2016

### 6.2.2.7 Velocidad y Dirección del Viento

La variación en la velocidad del viento es mínima conforme los meses del año, registrando como valor máximo 2,1 m/s en marzo y fluctuando entre 2,0 y 1,5 m/s en los demás meses. El promedio anual en la estación Guayaquil es de 1,8 m/s.

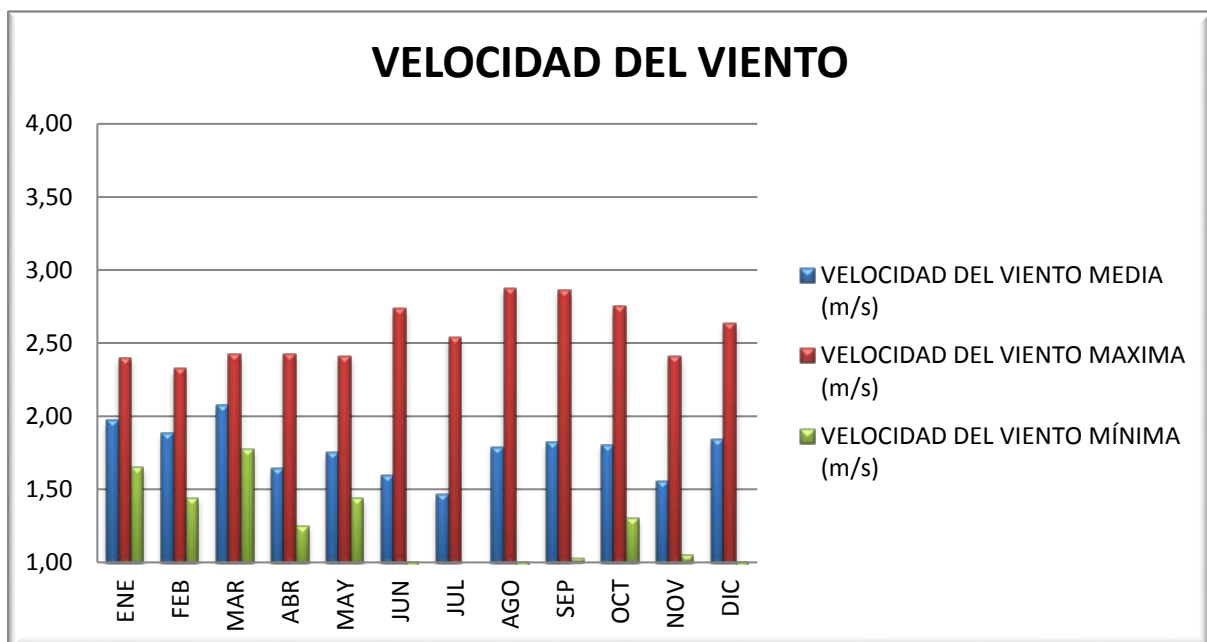
**Tabla 6-6 Velocidad del Viento Estación Guayaquil (1981-2015)**

Meses	Ene	Feb	Mar	Abril	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Velocidad media (m/s)	2,0	1,9	2,1	1,6	1,8	1,6	1,5	1,8	1,8	1,8	1,6	1,8
Velocidad máxima (m/s)	2,4	2,3	2,4	2,4	2,4	2,7	2,5	2,9	2,9	2,8	2,4	2,6
Velocidad mínima (m/s)	1,7	1,4	1,8	1,3	1,4	0,9	1,0	0,7	1,0	1,3	1,1	0,9

Fuente: INOCAR 2016

Elaborado por: Cardno

Fecha de elaboración: septiembre, 2016



**Figura 6-7 Velocidad del Viento Estación Guayaquil**

Fuente: INOCAR, 2016

Elaborado por: Cardno

Fecha de elaboración: septiembre, 2016

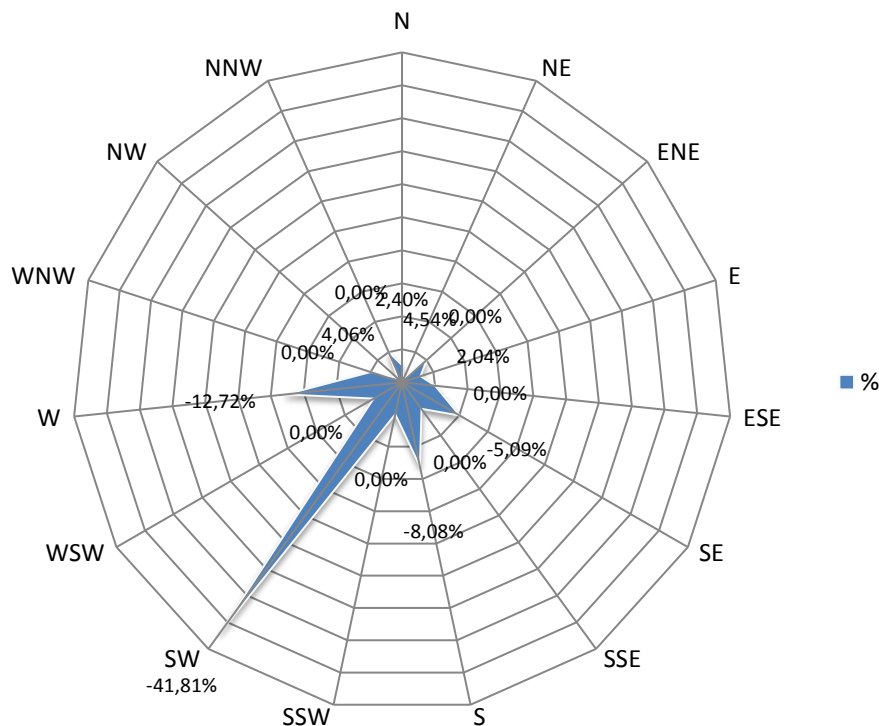
**Tabla 6-7 Distribución Porcentual de la Dirección del Viento Estación Guayaquil**

DIR	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Distribución (%)	2,40	4,54	2,04	5,09	8,08	41,81	12,72	4,06

Fuente: INOCAR, 2016

Elaborado por: Cardno

Fecha de elaboración: septiembre, 2016



**Figura 6-8 Rosa de los Vientos Estación Guayaquil**

Fuente: INOCAR, 2016

Elaborado por: Cardno

Fecha de elaboración: septiembre, 2016

### 6.2.3 Conclusiones

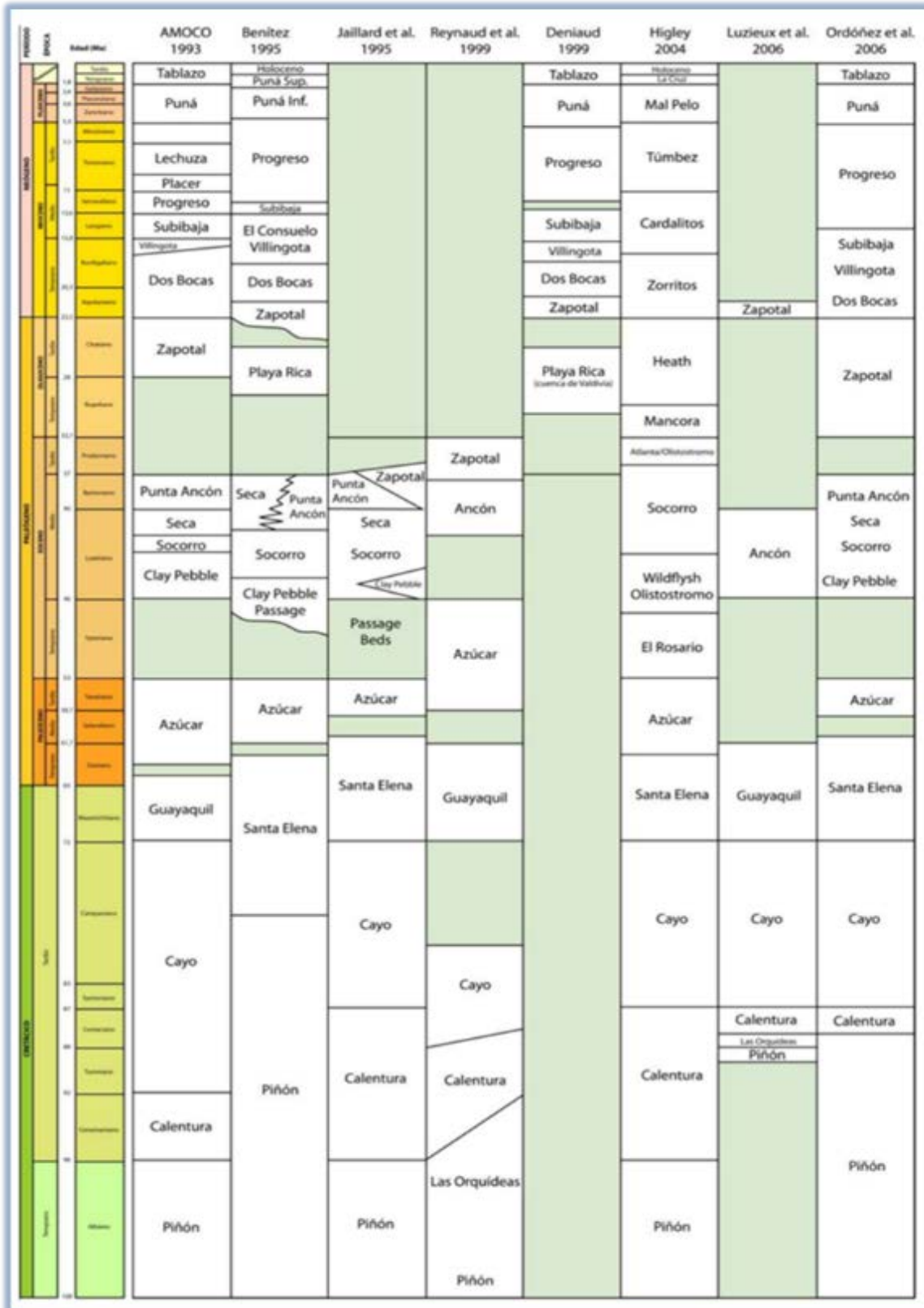
La pluviosidad total anual en la estación analizada presenta valores que oscilan entre 274 a 0,1 mm. La temperatura media anual del área oscila en los 21,8°C. La humedad relativa media registrada es de 75% (húmedo). La ETP media mensual es de 85,2 mm (ETP total es de 1021,9 mm). La velocidad del viento fluctúa entre 2,1 y 1,5 m/s al año. Se concluye que el clima de la zona corresponde a un clima Mesotérmico Subhúmedo, el cual se caracteriza por tener un índice de humedad correspondiente en este caso al 75%, denotando un exceso de agua invernal moderado en los meses de enero a mayo, y una falta de agua estival grande en los meses de junio a noviembre.

## 6.3 Geología

### 6.3.1 Metodología de la Caracterización Geológica

Para la caracterización geológica sirvió de base la Carta Geológica de la Isla Puná, editada por el INEMIN en 1987 y del Mapa Geológico de la Margen Costanera del Ecuador editado por EP Petroecuador- IRD del 2012.

El área de estudio forma parte de la región de la Península de Santa Elena y concomitantemente de la Cuenca Sedimentaria Progreso, la Figura 6-9 es la columna litoestratigráfica de la indicada cuenca:



**Figura 6-9 Columna Crono - Estratigráfica por varios autores de la Cuenca Progreso desde 1990 (Modificado de Barba D., 2010)**

Fuente: Barba D., 2010.

Elaborado por: Cardno

Fecha de elaboración: septiembre, 2016

### **6.3.2 Estratigrafía**

En el sector en estudio afloran: el Miembro Zapotal, del Oligoceno, la Formación Tablazo, del Pleistoceno y de depósitos del Reciente. (Anexo B. Cartografía- Mapa 6.1-4 Geológico).

#### **6.3.2.1 Grupo Azúcar (Paleoceno-Eoceno Medio. (Pc1-E2).**

Aflora en la esquina noroeste del Mapa Geológico. Está constituido por tres unidades fundamentales que han originado la siguiente subdivisión: Estancia (inferior), Chanduy (intermedia) y Engabao (superior).

##### **6.3.2.2 Formación Estancia.**

Es la unidad basal del Grupo Azúcar y consiste en areniscas interestratificadas, limonitas y lutitas, en orden de importancia. Las areniscas de color pardo y gris obscuro son predominantemente silíceas.

##### **6.3.2.3 Formación Chanduy.**

Esta Formación constituye la parte media del Grupo Azúcar y consiste principalmente de conglomerados poligénicos que alternan con algunos lentejones arenosos y lutíticos.

##### **6.3.2.4 Formación Engabao.**

Es la parte superior del Grupo Azúcar y resulta bastante semejante a la Formación Estancia con la que se confunde fácilmente. La litología de la Formación Engabao consiste en una serie de areniscas de color gris oscuro a gris azulado y café sucio, con alteración de lechos delgados de lutitas y unos pocos estratos de conglomerados.

Los sedimentos del Grupo Azúcar están plegados, fallados y fracturados. La potencia probada en el pozo Engunga fue de 1280 metros. Estudios realizados por Thalmann (1946) lo ubican entre el Damiano y la parte baja del Eoceno Medio

##### **6.3.2.5 Miembro Zapotal (MioSP1s)**

Aflora en el sector centro oeste del mapa Geológico, y es sobre la cual se implantará el Terminal Marítimo de Posorja.

Esta Unidad litológica es parte de la Formación Tosagua está constituida por una secuencia espesa de sedimentos marinos pocos profundos que van hasta clásticos continentales gruesos. La formación tiene predominancia de areniscas gruesas macizas en estratos decimétricos a métricos, con estratificaciones oblicuas; existen además bancos de conglomerados y lutitas intercaladas con moluscos y restos de plantas silicificadas.

El contacto con el Grupo Ancón infrayacente es discordante. Sobre la base a la fauna encontrada se determina un ambiente de depositación marino costero (Jiménez N, 1985)

La potencia de la formación medida en el Pozo Data 1 alcanza los 793, Dirección General de Geología 1973. De acuerdo a Olsson (1931) por los moluscos encontrados en las areniscas le asigna una edad del Oligoceno Medio

##### **6.3.2.6 Formación Progreso (Oli PR).**

La Formación aflora en el sector norte del Mapa geológico, cubriendo generalmente la parte superior del sistema colinado. Su composición litológica es bastante heterogénea, mostrando fuertes variaciones e irregularidades locales como cambios rápidos de facies, disposición en lentejones, contactos irregulares de los paquetes.

Está compuesta en orden de importancia por areniscas, limonitas, y lutitas, aunque los estratos de coquina son localmente comunes y en ciertas partes se puede encontrar cenizas y bentonita. La mayor parte de areniscas de grano fino y limosas pero pueden ser también de grano grueso y conglomeráticas. En los afloramientos las areniscas y limonitas suelen ser deleznales.

La máxima potencia probada es de 1824 metros en el pozo Baja 1. Marks (1951) en estudios de los moluscos, le asignó una edad Mioceno Medio. En la actualidad se la considera como de edad Miocénica Superior (Sigal 1968)

#### **6.3.2.7 Formación Puná. (Plio Pu)**

Aflora en el sector nor oeste de la Isla del mismo nombre. Consiste de lutitas grises, amarillas y chocolates con numerosas capas de limo y arena. También están presentes calizas impuras, suaves, con restos de moluscos. Localmente se ven cuarcita y chert negro. Los fósiles que contiene corresponden a aguas poco profundas y comprenden 19 especies de moluscos. Su presencia sugiere una edad del Plioceno. Su potencia sobrepasa los 1000 metros. (Pilsbry y Olsson, 1941)

#### **6.3.2.8 Formación Lechuza. (PlioLz)**

Hay un afloramiento en la esquina sur este del Mapa Geológico, en la Isla Puná. Su nombre es tomado del pozo Lechuza No.1 de la Anglo Ecuadorian Oilfields en la isla Puná. Litológicamente está constituida por lutitas grises y verdes no fosilíferas, con areniscas suaves. Descansa concordantemente sobre la Formación Puná, de la cual se ha sugerido que es la unidad superior. Pilsbry y Olsson, 1941 la colocan en el Plioceno.

#### **6.3.2.9 Formación Tablazo. (QTb)**

La formación cubre un área topográficamente plana al sur de Punta Galera a una profundidad en exceso de 4 m. Consiste areniscas deleznable horizontalmente estratificadas, de grano medio a fino y de color caqui – gris, con algunas bifurcaciones de grava hacia el tope. Conchas quebradas y enteras están distribuidas en todas las arenas y en sitios están concentrados dentro de lentes.

Todos estos depósitos forman tres niveles de terrazas marinas, con un espesor de 80 metros y corresponden a un ambiente de depositación de mar abierto. (Bristow R. y Hoffstetter, 1977)

#### **6.3.2.10 Depósitos aluviales y terrazas recientes: (Dat)**

Son los depósitos recientes que se encuentran rellenando las cuencas de los ríos y están formados por arenas y gravas no consolidadas, que forman una serie de terrazas de diverso nivel, por lo general la mayoría son activas. Su potencia puede alcanzar los 20 metros

#### **6.3.2.11 Depósitos aluviales de Estero: (Dae)**

Son materiales formado en zonas intermareal, por la acción mixta del ambiente continental y marinos, influyendo en este caso las corrientes fluviales, el oleaje y las mareas, Por lo general corresponden a los salitrales, compuestos predominantemente de lodo (fango) y trechos de arena fina y limos que forman terrazas algo elevadas y secas que por lo general son afectadas continuamente por las mareas. Su potencia es desconocida.

#### **6.3.2.12 Depósitos Salinos: (Sa)**

Denominados como evaporitas, son depósitos formados por la cristalización de sales disueltas en depresiones cerradas cercanas al mar. Están constituidas por alita y yeso principalmente.

#### **6.3.2.13 Tectónica y Estructura**

##### **6.3.2.13.1 Marco Regional**

La cordillera de Chongón-Colonche, la cuenca Progreso y la Península de Santa Elena son las unidades estructurales de la parte correspondiente a la región sur del litoral ecuatoriano.

La Península de Santa Elena, o más bien la plataforma continental de Santa Elena, se la considera como una estructura alta durante el desarrollo de la cuenca sedimentaria Progreso, mapas de perforación y de superficie revelan que el área está complicada estructuralmente por fallas en direcciones NS, NW-SE y NE-SW, (Barba D., 2010).

La cuenca Progreso se encuentra al este de la plataforma continental de Santa Elena y está separada de ésta por un complejo de fallas conocido como sistema de fallas La Cruz con dirección predominante NW-SE. Está limitada hacia el N y NE por la cordillera de Chongón-Colonche y hacia el S-SW por el sistema de fallas La Cruz. Las estructuras dentro de la cuenca del progreso son generalmente paralelas a dicho eje NW-SE y están comúnmente asociadas con fallas. Las Formaciones del período Eoceno-Oligoceno presentan una disposición caótica debida seguramente a la condición subsidente de la cuenca Progreso.

La cordillera de Chongón-Colonche que ha sido una estructura positiva desde el paleoceno, tiene vinculación directa con la orogenia neoandítica. La altura de esta cordillera ha sido fuente importante para el grupo Ancón primero y luego para las formaciones de la cuenca Progreso y una fuente mayor para el Grupo Azúcar.

### 6.3.2.13.2 Marco Local

El sector está controlado por el sistema de Fallas La Cruz, la ramificación localizada en el norte del área de estudio tiene una dirección NW – SE y el segundo que pasa por el sector de dirección N S.

El Grupo Azúcar se encuentra muy fracturado y fallado por lo que presenta fuertes buzamientos, en el sector nor oeste de Playas su plegamiento ha formado un anticlinal cuyo eje es de dirección SE – NO.

El Miembro Zapotal está suavemente plegado, formando un anticlinal cuyo eje tiene una dirección NE-SO, el contacto con la Formación Tablazo es discordante.

La Formación Progreso se presenta levemente plegada, controlado por un eje sinclinal de dirección NO- SE.

Los sedimentos de las Formaciones Puná, Lechuza y Tablazo están en posición subhorizontales, por lo general son masivos.

### 6.3.3 Hidrogeología

Las características hidrogeológicas se analizaron sobre la base de la litología y la estimación del grado de permeabilidad debido a su porosidad intergranular y/o fracturamiento que presentan las formaciones geológicas aflorantes en el sector, estos factores determinan la posibilidad de contener acuíferos de variadas características. En el Anexo B Cartografía Mapa 6.1-6 Hidrogeológico, se muestra la hidrogeológica del área de estudio, en la **Tabla 6-8** se resumen las características generales de la hidrogeología de la zona.

**Tabla 6-8 Unidades Litológicas Permeables por Porosidad Intergranular y por fracturamiento**

UNIDAD HIDROGEOLÓGICA	UNIDAD LITOLÓGICA	PERMEABILIDAD	TIPO DE ACUÍFEROS
M-A	Depósitos aluviales	Media - Alta (Intergranular)	Depósitos aluviales y de estero, no consolidados. Acuíferos superficiales, de extensión limitada, de alto rendimiento.
	Depósitos aluviales de estero		
M	Formación Tablazo	Media (Intergranular)	Sedimentos clásticos consolidados contienen acuíferos locales o discontinuos de extensión limitada, de difícil explotación. Las aguas subterráneas generadas alimentan los cursos de agua superficiales
	Formación Puná		
	Formación Lechuza		
	Miembro Zapotal		

UNIDAD HIDROGEOLÓGICA	UNIDAD LITOLÓGICA	PERMEABILIDAD	TIPO DE ACUÍFEROS
B	Depósitos salinos	Baja (Intergranular)	Sedimentos clásticos muy consolidados contienen acuíferos muy locales o discontinuos de extensión limitada, de muy difícil explotación
	Depósitos aluviales de estero		
	Formación Progreso		
	Grupo Azúcar		

Elaborado por: Cardno

Fecha de elaboración: septiembre, 2016

### 6.3.3.1 Unidades Litológicas de Permeabilidad Media-Alta (M-A)

La unidad de Media–Alta permeabilidad, son depósitos clásticos no consolidados, de edad holocénica que corresponden a las terrazas Indiferenciadas y depósitos aluviales del río y de estero.

Los acuíferos aquí localizados son superficiales, de gran extensión y de aceptable rendimiento, formando acuíferos superficiales. Los niveles piezométricos generalmente son someros, no mayores a los 5 metros de profundidad.

### 6.3.3.2 Unidades Litológicas de Permeabilidad Media (M)

Corresponde a los sedimentos de la Formación Nabón, constituidos areniscas gruesas macizas, existen además bancos de conglomerados y lutitas intercaladas a la Formación Tablazo de areniscas grano medio a fino, con grava, cualitativamente una permeabilidad media, donde se puede localizar acuíferos discontinuos y de bajo rendimiento; los niveles piezométricos mayores a los 10 m. de profundidad; su recarga proviene de la infiltración local y regional.

### 6.3.3.3 Unidades litológicas de permeabilidad Baja (B)

Son los sedimentos de la Formación Progreso y Grupo Azúcar, constituidos areniscas, limolitas y lutitas con estratos de conglomerados intercalado, cualitativamente una permeabilidad Baja, donde se puede localizar acuíferos muy discontinuos y de muy bajo rendimiento; los niveles piezométricos mayores a los 10 m. de profundidad; su recarga proviene de la infiltración local y regional. En esta unidad se incluyen los depósitos salinos y depósitos aluviales de estero, constituidos de evaporitas y depósitos orgánicos.

### 6.3.3.4 Conclusiones

En el sector del Terminal Multipropósito de Posorja, no se ha detectado acuíferos generalizados.

Las operaciones que se desarrollan en el presente Proyecto en estudio, no afectarán a la escorrentía subterránea.

## 6.4 Geomorfología

### 6.4.1 Introducción

Los objetivos del estudio geomorfológico son: 1) conocer las unidades geomorfológicas y los procesos geomorfológicos que conforman el paisaje en el área de estudio; y, 2) proporcionar una base cartográfica-temática de utilidad práctica para el análisis ambiental y del riesgo geomorfológico relacionado al proyecto. Esta memoria técnica expone los resultados obtenidos en el estudio donde se describen las diferentes formas del terreno y se explica la información cartográfica.

### 6.4.2 Metodología de la Caracterización Geomorfológica

La metodología utilizada para cumplir con los objetivos propuestos incluyó lo siguiente:

- > Reconocimiento general de las estructuras morfológicas del sector.
- > Evaluación detallada de todas las unidades del paisaje que conforman la zona de estudio, lo que se cartografió en el mapa geomorfológico.
- > Análisis de los riesgos por procesos geomorfológicos.

Se colectó información temática, tanto bibliográfica como cartográfica, la misma que fue clasificada y analizada.

Toda la información recopilada fue enriquecida con información obtenida durante la campaña de campo, principalmente en las zonas donde las imágenes no son claras. Para la clasificación de las unidades geomorfológicas, se utilizó un sistema de jerarquías de las formas del terreno que van desde regiones hasta unidades de paisaje.

### 6.4.3 Sistema de Clasificación Geomorfológica

En el Anexo B Cartografía, Mapa 6.1-7 Fisiografía y Suelos presenta la información cartográfica obtenida en el presente estudio. Este mapa incluye todas las unidades y geoformas identificadas en el área de proyecto y su área de influencia. Las unidades del mapa se clasificaron en tres jerarquías, las que se definen como:

- > Regiones.
- > Sistemas.
- > Paisajes Geomorfológicos.

La nomenclatura utilizada para la geomorfología, depende de su jerarquía. En la Tabla 6-9 se presenta una breve descripción de las unidades geomorfológicas identificadas y su jerarquía.

**Tabla 6-9 Unidades del Paisaje Geomorfológico**

UNIDADES GEOMORFOLÓGICOS			SÍMBOLO	PENDIENTE	DESCRIPCIÓN
Región	Sistemas	Unidades del Paisaje	EN EL MAPA	DEL TERRENO	
Península de Santa Elena	Estructural	Colinas Muy bajas	C1	0-25%	Colinas muy bajas, de cimas redondeadas, medianamente disectadas.
		Llanura ondulada	LL	0-10%	Superficies aplanadas muy poco disectadas.
	Formas agradacionales marinas	Terrazas marinas	Tm	5 -12%	Terrazas elevadas sobre el nivel del mar, poco disectadas
		Manglar	Mg	0-5%	Zonas bajas, con vegetación de manglar
		Playas Marinas	Pm	2 – 5%	Área planas con arenas marinas
Salitrales	S	0 – 5 %	Depresiones cerradas cercanas al mar, con depósitos de sales disueltas		

UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS			SÍMBOLO	PENDIENTE	DESCRIPCIÓN
Región	Sistemas	Unidades del Paisaje	EN EL MAPA	DEL TERRENO	
	Formas agradacionales aluviales	Terrazas aluviales	Ta	0-5%	La llanura aluvial poco disectada, contiene múltiples depósitos aluviales, formando terrazas de diferente altitud

Elaborado por: Cardno

Fecha de elaboración: septiembre, 2016

#### 6.4.4 Paisajes Geomorfológicos

El sector estudiado se localiza fisiográficamente en el Gran Paisaje de la costa ecuatoriana y dentro de ella en la región de la Península de Santa Elena. En el Anexo B Cartografía, Mapa 6.1-7 Fisiografía y Suelos, se indican los principales paisajes presentes en el sector, a continuación se hace una descripción de los mismos y su sensibilidad respecto a los fenómenos geodinámicos actuales, expresado en un análisis de estabilidad geomorfológica.

##### 6.4.4.1 Sistema Estructural

Se han formado sobre un patrón estructural del buzamiento de los estratos y plegamiento de las rocas sedimentarias del Miembro Zapotal y Formación Puná

###### 6.4.4.1.1 Colinas muy bajas (C1)

Este paisaje ocupa áreas largas, ocupan pequeña zonas al norte del sector estudiado; son paisajes estructurales, representados por colinas bajas a muy bajas, desarrolladas sobre areniscas, lutitas y conglomerados, del Miembro Zapotal y Formación Puná, en posición subhorizontal; son relieves ondulados y fuertemente ondulados, con altitudes de 21 a 38 m.s.n.m, con pendientes menores al 25 %; el diseño del drenaje es subparalelo a dendrítico, de densidad media.

###### 6.4.4.1.2 Llanuras (LL)

Esta unidad de paisaje corresponde a los flancos menos abruptos del sistema de colinas muy bajas, que ocupan la periferia del sistema antes indicados; de relieve muy poco disectados, con predominio de zonas onduladas, con altitudes entre los 1 a 21 m.s.n.m. La topografía dominante es la de explanada, con pendientes que sobrepasan el 10%, con un patrón de drenaje de subdendrítico, de densidad muy baja; donde se han desarrollado suelos de origen residual, sobre rocas sedimentarias del Miembro Zapotal, muy alteradas y fracturadas.

##### 6.4.4.2 Formas Agradacionales Marinas

Tiene su origen por la depositación de materiales marinos en tiempos holocénicos y actuales. Son materiales formados en zonas intermareal, por la acción mixta ambiente continental y marina, influyendo en este caso las corrientes fluviales, el oleaje, las mareas y la deriva continental.

###### 6.4.4.2.1 Terrazas Marinas (Tm)

Es un sistema de paisaje agradacional, que han sido modeladas sobre un substrato sedimentario detrítico bioclástico, de granulometría fino a grueso, de origen marino de la Formación Tablazo, del reciente. Dominan el sector este del mapa, formando una serie de terrazas de diferente altitud, que indican el ascenso isotácico de la plataforma marina en el cuaternario.

La morfometría del terreno dominante es plana a ondulada, con pendientes menores al 5%, con un sistema de drenaje subparalelo, de densidad muy baja, con valles poco profundos, lo cual dificulta la escorrentía superficial. En algunos sectores estas terrazas presentan un grado de disección importante y forman los cursos superiores de los drenajes principales, con pendiente de moderada a abruptas (5 a 25 %), que las hacen a sus vertientes susceptibles a los agentes morfodinámicos externos.

#### **6.4.4.2.2 Manglar (Mg)**

Son áreas generalmente inundadas, de pendiente suave entre 0 - 5 %, contiguas al mar por lo que sus aguas llegan a través del oleaje y cambios de las mareas. Son sistemas ecológicos muy variados de flora y fauna, especialmente con un ecosistema de manglar. Están constituidos por depósitos muy finos de origen marino – fluvial, principalmente arcillas orgánicas.

#### **6.4.4.2.3 Playas Marinas (Pm)**

Son superficies planas o ligeramente inclinadas hacia la costa y pendientes menor del 5%. Se extienden desde la línea de costa hasta la línea de ribera de baja marea, formada por acumulación de sedimentos aportados por el oleaje, corrientes fluviales y el viento. Están formados por depósitos dispuestos por las mareas altas y son de arena, grava y limos.

#### **6.4.4.2.4 Salitrales (S)**

Son depresiones mal drenadas, cerradas ubicadas junto al mar, con pendientes de entre 0 a 5 %, por lo cual son cubiertas por las aguas marinas en la pleamar y drenadas en la baja mar, lo cual facilita la evaporación del agua marina y la precipitación de las sales que se encuentran disueltas en ella, formando depósitos salinos con muy escasa vegetación. En la actualidad estas áreas se han ampliado ocupando áreas de manglar para la implantación de piscinas de camarónicas.

#### **6.4.4.3 Formas Agradacionales Aluviales**

Formados por la acción de la depositación de materiales aluviales de los drenajes superficiales (ríos y esteros) durante las crecidas de los mismos, sumados por los aportes gravitacionales laterales de las formas colinadas que las rodean.

##### **6.4.4.3.1 Terrazas Aluviales (Ta)**

Este paisaje ocupa áreas largas, localizadas sobre los niveles actuales de los ríos y esteros, en algunos lugares se puede apreciar diferentes niveles de terrazas que corresponden al nivel más antiguo del río. Las terrazas más altas tienen una aceptable cobertura vegetal secundaria, mientras que las más bajas los depósitos aluviales están expuestos por las continuas crecidas de los ríos. Presentan pendientes de hasta el 5%

#### **6.4.5 Estabilidad Geomorfológica**

El análisis y valoración de factores tales como: pendiente del terreno, textura de los suelos, tipo de rocas, cobertura vegetal, uso actual del suelo, tectónica, sísmica y precipitación, nos permiten definir si existen zonas estables o zonas afectadas por inestabilidad geomorfológica. (Anexo B Cartografía, Mapa 6.1-8 Estabilidad Geomorfológica).

##### **6.4.5.1 Zonas Estables (E1)**

Son todos aquellos medios actualmente sin problema de inestabilidad, debido a que algunos de los factores físico-naturales se presentan a favor del medio, dando lugar a que los procesos morfodinámicos de superficie no se puedan desarrollar.

Ocupa áreas de relieves planos a ondulados suaves, de terrazas marinas, llanuras y colinas bajas, en los paisajes de terrazas aluviales, manglares y palayas marinas se las asociado con la categoría Relativamente Estable E2. Los suelos desarrollados a partir de materiales sedimentarios y aluviales, texturas finas y medianas; ocupadas por vegetación secundaria, influenciados por precipitaciones del orden de los 500 m.m.

### 6.4.5.2 Zonas Medianamente Estables (E2)

Esta categoría corresponde áreas donde la estabilidad de uno a varios factores físico-naturales es moderada, lo que crea una mediana potencialidad de rotura del equilibrio natural.

Corresponde a relieves de algunos sectores de las colinas bajas, con pendientes entre 10% y 15%, texturas finas, ocupadas en varios casos con cultivos de carácter permanente, o presentan una cobertura de vegetación de páramo. Está asociada con las categorías de estabilidad Muy estable (E1).

En estas áreas, los procesos morfodinámicos, que se podrían producir, serían de características medianas, dada la pendiente, la acción de las corrientes de marea y el oleaje, como de la crecida de los ríos y el tipo de material de origen de los suelos, pudiendo desarrollarse erosión de tipo laminar en sitios donde se produzca intervención.

El riesgo a los procesos morfodinámicos (movimientos en masa, derrumbes) se considera mediano a bajo (potencial) ya que se desarrollaría, conjuntamente, con procesos erosivos, si se elimina la vegetación natural (arbórea), para actividades agrícolas o antrópicas.

## 6.5 Batimetría

La batimetría del canal de navegación y específicamente del área de estudio está publicada en las cartas náuticas, carta de navegación y carta de aproximación a Posorja publicadas por el INOCAR.

De acuerdo al informe de fiscalización del dragado de mantenimiento del canal de navegación (APG C, 2015) se realizan mensualmente sondeos batimétricos obligatorios en el canal externo de navegación entre las Boyas 7 a la 13 lo cual está dentro del área de este estudio. Estos sondeos son para determinar la profundidad de del canal y verificar que se mantiene dentro de los límites para garantizar una navegación segura. La escala a la que se realiza esta medición de profundidad es de 50 metros entre cada línea de sondeo. Los resultados de estos sondeos indican en este sector se encuentran amplios tramos con profundidades mayores a 9.6 metros referidos al MLWS (nivel medio del mar más bajo de las bajamares de sicigia), aunque se encuentran unos pocos lugares donde la profundidad es muy cerca de 9,6 metros en el sector correspondiente a la Boya 10 (frente a Data de Posorja).

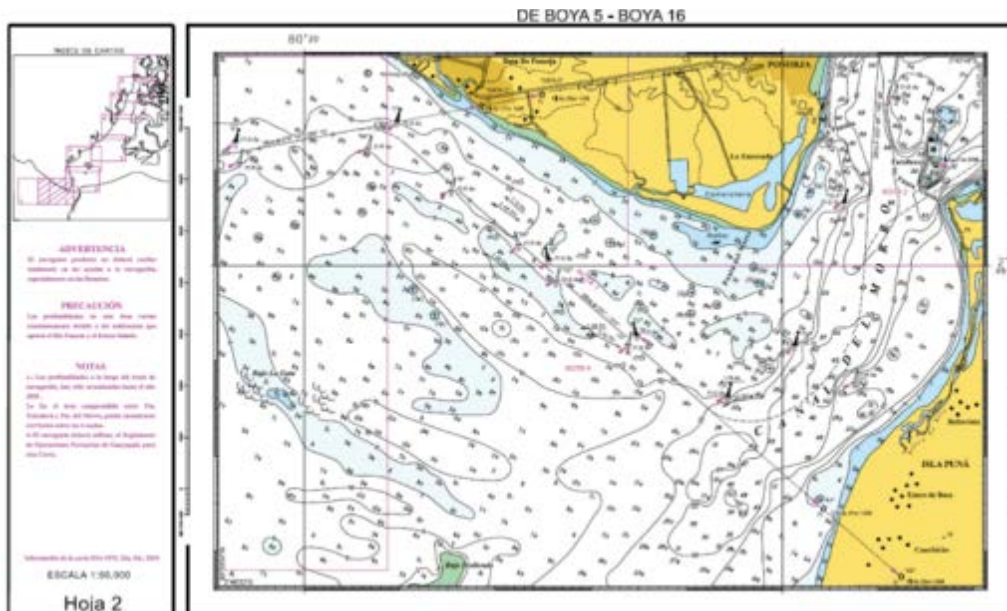


Figura 6-10 Batimetría

Fuente: INOCAR [www.inocar.mil.ec](http://www.inocar.mil.ec)

## 6.6 Oceanografía

La zona marina considerada para este estudio lo constituye el área del golfo exterior de Guayaquil y la zona conocida como el canal de navegación al puerto de Guayaquil. Esta región muy dinámica presenta un comportamiento estacional altamente influenciado por agentes terrestres como la desembocadura del Río Guayas y de otros tributarios de la cuenca baja del Guayas, así como también las descargas de pequeños flujos estacionales provenientes de la zona terrestre de Posorja y Playas. La otra fuente de influencia es el océano pacífico que en el área de estudio presenta la influencia de las corrientes oceánicas, los vientos de régimen estacional y con ello todo el sistema hidro-oceanográfico que mueve masas de agua, transporta energía y nutrientes desde las ricas aguas del sur hacia las costas de Ecuador mediante el sistema de corrientes de Humboldt, la cual avanza muy pegada a la costa sur del Ecuador, hasta cabo pasado donde gira hacia el oeste en dirección hacia el archipiélago de Galápagos.

El sistema de corrientes oceánicas que transporta energía y masa desde el sur mantiene el sistema climático a través del balance de energía y masa entre el océano y la atmósfera, mantiene un patrón de temperaturas en superficie que son bien diferenciadas a lo largo del año en que se distinguen claramente dos estaciones conocidas como época seca los meses de junio – noviembre y época lluviosa los meses de diciembre – marzo. Los meses no contemplados aquí son meses de transición entre una época y otra.

Las siguientes figuras presentan la distribución de temperatura superficial del mar para la época seca y lluviosa.

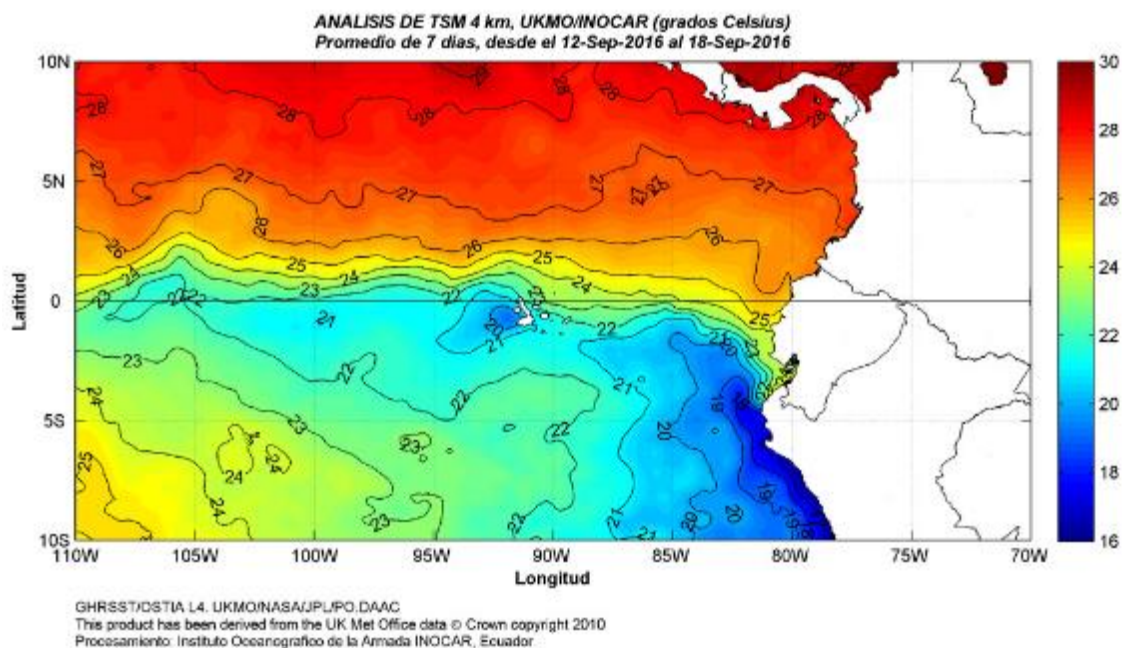
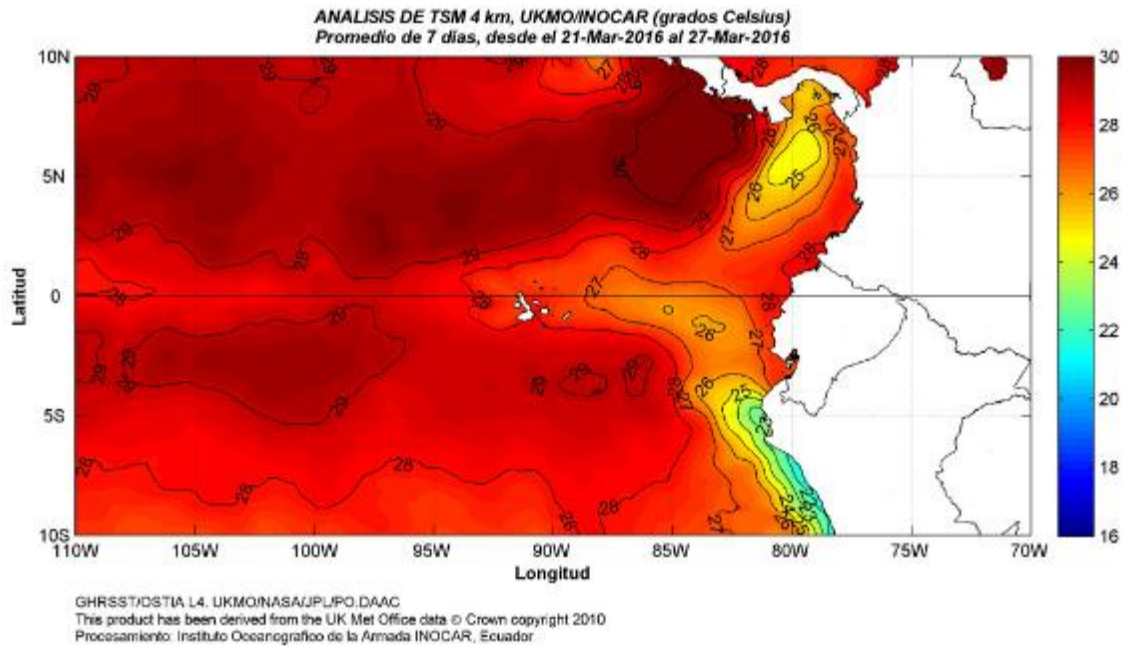


Figura 6-11 Distribución de Temperatura Superficial del mar para la época seca

Fuente y Elaboración: INOCAR



**Figura 6-12 Distribución de Temperatura Superficial del mar para la época lluviosa**

Fuente y Elaboración: INOCAR

### 6.6.1 Estudio de Corrientes Marinas

El sistema de corrientes marinas presentes en la zona de estudio puede ser identificado por la forma en que se alinean las temperaturas en superficie ya que las corrientes marinas transportan masa y estas masas de agua tienen características típicas de temperatura y salinidad que puede ser identificada aún lejos del lugar donde se formó esa masa de agua. El origen de las corrientes marinas está en el calentamiento de la superficie del océano debido al sol, y también ayuda el movimiento de rotación de la tierra, la velocidad de rotación, la forma y profundidad del fondo marino y las diferencias de presión atmosférica causado por las diferencias de temperatura del mar en diferentes puntos del planeta y los vientos.

El Sistema de circulación marina del Océano Pacífico Tropical caracteriza a la zona costera de Ecuador y presenta significativos cambios estacionales muy bien diferenciados, también la da los atributos climáticos y biológicos – pesqueros de los que goza este país. Las masas de agua ecuatoriales son movidas por el sistema de corrientes ecuatoriales a lo largo del año dando como resultado una fuerte influencia sobre las costas del Ecuador. La masa de Agua Tropical Superficial (ATS) proveniente de la cuenca de Panamá caracterizada por temperaturas superiores a 25°C y salinidades menores a 33.5 ppm, se extiende desde la línea equinoccial hasta los 10 – 15°S y por el oeste hasta los 120°W. El Agua Ecuatorial Superficial AES con temperatura entre 19°C y 20°C y salinidad de 33.5 ppm a 33 ppm, llega por el oeste hasta las costas de Ecuador y se la puede encontrar a los 5°S donde se mezcla con la masa de agua de la corriente de Humboldt fría y de alta salinidad y el Agua Tropical Superficial cálida y de baja salinidad (INOCAR, Boletines informativos de condiciones oceanográficas, 2016).

En el área del Golfo de Guayaquil la circulación es el resultado de la marea que en cada ciclo presenta flujo y reflujo de las masas de agua presentes que son una mezcla del agua marina y del agua de la desembocadura de los ríos Guayas, Jubones y sus tributarios. Adicionalmente la circulación está fuertemente influenciada por la geometría de los canales que forman el estuario y la profundidad. En ocasiones se ha realizado mediciones que muestran que el agua durante la circulación oscila horizontalmente entre 10 y 30 Km (INOCAR, Aprobación ambiental del dragado, 2015), presentando velocidades máximas de 0.5 m/s a 2 m/s dependiendo de la amplitud de la marea y del estado del flujo y lugar donde se realiza la medición.

Las mediciones realizadas en el estuario y reportadas por diferentes autores muestran evidencia de un complicado sistema de circulación que en algunas ocasiones y dependiendo de varios factores hacen que se encuentren flujos convergentes o divergentes en varios sectores del estuario, en especial en el Canal de Cascajal lo que ocasiona corrientes residuales derivadas de la diferencia de presiones por efectos de mezcla de aguas de diferentes densidades, donde predominan flujos hacia el interior del estuario en el fondo y hacia el exterior en la superficie.

#### **6.6.1.1 Corrientes Superficiales**

En general el patrón de corrientes reportados por estudios previos no difieren mucho entre si y a lo largo de los años, ya que estos patrones obedecen a las condiciones geográficas del sector y estas no han cambiado mucho en los últimos años. La dirección cambia con la marea y las magnitudes no cambian mucho a través de los años (INOCAR, Aprobación ambiental del dragado, 2015), solo se hace notar que durante las mareas de sicigia la velocidad de las corrientes tiende a incrementarse de manera notoria frente a las velocidades presentadas en condiciones de cuadratura.

Mediciones de corrientes a nivel superficial durante 3 meses en la época lluviosa en el área denominada Los Goles en la zona externa el canal de navegación al puerto de Guayaquil y reportadas por INOCAR (Vera, 2009) indican que las velocidades de corriente más altas fueron durante el flujo con valores que alcanzaron entre 1.2 m/s y 1.5 m/s con dirección SE. En contraste durante el reflujó la corriente tuvo valores que se encuentran en el rango de entre 0.12 m/s y 0.35 m/s. A diferencia de sector oceánico donde se encuentra el canal de navegación, en la zona costera de Playas mediciones de corrientes realizadas durante el mes de mayo indican velocidades de corriente de 0.21 m/s y dirección al E durante el flujo y de 0.15 m/s y dirección W en el reflujó.

Como se puede observar a partir de los datos reportados por INOCAR, la corriente tiene mayor velocidad en el área oceánica que en el área costera, en proporción de 7 a 1 lo cual es indicativo que la corriente en el canal está mayormente influenciada por la marea que por otros agentes locales como el viento, la batimetría de fondo y la línea de costa.

#### **6.6.1.2 Corrientes Subsuperficiales**

Según el estudio de INOCAR a la corriente de fondo presenta una velocidad menor a la superficial hasta ubicarse como máximo a 0.8m/s durante el flujo con dirección E-SE y para el reflujó los valores máximos alcanzados fueron de 0.60 m/s con dirección NE (Vera, 2009).

#### **6.6.2 Olas**

En general en la costa ecuatoriana las olas llegan de lugares distantes y son generadas por el viento que a su vez responde a la actividad de los grandes centros de presión que se ubican sobre el océano pacífico tanto al Norte como al Sur. Al llegar a la costa de Ecuador, se pierde profundidad se transforman, se aceleran, incrementan en altura y adoptan direcciones y alturas dependiendo de la dirección del fondo oceánico y la profundidad. Durante la estación seca frente a las costas de Ecuador este oleaje llamado mar de fondo, proviene mayormente del NE, durante la estación lluviosa el oleaje es predominantemente del S.

De manera más puntual para la estación seca se reportó alturas de olas máximas de 12 cm a la altura de la zona llamada "Los goles" con períodos de 3 seg y una dirección predominante del E – NE (APG, 2012). Para la época lluviosa las olas reportadas fueron de máximo 12 cm período de 7 seg y dirección predominante del SW (APG, 2012).

Ya en la zona costera, analizando los datos reportados con anterioridad por varias fuentes consultadas, el sector comprendido por la costa sur de Posorja y Playas se caracteriza por tener una gran dinámica debido a varios factores oceanográficos y morfológicos. Entre ellos están la línea de costa en dirección NE – SE, el sistema de olas provenientes del mar de fondo del pacífico SE, las cuales golpean la recta línea de costa perpendicularmente con gran energía que favorece el transporte de sedimentos el cual es muy severo.

De acuerdo a (Vera, 2009) quien realizó estudios de corrientes para INOCAR en el sector costero, reporta que se han registrado olas de hasta 3 metros de altura por acción del paso de las

embarcaciones. En este punto se realizaron mediciones durante 3 meses coincidiendo con la época lluviosa durante las cuales se hizo evidente la influencia del tráfico marítimo en la altura de las olas. Se encontró que la máxima ola registrada fue de 2,34 m proveniente del SW – W y períodos menores a 5 seg.

### 6.6.3 Estudio de Mareas

Las mareas en el área de estudio son de tipo semi diurnas, con dos pleamares y dos bajamares en el día sumando entre ellas un ciclo de 23 h 56 min. En la zona de Posorja se encuentra la estación mareográfica más antigua del Ecuador, sus registros son los más largos y confiables llegando a ser utilizados como base para el cálculo de otras estaciones mareográficas cercanas y como referente del altura de mareas en la zona del Golfo de Guayaquil.

De acuerdo a un análisis de mareas astronómicas del mareógrafo de Posorja, los niveles del mar característicos de esta zona son como indica la siguiente tabla:

**Tabla 6-10 Niveles del mar característicos de la zona**

NIVEL	ALTURA (m)
MHWS (Media de las más altas pleamares en sicigia)	2,70
MHW (Nivel medio del mar más alto)	2,37
MSL (Nivel medio del mar)	1,62
MLWS (Nivel medio de las más bajas bajamares de sicigia)	0,16

Fuente: Tabla de Mareas, INOCAR 2015

Elaborado por: Cardno

Fecha de elaboración: septiembre, 2016

## 6.7 Suelos

### 6.7.1 Metodología de Caracterización de Suelos

Considerando que el suelo es un cuerpo natural complejo, cuya caracterización e interpretación requiere de conocimientos y experiencias en campos científicos diferentes, el análisis de éste componente se efectuó tomando en consideración tres puntos de vista:

- > Identificación de las características físicas y mecánicas.
- > Determinación de las características edafológicas, la taxonomía de las poblaciones de los suelos, su morfología, las características químicas y fisiográficas,
- > Demarcación y su distribución geográfica, a partir de las cuales se determinó la capacidad de uso.

En función de los alcances que se propuso en el estudio de suelos, los criterios para ubicar los puntos de muestreo de suelo fueron:

- > Que sirvan para caracterizar los suelos desde los tres puntos de vista ya señalados, dentro de la zona directa del Puerto Marítimo.
- > Que sean representativos de las unidades fisiográficas y de los suelos del área directa del proyecto.
- > Realizar un muestreo de los diferentes horizontes de los suelos y determinar sus parámetros físicos, químicos y ambientales, mediante ensayos de campo y laboratorio.

Adicionalmente, debido a la existencia de diversos tipos de suelo se tomaron muestras por cada uno de los tipos de muestras existentes en el área como establece el numeral 4.5.1.1 del anexo 2 del TULSMA (A. M. NO. 097-A).

La etapa del trabajo de campo del componente suelo inició con un reconocimiento general del área de influencia del proyecto. Posteriormente, la descripción de los perfiles se realizó de acuerdo a la "Guía y Claves para la Descripción Perfiles de Suelos" de la FAO. Adicionalmente se recabó información sobre las características morfológicas del suelo incluyendo: (i) identificación de los horizontes o capas; (ii) profundidad, (iii) espesor, (iv) color, (v) textura, (vi) estructura, (vii) consistencia en húmedo y mojado, (viii) contenido de raíces y poros; así como (ix) el límite entre horizontes, (x) tipo de vegetación, (xi) drenaje y (xii) pendiente. La clasificación taxonómica de los suelos se realizó en base a los criterios de taxonomía de suelos del USDA 2010. La descripción detallada de los perfiles se encuentra en el Anexo C.6A.3.5.1 Edafológicos.

#### **6.7.1.1 Puntos de Muestreo**

Se realizaron 7 perforaciones manuales (calicatas) de hasta 1,00 m. de profundidad, las mismas que sirvieron para el análisis químico, edafológico y geotécnico. Cabe recalcar que para el punto de muestreo S1 no se pudo realizar una perforación manual (calicata) debido que la zona es manglar, lo que impide hacer una perforación; por lo cual para este punto de muestreo no se tendrá muestras para el análisis geotécnico. Se tomaron entre 4 a 5 muestras por calicata dependiendo del número de horizontes existentes, que dieron un total de 28. En el Anexo C Respaldos de Línea Base\_C.6A.2 se presentan las cadenas de custodia.

Para las características físico-químicas del suelo, estructura, textura, porosidad, profundidad, permeabilidad, salinización, contenido en materia orgánica, pH, y micro y macro nutrientes.

En cada punto de muestreo (calicata), el procedimiento realizado para la toma de muestras fue el siguiente:

- > Excavación de calicatas de un metro de ancho por un metro de profundidad.
- > Determinación de los horizontes en el perfil del suelo.
- > Toma de la muestra homogenizada para el análisis químico ambiental de los horizontes.
- > Muestreo de las muestras agronómicas en cada horizonte del suelo determinado.
- > Toma de la muestra geotécnica del fondo del perfil de la calicata.
- > Todas las muestras fueron recolectadas en funda ziploc, embaladas, rotuladas y transportadas en neveras portátiles hasta el laboratorio GRUNTEC (acreditado ante el Servicio de Acreditación Ecuatoriano -SAE), para su respectivo análisis; los parámetros evaluados son los que se encuentran en Tabla 1 Anexo 2 del Libro VI del Acuerdo Ministerial No. 097-A.

La ubicación de los sitios de calicatas se realizó mediante la utilización de un GPS, cabe mencionar que los puntos fueron ubicados en cada unidad fisiográfica presente en el área del predio en donde se implantará el proyecto. En la Tabla 6-11, se presenta los puntos de muestreo de suelo tomados en septiembre 2016 (Anexo B. Cartografía – Mapa 6.1-7.- Fisiografía y Suelo y Ubicación de Puntos de Muestreo de Suelo).

**Tabla 6-11 Ubicación de Puntos Actuales para el Muestreo de Suelos**

CÓDIGO MUESTRA	FECHA DE MUESTREO	Coordenadas		Coordenadas Geográficas		DESCRIPCIÓN INFRAESTRUCTURA A CONSTRUIRSE	MÉTODO DE RECOLECCIÓN
		Datum WGS84 Zona 17 Sur		Datum WGS84			
		Este (m)	Norte (m)	Latitud	Longitud		
S1	06/09/2016	582744	9703328	2° 41' 1,814" S	80° 15' 20,198" W	Terminal Multipropósito	No se realizó Calicata debido que la zona es un área de manglar
S2	06/09/2016	582589	9703224	2° 41' 5,204" S	80° 15' 25,215" W		Calicata
S3	05/09/2016	582108	9703093	2° 41' 9,480" S	80° 15' 40,790" W		Calicata
S4	05/09/2016	582599	9702534	2° 41' 27,675" S	80° 15' 24,878" W		Calicata
S5	05/09/2016	582081	9702662	2° 41' 23,517" S	80° 15' 41,656" W		Calicata
S6	06/09/2016	583021	9702375	2° 41' 32,845" S	80° 15' 11,208" W	Facilidades Anexas	Calicata
S7	06/09/2016	582978	9702870	2° 41' 16,725" S	80° 15' 12,611" W	Muelle	Calicata

Fuente: Cardno. Trabajo de campo, Septiembre, 2016

Elaborado por: Cardno

Fecha de elaboración: septiembre, 2016

Sistema de referencia: UTM WGS 84 17 Sur

Página en blanco

Tomando en consideración lo anteriormente expuesto, el código genérico presentado en la Tabla 6-11, presenta el lugar y las coordenadas del cual se extrajeron las muestras, y más adelante dependiendo del componente analizado (edafológico, físico-químico y geotécnico) se presenta los mismos códigos, pero incluyendo los siguientes acrónimos: medio ambientales (MA); edafológicas (A, A1, A2, dependiendo del horizonte de suelo); geotécnicas (G).

## 6.7.2 Análisis de Resultados

### 6.7.2.1 *Características Físicas de los Suelos*

Para determinar las características físico-mecánicas de los suelos se efectuaron trabajos de campo y laboratorio.

En los trabajos de campo se realizaron seis perforaciones mecánicas superficiales de hasta 1,00 m de profundidad. El objeto de estas perforaciones fue:

- > Definir el perfil estratigráfico de los suelos.
- > Tomar muestras para realizar análisis de laboratorio (físicos)
- > Realizar la clasificación los suelos de acuerdo al sistema unificado (SUCS)

Los análisis de las muestras se realizaron en laboratorios especializados de la ciudad de Quito y se detallan en el Informe de los análisis físico-químicos de suelos (Anexo C Respaldos Línea Base C.6A.3.5 Suelo). Los resultados de clasificación obtenidos se resumen en la Tabla 6-12.

**Tabla 6-12 Resumen de Ensayos de Clasificación de Muestras Actuales de Suelo**

CALICATA	PROF. (M)	HUMEDAD (%)	PASA # 4 (%)	PASA # 200 (%)	L.L. (%)	L.P. (%)	IP (%)	SUCS	DENSIDAD (T/M <sup>3</sup> )
S2-G	1	110,69	98,46	97,77	125,00	50,16	74,84	OH	1.41
S3-G	1	8,67	84,52	74,08	39,50	19,70	19,80	CL	1.57
S4-G	1	16,76	97,34	96,45	64,50	24,72	39,78	CH	1.39
S5-G	1	17,10	93,66	92,70	64,10	24,73	39,37	CH	1.47
S6-G	1	6,45	51,77	48,44	39,40	18,70	20,70	SC	1.48
S7-G	1	188,46	98,60	97,93	150,00	63,43	86,57	OH	1.27

LL= Límite líquido; LP= Límite plástico; IP= Índice de plasticidad; OH = Limo orgánicos; CH = Arcilla franca; CL = Arcilla limosa; SC = Arenas arcillosas

Fuente: Resultados de Laboratorio Geoconsult

Elaborado por: Cardno

Fecha de muestreo: septiembre 2016

Fecha de elaboración: septiembre 2016

Laboratorio responsable: Geoconsult

#### 6.7.2.1.1 **Densidad por Volumen**

Es la relación de la masa de una unidad de volumen de un material a una temperatura determinada a la masa del mismo volumen de agua destilada libre de gas a la misma temperatura.

En la zona de estudio, la densidad natural del subsuelo (horizonte C) varía entre 1.39 a 1.48 T/m<sup>3</sup>, desde el punto de vista geotécnico son suelos con gravedades específicas naturales bajas, susceptibles a la erosión.

**Tabla 6-13 Densidad por volumen de los Puntos Actuales del Muestreo de Suelos**

CÓDIGO MUESTRA	UNIDAD FISIOGRAFICA	DENSIDAD (t/ m3)
S2-G	Llanuras Onduladas	1,41
S3-G	Llanuras Onduladas	1,57
S4-G	Llanuras Onduladas	1,39
S5-G	Colinas muy bajas a bajas	1,47
S6-G	Llanuras Onduladas	1,48
S7-G	Llanuras Onduladas	1,27

Elaborado por: Cardno

Fecha de muestreo: septiembre 2016

Fecha de elaboración: septiembre 2016

Laboratorio responsable: Geoconsult

#### **6.7.2.1.2 Índice de Plasticidad**

El índice de plasticidad (IP) es la diferencia entre los límites líquidos (LL) y plásticos (LP) de los suelos (es conocido como el Límite de Atterberg). Este índice tiene una relación inversa con la permeabilidad y compresibilidad del suelo; mientras más bajo es el valor del IP, más altos son los valores de permeabilidad y compresibilidad, y viceversa. Un suelo con un IP entre 0-3 es no-plástico; entre 4-15 ligeramente plástico, entre 15-30 moderadamente plástico y superior de 30 es altamente plástico.

Las muestras tomadas en el área de estudio presentan un rango de IP que va desde moderadamente plástico (como por ejemplo las muestras S3-G, S6-G) hasta plástico (como la muestra S7-G la cual tiene un IP de 86,57%).

#### **6.7.2.1.3 Sistema Unificado de Clasificación de los Suelos (SUCS)**

La clasificación está basada principalmente en los límites de Atterberg, tamaño de las partículas y el contenido de la materia orgánica.

Desde el punto de vista geotécnico los suelos del Puerto Marítimo, en la mayoría de los casos constituyen limos y arcillas de alta plasticidad. Una propiedad interesante es su baja permeabilidad lo cual no favorece a la infiltración hacia el subsuelo de fluidos contaminantes. De acuerdo a la clasificación SUCS corresponden en al tipo OH, CH, CL, y SC, por lo que se clasifican a los primeros como suelos residuales, CH son arcillas inorgánicas, OH arcillas orgánicas, de alta plasticidad; y los suelos ML son limos arenosos de plasticidad baja; SC arenas arcillosas, moderadamente plásticos.

#### **6.7.2.2 Características Químicas de los Suelos**

El objetivo de evaluar las características químicas es determinar las condiciones actuales de los suelos que se ubican dentro del área de estudio, lo cual puede estimarse mediante un análisis de laboratorio de muestras tomadas en diferentes puntos de interés, dentro del Terminal Marítimo.

La base para determinar las características físico-químicas del recurso suelo fue: la evaluación de las condiciones actuales del área de estudio y la identificación de diferentes actividades que podrían modificar las características actuales del suelo.

En concordancia con lo arriba expuesto se escogieron siete puntos de muestreo, los mismos que coincidieron con las calicatas de muestreo para los análisis físicos y edafológicos. Su localización geográfica se indica en la Tabla 6-11

Las muestras se tomaron manualmente del horizonte A en la mayoría de los casos y una compuesta de todo el perfil del suelo en varios casos, y se embalaron en fundas plásticas, en las que fueron

mezcladas para tener una muestra homogénea, y se las transporta hasta los laboratorios de la ciudad de Quito en una nevera portátil.

#### 6.7.2.2.1 Parámetros Analizados

Los análisis de laboratorio se orientaron a determinar el contenido de los parámetros establecidos en la Tabla 1 Criterios de Calidad de Suelos, Anexo 2 del Libro VI del AM No. 097-A. A continuación se presentan los parámetros a analizarse:

**Tabla 6-14 Parámetros analizados en las muestras actuales de suelo colectadas (Septiembre 2016)**

PARÁMETROS GENERALES
pH, Conductividad
PARÁMETROS INORGÁNICOS
Arsénico, Azufre, Bario, Boro, Cianuro, Cromo Total, Cromo VI, Cobalto, Cadmio, Cobre, Estaño, Mercurio, Molibdeno, Níquel, Plomo, Selenio, Vanadio, Zinc.

Fuente: Anexo 2 del Libro VI del AM No. 097-A

Elaborado por: Cardno

Fecha de elaboración: septiembre 2016

Todos los parámetros analizados se encuentran en el Anexo C.6A.3.5.2- Resultados de laboratorio.

Página en blanco

6.7.2.2.2 Análisis de Resultados

Parámetros generales

Tabla 6-15 Resultados químicos de las muestras actuales de suelos (Septiembre 2016)

PARÁMETRO	UNIDADES	TABLA 1, ANEXO 2, A. M. NO. 097-A	MUESTRAS						
			S1-MA	S2-MA	S3-MA	S4-MA	S5-MA-	S6-MA	S7-MA
Parámetros Generales									
pH		6 - 8	7,5	7,5	7,7	7,7	7,8	7,9	7,5
Conductividad	uS/m	200	15610	41800	1895	2050	1489	1971	13210
Parámetros Inorgánicos									
Arsénico	mg/kg	12	4,2	2,4	1,8	4	3,3	10	3,4
Azufre	mg/kg	250	7704	11235	500	500	500	500	3434
Bario	mg/kg	200	32	150	51	112	82	209	67
Boro	mg/kg	1	9	21	1	1	1	4	6
Cobalto	mg/kg	10	11	5,5	7,7	16	13	8,1	8,9
Cadmio	mg/kg	0,5	0,1	0,1	0,1	0,2	0,4	0,3	0,1
Cobre	mg/kg	25	24	12	9,7	39	36	8	23
Cromo	mg/kg	54	25	11	24	33	29	7,3	21
Cromo Hexavalente	mg/kg	0,4	1	1	1	1	1	1	1
Cianuro libre	mg/kg	0,9	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
Estaño	mg/kg	5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Mercurio	mg/kg	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Molibdeno	mg/kg	5	1,5	0,2	0,4	0,5	0,4	0,6	0,5
Níquel	mg/kg	19	16	8	16	32	24	12	17
Plomo	mg/kg	19	5,1	6,8	4,1	4,8	4,7	5,7	5,9
Selenio	mg/kg	1	1	1	1	1	1	1	1

PARÁMETRO	UNIDADES	TABLA 1, ANEXO 2, A. M. NO. 097-A	MUESTRAS						
			S1-MA	S2-MA	S3-MA	S4-MA	S5-MA-	S6-MA	S7-MA
Vanadio	mg/kg	76	45	21	35	52	50	27	32
Zinc	mg/kg	60	45	25	44	55	88	35	42

Fuente: Resultados de Laboratorio Gruentec

Elaborado por: Cardno

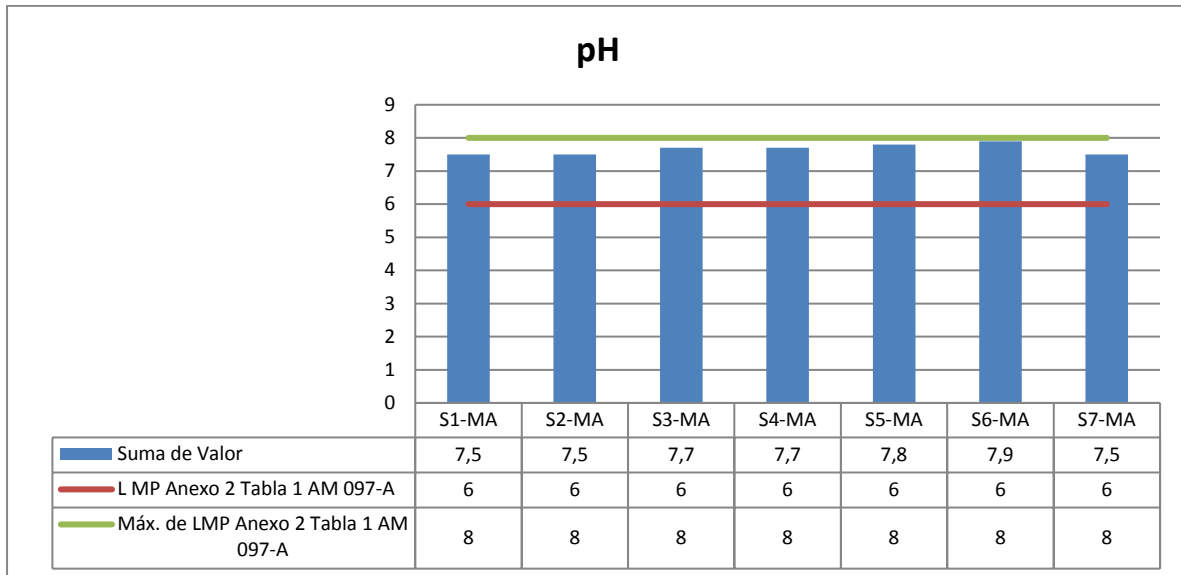
Fecha de muestreo: septiembre 2016

Fecha de elaboración: septiembre 2016

Laboratorio responsable: Gruentec

### 6.7.2.2.1 pH

El pH mide la actividad de los H+ libres en la solución del suelo (acidez actual) y de los H+ fijados sobre el complejo de cambio (acidez potencial); además tiene un rol clave en la disponibilidad de los nutrientes de las plantas, mediante el control de las formas químicas de los nutrientes. Todas las muestras se encuentran dentro de los criterios de calidad establecidos en la Tabla 1 (criterios de calidad de suelo) del Anexo 2 del A. M. NO. 097-A.



**Figura 6-13 Valores de pH Registrados en el muestreo actual**

Fuente: Resultados de Laboratorio Gruentec

Elaborado por: Cardno

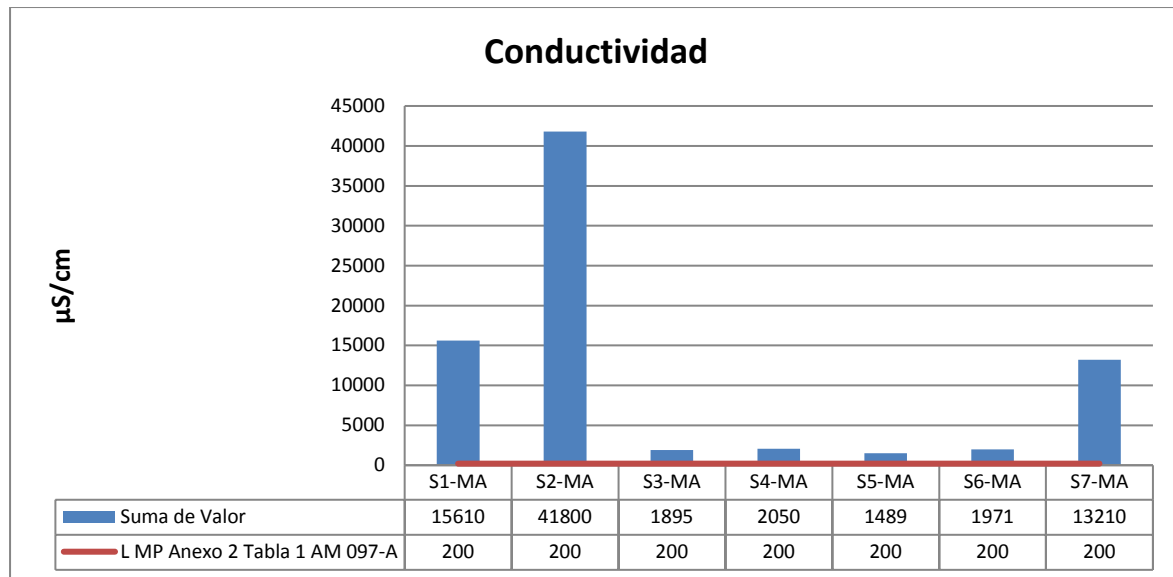
Fecha de muestreo: septiembre 2016

Fecha de elaboración: septiembre 2016

Laboratorio responsable: Gruentec

### 6.7.2.2.2 Conductividad

Todas las muestras se encuentran por encima de los criterios de calidad de la Tabla 1 (criterios de calidad de suelo) del Anexo 2 del A. M. NO. 097-A.



**Figura 6-14 Valores de Conductividad registrados en el muestreo actual**

Fuente: Resultados de Laboratorio Gruentec

Elaborado por: Cardno

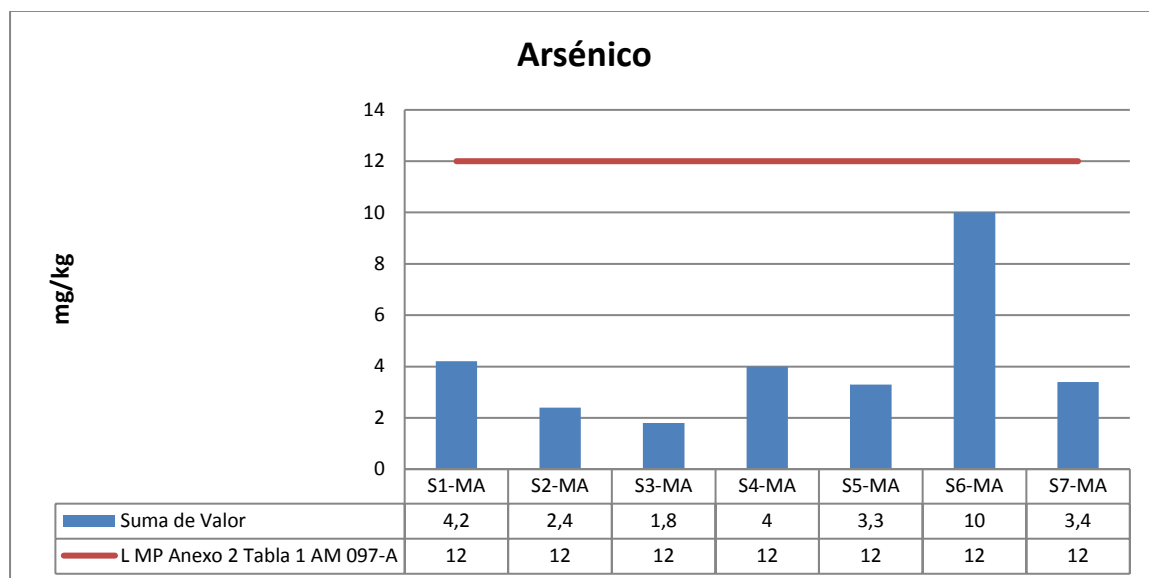
Fecha de muestreo: septiembre 2016

Fecha de elaboración: septiembre 2016

Laboratorio responsable: Gruentec

#### 6.7.2.2.3 Arsénico

Todas las muestras se encuentran por debajo de los criterios de calidad de la Tabla 1 (criterios de calidad de suelo) del Anexo 2 del A. M. No. 097-A.



**Figura 6-15 Valores de Arsénico registrados en el muestreo actual**

Fuente: Resultados de Laboratorio Gruentec

Elaborado por: Cardno

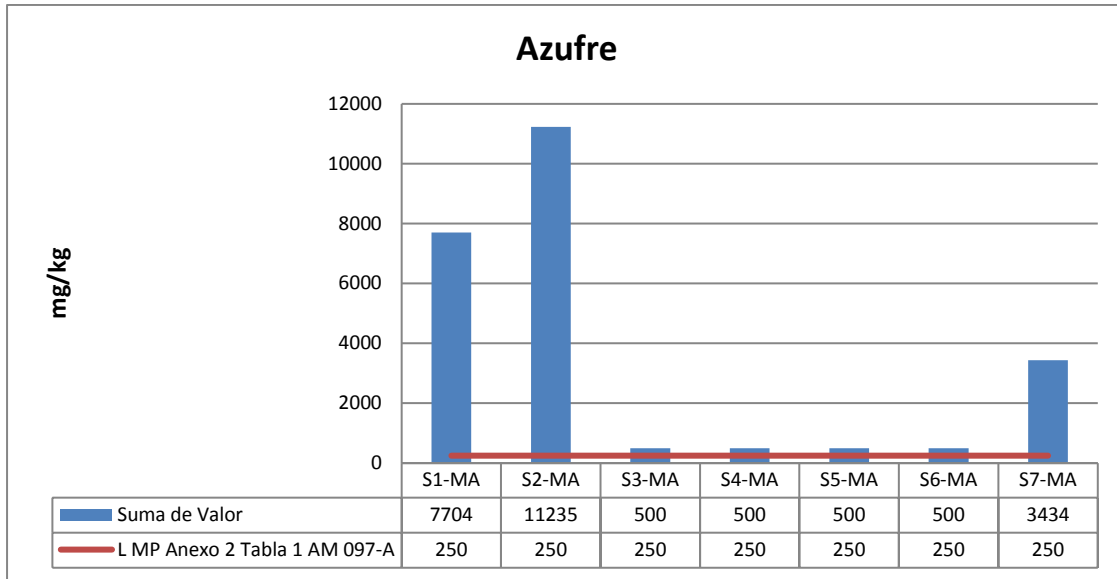
Fecha de muestreo: septiembre 2016

Fecha de elaboración: septiembre 2016

Laboratorio responsable: Gruentec

#### 6.7.2.2.4 Azufre

Todas las muestras superan los criterios de calidad de la Tabla 1 (criterios de calidad de suelo) del Anexo 2 del A. M. No. 097-A.



**Figura 6-16 Valores de Azufre registrados en el muestreo actual**

Fuente: Resultados de Laboratorio Gruentec

Elaborado por: Cardno

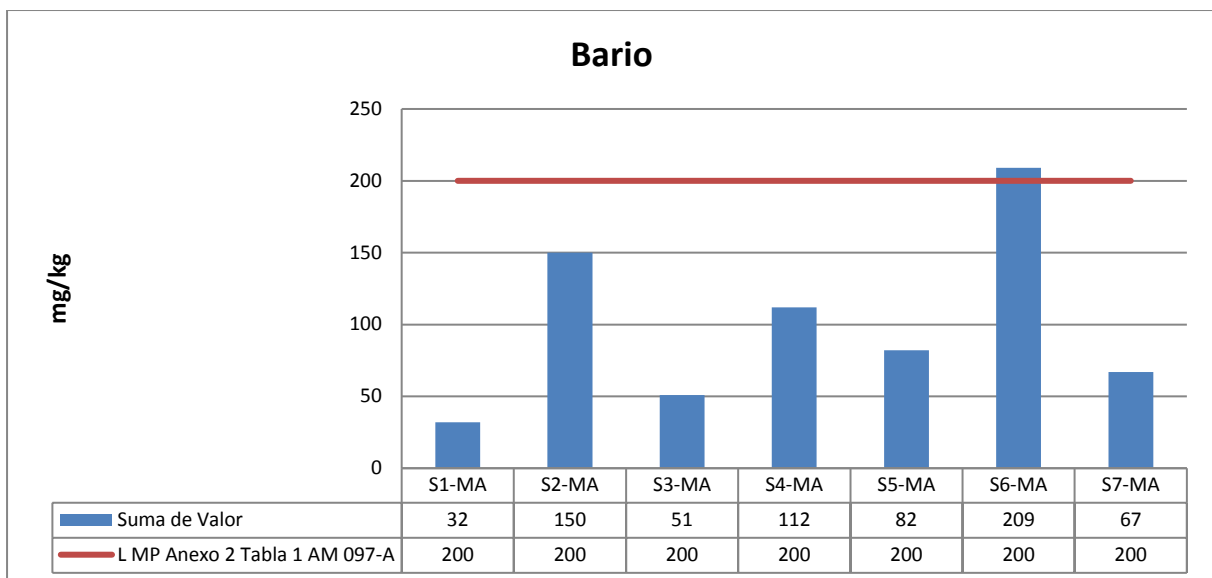
Fecha de muestreo: septiembre 2016

Fecha de elaboración: septiembre 2016

Laboratorio responsable: Gruentec

#### 6.7.2.2.5 Bario

Todas las muestras se encuentran por debajo de los criterios de calidad de la Tabla 1 (criterios de calidad de suelo) del Anexo 2 del A. M. No. 097-A, a excepción de la muestra S6-MA.



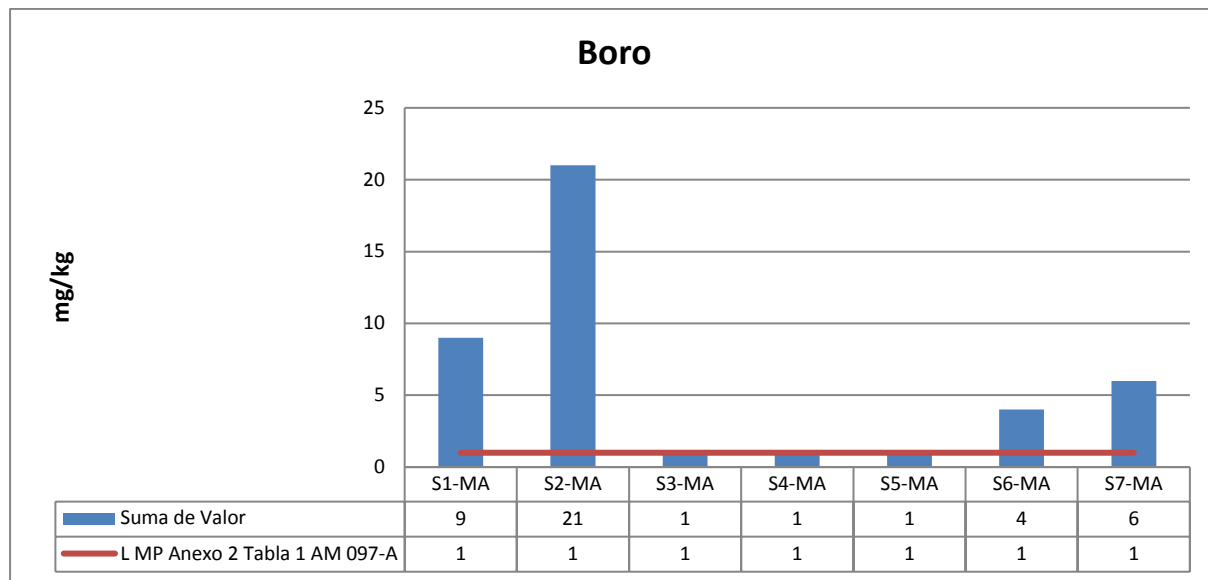
**Figura 6-17 Valores de Bario registrados en el muestreo actual**

Fuente: Resultados de Laboratorio Gruentec

Elaborado por: Cardno  
 Fecha de muestreo: septiembre 2016  
 Fecha de elaboración: septiembre 2016  
 Laboratorio responsable: Gruentec

### 6.7.2.2.2.6 Boro

Las muestras S1-MA, S2-MA, S6-MA y S7-MA se encuentran por encima de los criterios de calidad de la Tabla 1 (criterios de calidad de suelo) del Anexo 2 del A. M. No. 097-A.

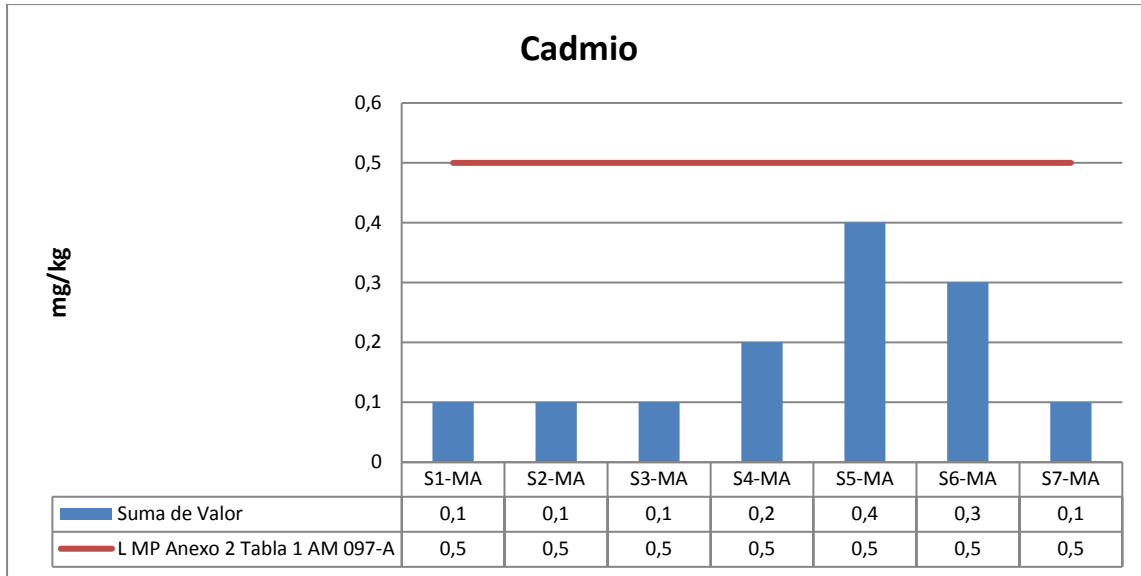


**Figura 6-18 Valores de Boro registrados en el muestreo actual**

Fuente: Resultados de Laboratorio Gruentec  
 Elaborado por: Cardno  
 Fecha de muestreo: septiembre 2016  
 Fecha de elaboración: septiembre 2016  
 Laboratorio responsable: Gruentec

### 6.7.2.2.2.7 Cadmio

Todas las muestras se encuentran por debajo de los criterios de calidad de la Tabla 1 (criterios de calidad de suelo) del Anexo 2 del A. M. No. 097-A.



**Figura 6-19 Valores de Cadmio registrados en el muestreo actual**

Fuente: Resultados de Laboratorio Gruentec

Elaborado por: Cardno

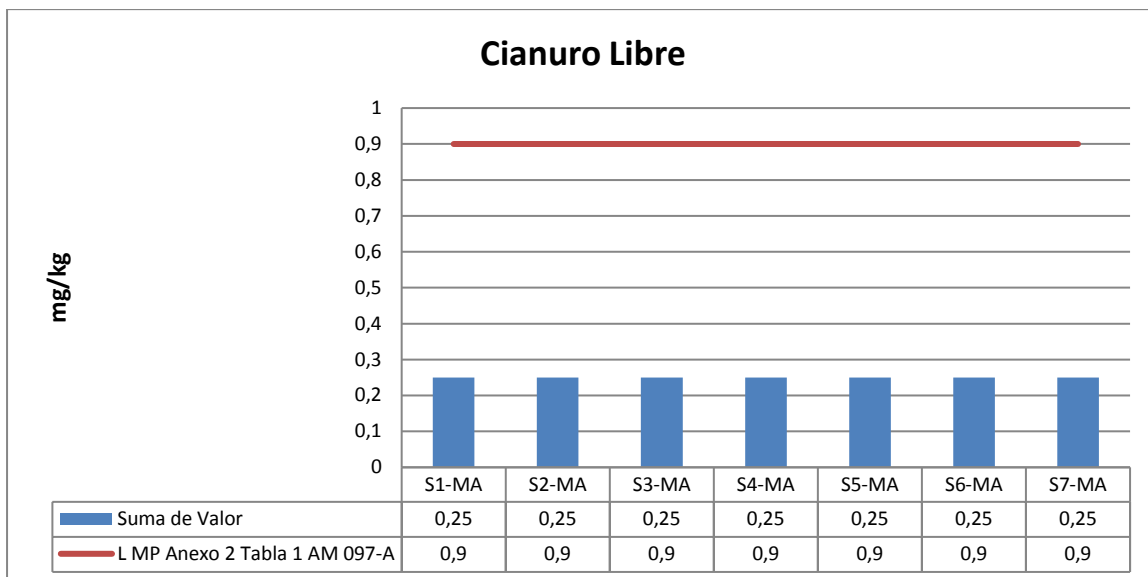
Fecha de muestreo: septiembre 2016

Fecha de elaboración: septiembre 2016

Laboratorio responsable: Gruentec

#### 6.7.2.2.8 Cianuro Libre

Todas las muestras se encuentran por debajo de los criterios de calidad de la Tabla 1 (criterios de calidad de suelo) del Anexo 2 del A. M. No. 097-A.



**Figura 6-20 Valores de Cianuro Libre registrados en el muestreo actual**

Fuente: Resultados de Laboratorio Gruentec

Elaborado por: Cardno

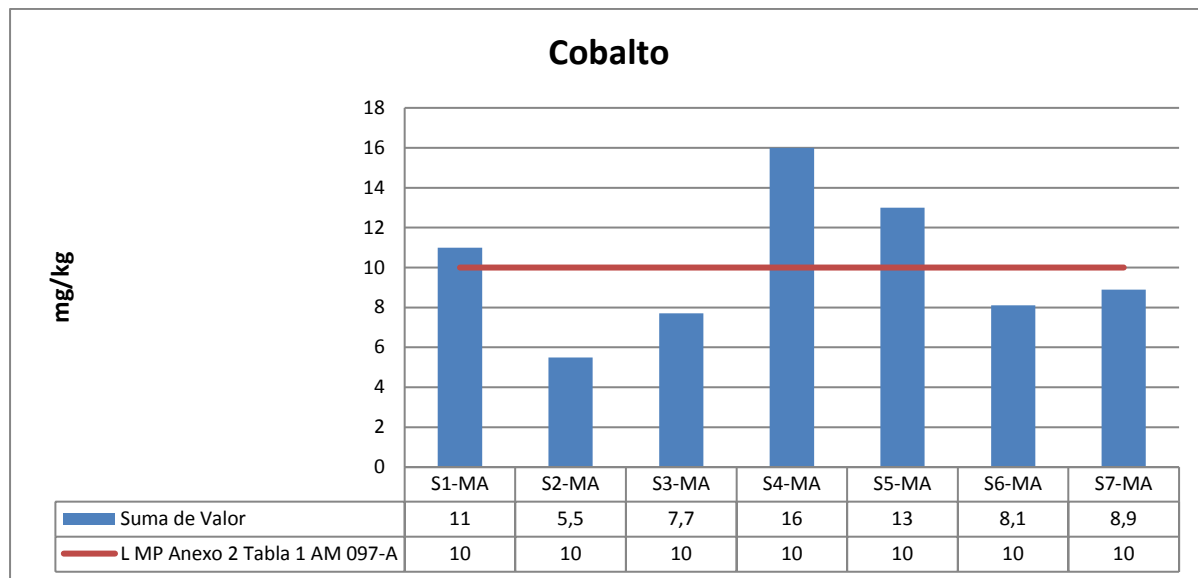
Fecha de muestreo: septiembre 2016

Fecha de elaboración: septiembre 2016

Laboratorio responsable: Gruentec

### 6.7.2.2.9 Cobalto

Todas las muestras se encuentran por debajo de los criterios de calidad de la Tabla 1 (criterios de calidad de suelo) del Anexo 2 del A. M. No. 097-A, a excepción de las muestras S1-MA, S4-MA y S5-MA.



**Figura 6-21 Valores de Cobalto registrados en el muestreo actual**

Fuente: Resultados de Laboratorio Gruentec

Elaborado por: Cardno

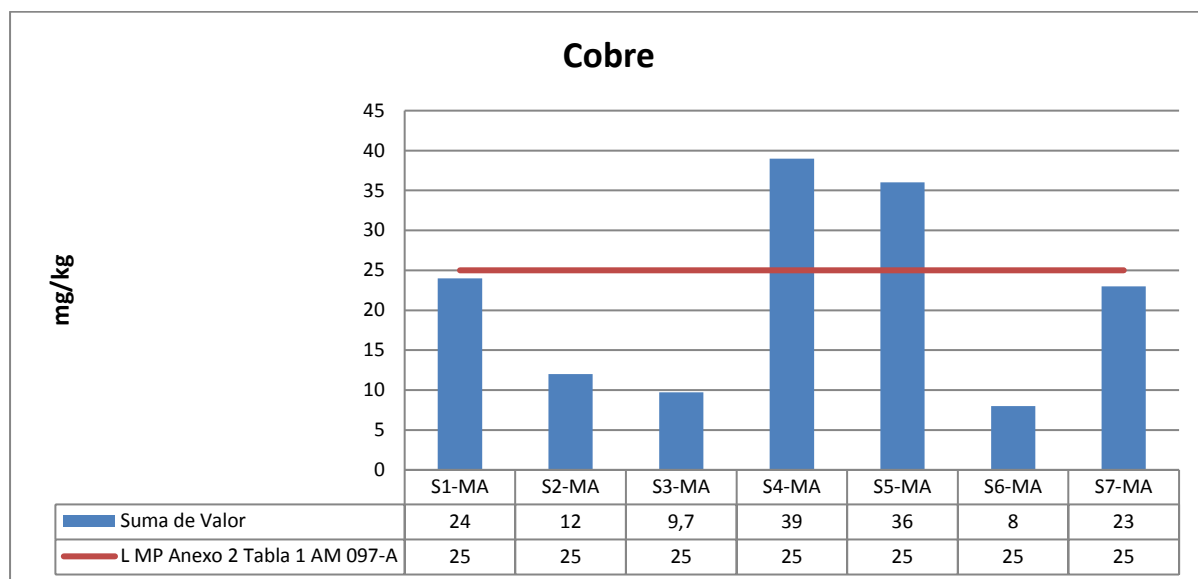
Fecha de muestreo: septiembre 2016

Fecha de elaboración: septiembre 2016

Laboratorio responsable: Gruentec

### 6.7.2.2.10 Cobre

Todas las muestras se encuentran por debajo de los criterios de calidad de la Tabla 1 (criterios de calidad de suelo) del Anexo 2 del A. M. No. 097-A, a excepción de las muestras S4-MA y S5-MA.



**Figura 6-22 Valores de Cobre registrados en el muestreo actual**

Fuente: Resultados de Laboratorio Gruentec

Elaborado por: Cardno

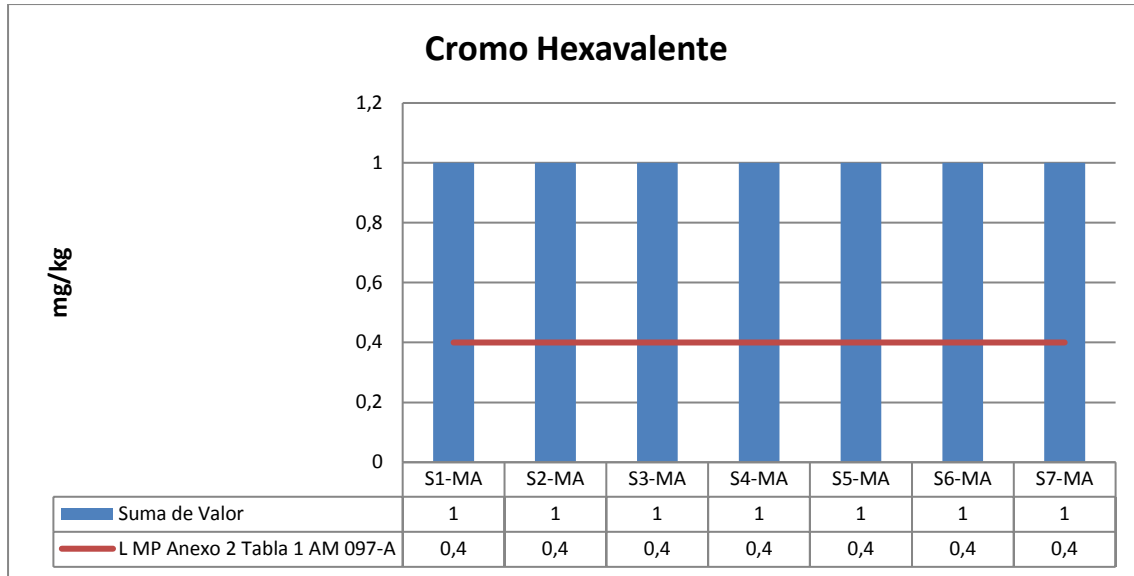
Fecha de muestreo: septiembre 2016

Fecha de elaboración: septiembre 2016

Laboratorio responsable: Gruentec

### 6.7.2.2.11 Cromo Hexavalente

Todas las muestras superan los criterios de calidad de la Tabla 1 (criterios de calidad de suelo) del Anexo 2 del A. M. No. 097-A, estos valores se deben a los límites de cuantificación del laboratorio y en realidad hacen referencia a un comprendido entre 0 y 1 mg/kg y por ende no es factible concluir si efectivamente se supera el CC.



**Figura 6-23 Valores de Cromo Hexavalente registrados en el muestreo actual**

Fuente: Resultados de Laboratorio Gruentec

Elaborado por: Cardno

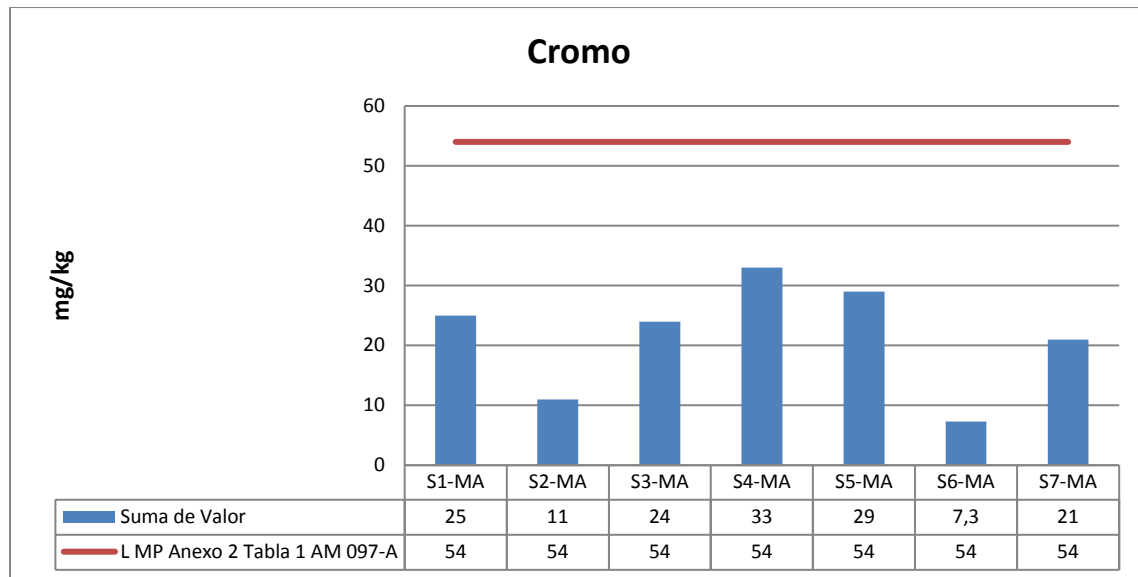
Fecha de muestreo: septiembre 2016

Fecha de elaboración: septiembre 2016

Laboratorio responsable: Gruentec

### 6.7.2.2.12 Cromo

Todas las muestras se encuentran por debajo de los criterios de calidad de la Tabla 1 (criterios de calidad de suelo) del Anexo 2 del A. M. No. 097-A.



**Figura 6-24 Valores de Cromo registrados en el muestreo actual**

Fuente: Resultados de Laboratorio Gruentec

Elaborado por: Cardno

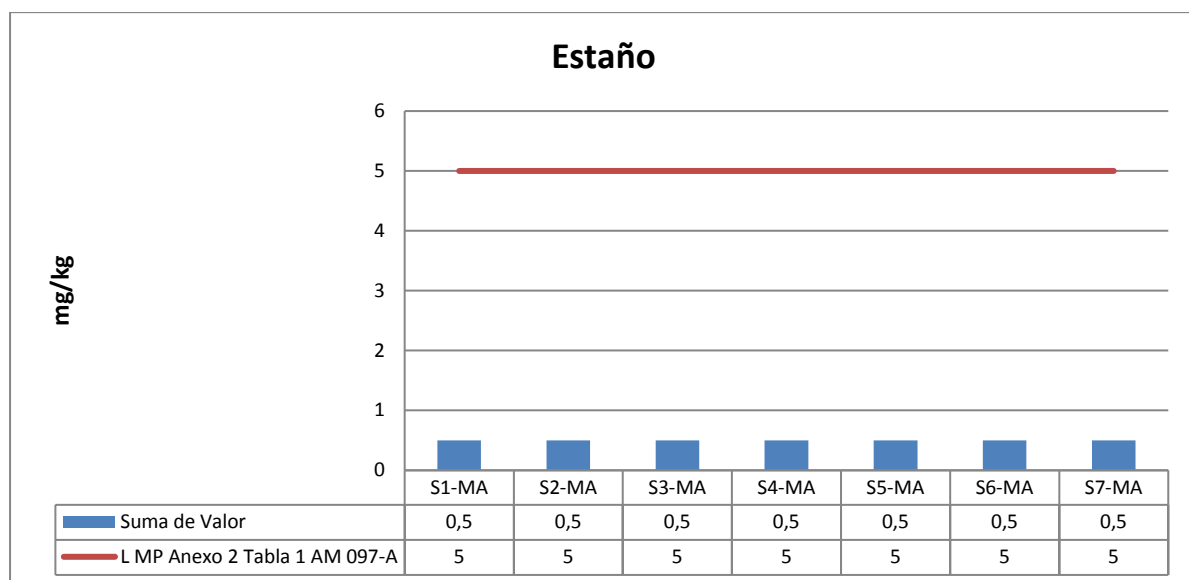
Fecha de muestreo: septiembre 2016

Fecha de elaboración: septiembre 2016

Laboratorio responsable: Gruentec

#### 6.7.2.2.13 Estaño

Todas las muestras se encuentran por debajo de los criterios de calidad de la Tabla 1 (criterios de calidad de suelo) del Anexo 2 del A. M. No. 097-A.



**Figura 6-25 Valores de Estaño registrados en el muestreo actual**

Fuente: Resultados de Laboratorio Gruentec

Elaborado por: Cardno

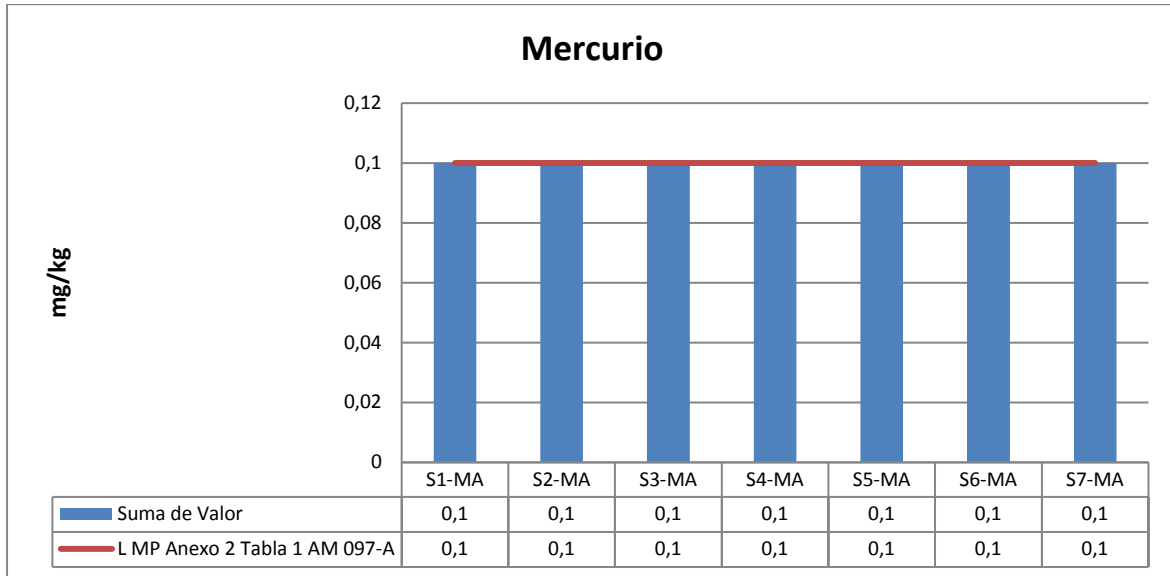
Fecha de muestreo: septiembre 2016

Fecha de elaboración: septiembre 2016

Laboratorio responsable: Gruentec

#### 6.7.2.2.14 Mercurio

Todas las muestras se encuentran por debajo de los criterios de calidad de la Tabla 1 (criterios de calidad de suelo) del Anexo 2 del A. M. No. 097-A.



**Figura 6-26 Valores de Mercurio registrados en el muestreo actual**

Fuente: Resultados de Laboratorio Gruentec

Elaborado por: Cardno

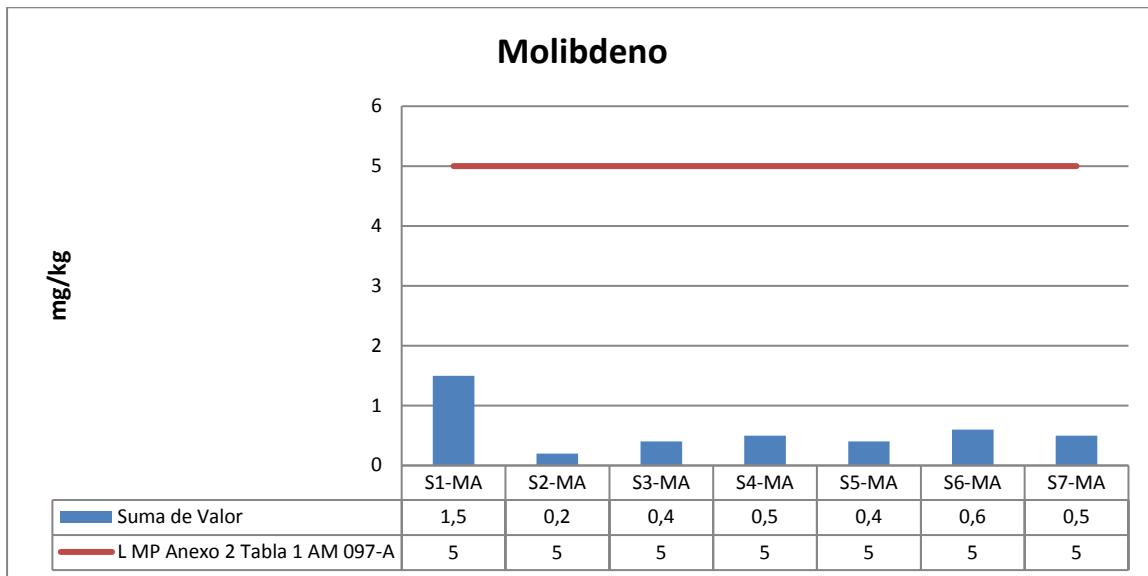
Fecha de muestreo: septiembre 2016

Fecha de elaboración: septiembre 2016

Laboratorio responsable: Gruentec

#### 6.7.2.2.15 Molibdeno

Todas las muestras se encuentran por debajo de los criterios de calidad de la Tabla 1 (criterios de calidad de suelo) del Anexo 2 del A. M. No. 097-A.



**Figura 6-27 Valores de Molibdeno registrados en el muestreo actual**

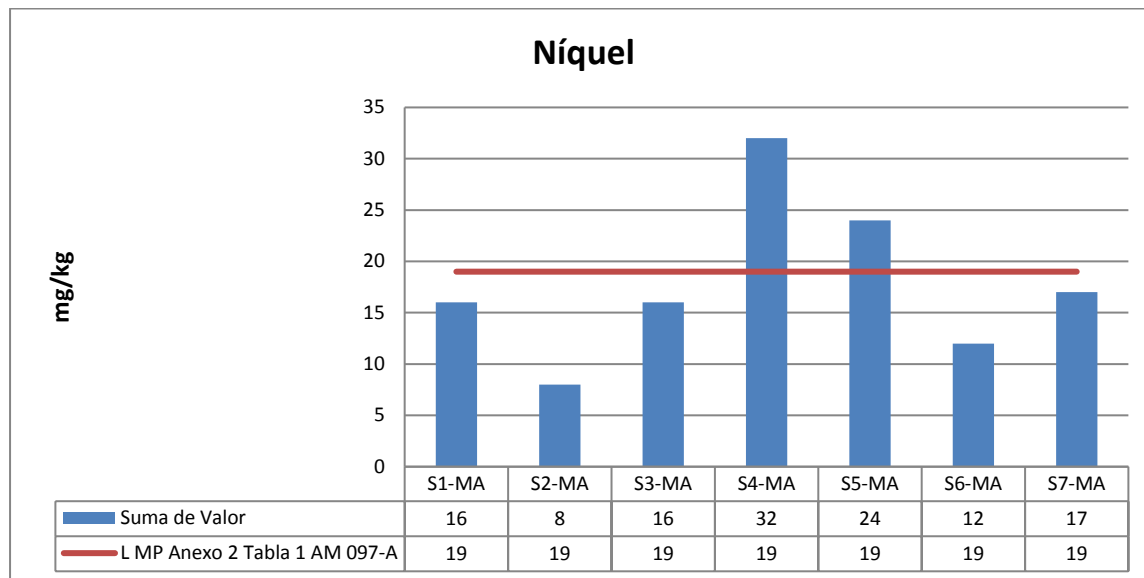
Fuente: Resultados de Laboratorio Gruentec

Elaborado por: Cardno

Fecha de muestreo: septiembre 2016  
 Fecha de elaboración: septiembre 2016  
 Laboratorio responsable: Gruentec

### 6.7.2.2.16 Níquel

Todas las muestras se encuentran por debajo de los criterios de calidad de la Tabla 1 (criterios de calidad de suelo) del Anexo 2 del A. M. No. 097-A, a excepción de las muestras S4-MA y S5-MA.

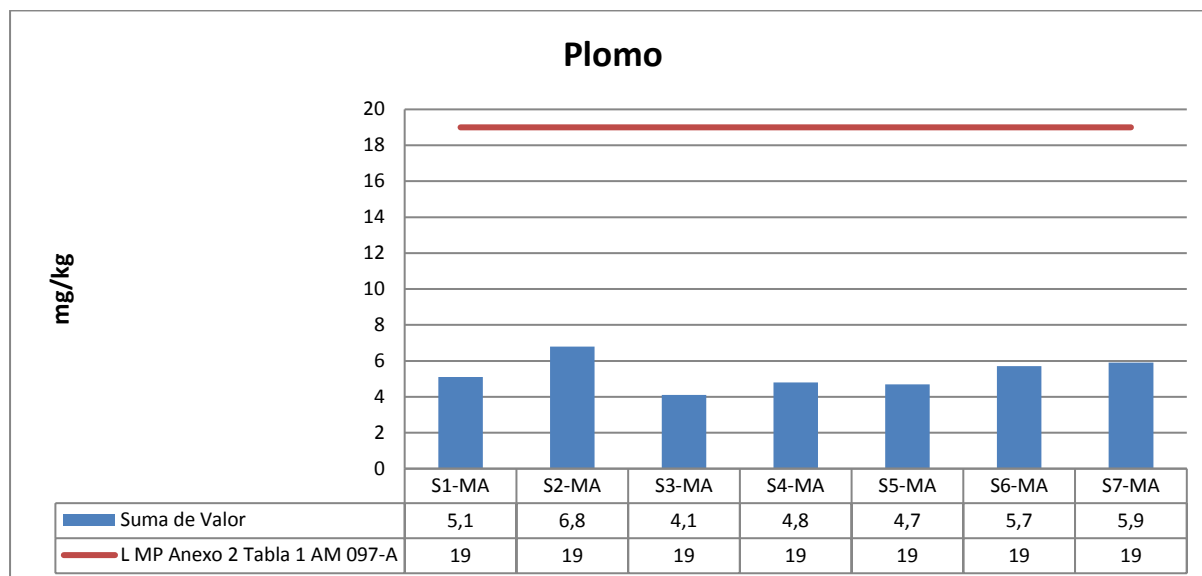


**Figura 6-28 Valores de Níquel registrados en el muestreo actual**

Fuente: Resultados de Laboratorio Gruentec  
 Elaborado por: Cardno  
 Fecha de muestreo: septiembre 2016  
 Fecha de elaboración: septiembre 2016  
 Laboratorio responsable: Gruentec

### 6.7.2.2.17 Plomo

Todas las muestras se encuentran por debajo de los criterios de calidad de la Tabla 1 (criterios de calidad de suelo) del Anexo 2 del A. M. No. 097-A.

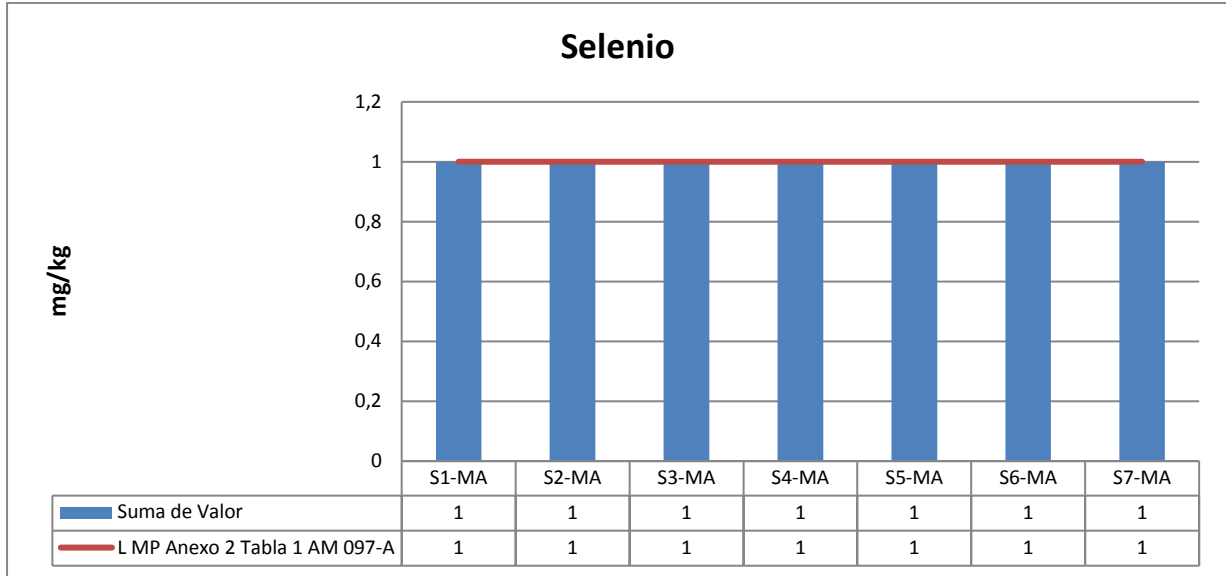


**Figura 6-29 Valores de Plomo registrados en el muestreo actual**

Fuente: Resultados de Laboratorio Gruentec  
 Elaborado por: Cardno  
 Fecha de muestreo: septiembre 2016  
 Fecha de elaboración: septiembre 2016  
 Laboratorio responsable: Gruentec

**6.7.2.2.2.18 Selenio**

Todas las muestras se encuentran por debajo de los criterios de calidad de la Tabla 1 (criterios de calidad de suelo) del Anexo 2 del A. M. No. 097-A.

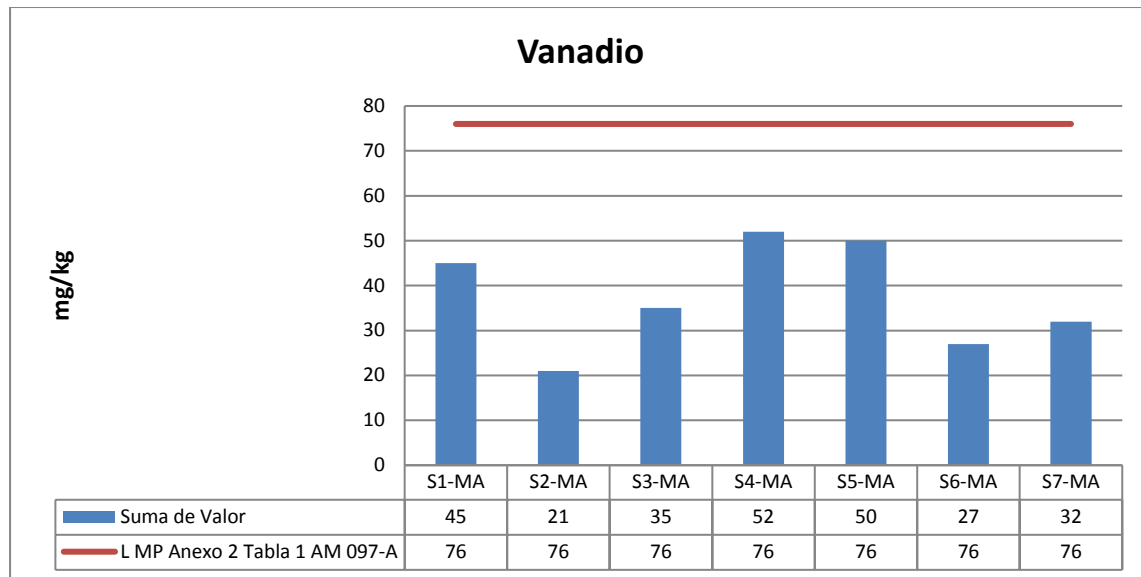


**Figura 6-30 Valores de Selenio registrados en el muestreo actual**

Fuente: Resultados de Laboratorio Gruentec  
 Elaborado por: Cardno  
 Fecha de muestreo: septiembre 2016  
 Fecha de elaboración: septiembre 2016  
 Laboratorio responsable: Gruentec

**6.7.2.2.2.19 Vanadio**

Todas las muestras se encuentran por debajo de los criterios de calidad de la Tabla 1 (criterios de calidad de suelo) del Anexo 2 del A. M. No. 097-A.



**Figura 6-31 Valores de Vanadio registrados en el muestreo actual**

Fuente: Resultados de Laboratorio Gruentec

Elaborado por: Cardno

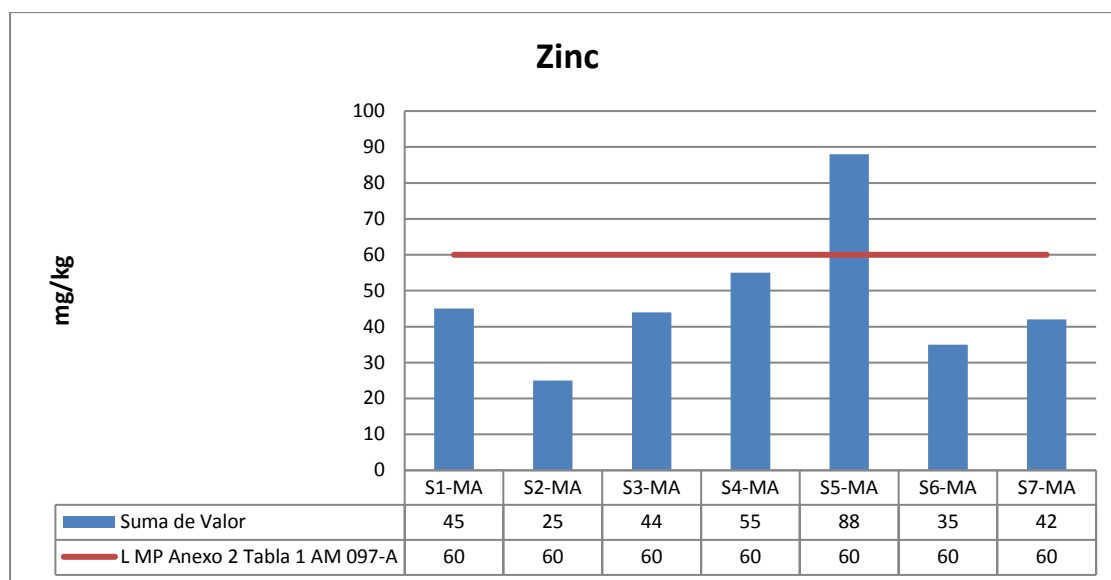
Fecha de muestreo: septiembre 2016

Fecha de elaboración: septiembre 2016

Laboratorio responsable: Gruentec

#### 6.7.2.2.2.20 Zinc

Todas las muestras se encuentran por debajo de los criterios de calidad de la Tabla 1 (criterios de calidad de suelo) del Anexo 2 del A. M. No. 097-A, a excepción de la muestra S5-MA.



**Figura 6-32 Valores de Zinc registrados en el muestreo actual**

Fuente: Resultados de Laboratorio Gruentec

Elaborado por: Cardno

Fecha de muestreo: septiembre 2016

Fecha de elaboración: septiembre 2016

Laboratorio responsable: Gruentec

### 6.7.2.2.3 Discusión de Resultados y Conclusiones

Los valores altos de conductividad eléctrica, boro y azufre, en la mayoría de las muestras analizadas se deben a que son suelos con influencia marina; ya que los puntos de muestreo de suelos se encuentran localizados cerca de aguas interiores marinas.

Los metales pesados que presentan valores por encima de los criterios de calidad establecidos por la normativa ambiental vigente, se presentan de manera natural o debido a actividades antrópicas. Entre las principales fuentes antropogénicas que generan concentración y movilidad de los metales en suelos, están: los productos químicos agrícolas, actividades mineras, actividades industriales (generación de electricidad, fábricas de hierro y acero, fábricas de baterías, etc.) y residuos domésticos.

Los valores por encima de los LMP de los elementos bario, cobalto, cobre, níquel y zinc de algunas muestras, analizadas para el proyecto, se deben principalmente a las características geológicas donde se encuentra asentado el proyecto, ya que esta zona está catalogada como depósitos de aluviales, influyendo en este caso las corrientes fluviales, el oleaje y la mareas. Al estar influenciado por las corrientes marinas, estas pueden presentar valores altos en estos metales los cuales se asentaron en el suelo de la zona de estudio.

Los demás parámetros medidos en el sector donde se implementará el proyecto, deberán ser establecidos como valores de fondo.

### 6.7.2.3 Características Edafológicas de los Suelos

El análisis de éste componente hace referencia a la caracterización de las diferentes unidades fisiográficas y de suelos identificados en el área del Terminal Marítimo, cuyos objetivos son los siguientes:

- Identificar y cartografiar las unidades fisiográficas y dentro de estas a los diferentes suelos que lo conforman.
- Conocer las características físico-químicas y morfológicas de los suelos.
- Determinar la Capacidad de Uso de los suelos y Conflictos de Uso.

El inventario-diagnóstico en el presente estudio de suelos con fines edafológicos, está basado en la generación y preparación de información de carácter primario, sobre la base a investigaciones de campo y a información secundaria general existente para el área.

Con el propósito de dar cumplimiento con los objetivos del estudio, se realizó trabajos de oficina como de campo.

En los trabajos de gabinete se analizó y evaluó la información secundaria existente, la misma que sirvió, para la elaboración del mapa preliminar, donde se localizaron los sitios de muestreo, para la posterior descripción de los perfiles de suelos en campo. Se elaboró el mapa definitivo y la memoria técnica correspondiente.

La etapa del trabajo de campo se inició con un reconocimiento general del área de influencia del Área de estudio a evaluarse. La investigación de los suelos, con fines edafológicos, consistió en describir perfiles en calicatas abiertas en sitios representativos de las unidades fisiográficas.

Los análisis agronómicos se realizaron en el laboratorio del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) de la ciudad de Quito, y los resultados se detallan en el Informe de análisis agronómicos de suelos (Anexo C.6A.3.5.1 Edafológicos). Los resultados de los suelos analizados obtenidos se resumen en la siguiente tabla, y su análisis en las sub secciones siguientes.

Página en blanco

**Tabla 6-16 Resumen de los Resultados Agronómicos actuales de Suelo**

MUESTRA	FECHA DE MUESTREO	HORIZONTE	PROFUNDIDAD (CM)	PH	CE (DS/M)	MO (%)	NH4 (PPM)	P (PPM)	K (meq/100MI)	TEXTURA
S1-A1	06/09/2016	A	0 - 15	8,01	45,9	6,80	41	16	3,80	Arcilloso-Limoso
S2-A1		A	0 - 20	7,60	79,5	1,10	2,50	11	4,50	Franco-Limoso
S2-A2		B1	20 - 60	6,84	65,90	1,80	7,50	29	3,90	Arcilloso
S2-A3		B2	60 - 100	7,60	84	4,90	4,86	11	4.30	Franco-Limoso
S3-A1	05/09/2016	A	0 - 15	7,54	0,39	1,70	10	4,08	0,35	Franco-Arenoso
S3-A2		B1	15 - 100	7,32	0,17	0,70	17	0,36	0,15	Franco-Arenoso
S4-A1		A	0 -16	7,40	0,56	4,60	26	4,6	0,48	Franco-Arcilloso
S4-A2		B1	16 -100	8,02	0,35	1,80	28	1,89	0,35	Arcilloso
S5-A1	06/09/2016	A	0 - 10	7,43	0,20	2,50	33	2,60	0,19	Arcilloso
S5-A2		B1	10 - 100	8,50	0,31	2,10	19	5,09	0,17	Franco-Limoso
S6-A1		A	0 - 20	8,99	4,30	0,70	2,24	2,58	0,92	Franco-Arcilloso-Arenoso
S6-A2		B1	20 - 60	8,80	1,89	0,80	7,58	2,95	0,36	Franco-Arcilloso-Arenoso
S6-A3		B2	60 - 100	7,22	3,42	1,80	30	5,20	0,39	Franco-Arcilloso-Arenoso
S7-A1		A	0 - 20	7,76	34,80	3,30	55	23	4,30	Franco-Limoso
S7-A2		B1	20 - 100	7,57	38,10	13,70	36	16	3,60	Franco-Limoso

Fuente: Resultados de Laboratorio INIAP

Elaborado por: Cardno

Fecha de muestreo: septiembre 2016

Fecha de elaboración: septiembre 2016

Laboratorio responsable: INIAP

Página en blanco

### 6.7.2.3.1 Fisiografía y Suelos

Los suelos del área de estudio se ubican fisiográficamente en el Gran Paisaje De la Costa del Ecuador, comprende geográficamente la región de la Península de Santa Elena, la que se presenta alargada en sentido norte – sur.

Se han identificado los siguientes paisajes: Colinas muy bajas a bajas (C1). Llanuras onduladas (LL), terrazas marinas (Tm), Mangla (MG), Playas marina (Pm) y Terrazas Aluviales (Ta).

Los suelos se han formado en un ambiente denudativo y agradacional, donde los agentes geomorfológicos actuantes más destacados son: la pluviometría (humedad: Ústico), la temperatura ambiente (Isotérmico de 13° a 22° C), la morfología, la dinámica fluvial y las corrientes de marea.

A continuación describen las características generales de los materiales edáficos identificados en cada paisaje, los mismos que se encuentran cartografiados en el Anexo B Cartografía, Mapa 6.1-7 Fisiografía y Suelos.

#### 6.7.2.3.1.1 Suelos de Paisajes de Colinas muy bajas a bajas (C1)

Ocupan pequeña zonas al este del sector donde se implantará el Puerto en estudio; son paisajes estructurales, representados por colinas bajas a muy bajas, desarrolladas sobre areniscas, lutitas y conglomerados, del Grupo Azúcar, Miembro Zapotal y la Formación Puná, en posición subhorizontal; son relieves ondulados y fuertemente ondulados, con altitudes de 22 a 40 m.s.n.m, con pendientes menores al 25 %; el diseño del drenaje es subparalelo a dendrítico, de densidad media.

Los miembros edáficos predominantes corresponden a la Orden de los Anfisoles, Subgrupos de los Vertc Haplustalfs, Vertc Haplusterts y Typic Haplustolls.

El perfil S-2 descrito en esta unidad fisiográfica corresponde a un Typic Haplustolls , con una secuencia A/B1/B2/C, moderadamente profundos; el horizonte A de 20 cm de espesor; presenta textura arcillosa, de color Café oscuro, estructura granular, fina, débil, friable; luego aparecen el horizonte B1 que tienen 40 cm de espesor de color café amarillento, de textura franco limosa; friable a firme en húmedo; ligeramente adherentes, plástica en mojada; bajo este horizonte aparece uno de transición B2 de 40 cm de espesor, textura franco limosa; sin estructura granular media, no friable en húmedo, adherente, plástica en mojado.

Químicamente se caracterizan por presentar reacción ligeramente alcalina (6.84 a 7.60) la materia orgánica es alta en el horizonte A, disminuyendo hacia abajo; el calcio es de alto; el fósforo de alto a medio, potasio alto, magnesio alto; capacidad de intercambio y saturación de bases es alto; el hierro bajo, es tóxico en sodio.

Otro Eutrudepts fue descrito en el perfil CM-S3 descrito, con una secuencia A/B1//C, poco profundo; el horizonte A de 41 cm, de espesor, presenta textura franco, de color café muy oscuro, estructura granular, fina, débil, friable; luego aparecen el horizonte B1 que tienen 15 cm de espesor, de color gris claro, de textura franco limosa; friable a firme en húmedo; ligeramente adherentes, plástica en mojada; bajo este horizonte aparece uno de transición C de 38 cm de espesor.

Químicamente se caracterizan por presentar reacción ácida (5.2 a 5.01) la materia orgánica es alta en el horizonte A, disminuyendo hacia abajo; el calcio es bajo en todo el perfil; el fósforo bajo, potasio bajo, magnesio bajo; capacidad de intercambio es alto; el hierro alto.

El perfil S-5 es un Typic Haplusterts, presenta un perfil Ap/B/BC moderadamente profundos; el horizonte A de espesor 10 cm, presenta textura arcillosa, de color café gris, estructura granular muy fina, débil, friable; luego aparecen horizontes B1 que en conjunto tienen 65 cm de espesor de color café gris, de textura arcillosa limosa; muy friable a firme en húmedo; ligeramente adherentes, plástica en mojada; bajo este horizonte aparece uno de transición que es de roca sedimentaria muy alterada y fracturada.

Químicamente se caracterizan por presentar alcalino (pH 7.43 a 8.50) la materia orgánica es baja en el horizonte A, disminuyendo hacia abajo; el calcio es alto; el fósforo bajo, potasio bajo, magnesio bajo, capacidad de intercambio es bajo; el hierro bajo y la saturación de bases medio, muy toxico en sodio

#### 6.7.2.3.1.2 **Suelos de Llanuras onduladas (LL)**

Esta unidad fisiográfica ocupa gran porcentaje del área donde se implantaría el terminal Multipropósito. Los suelos de esta forma de relieve se han desarrollado a partir de materiales sedimentarios; se ubican en áreas de topografía ondulada, con pendientes comprendidas entre 5 y 15%.

Los miembros edáficos predominantes, de esta unidad fisiográfica, corresponde al Orden de los Vertisoles, Subgrupo: Typic Haplusterts, como al Orden de los Anfisoles Subgrupo de los Lithic Haplustalls.

El perfil S-4 es un suelos Typic Haplusterts, poco desarrollados, el horizonte A de espesor 16 cm, presenta textura franco arcillosa, de color café oscura, estructura granular media, débil, friable; luego aparecen horizontes B1 de 76 cm de espesor de color café amarillento, de textura arcillosa; muy friable a firme en húmedo; ligeramente adherentes, plástica en mojada; bajo este horizonte aparece uno de transición de 13 cm, de color café amarillento, textura arenosa franco, estructura de bloques grandes, no plástico, no friable. Presentar grietas de contracción.

Químicamente se caracterizan por presentar reacción alcalina (pH 7.42 a 8.02) la materia orgánica es medio en el horizonte A, disminuyendo hacia abajo; el calcio es alto; el fósforo bajo, potasio medio, magnesio alto, capacidad de intercambio es bajo; el hierro bajo y la saturación de bases alto, muy toxico en sodio.

El perfil S-6 es un suelos Lithic Haplustalls, poco desarrollados, el horizonte A de espesor 20 cm, presenta textura franco arcillosa, de color café amarillento, estructura granular media, débil, friable; luego aparecen horizontes B1 de 40 cm de espesor de color café pálido, de textura franco arcillosa; muy friable a firme en húmedo; ligeramente adherentes, plástica en mojada; bajo este horizonte aparece uno de transición de 40 cm, de color gris claro, textura franco arcillosa arenosa, estructura de bloques grandes, no plástico, no friable. Presentar grietas de contracción a lo largo de los dos últimos horizontes.

Químicamente se caracterizan por ser ligeramente ácido a alcalino (pH 6.22 a 8.9+9) la materia orgánica es baja en el horizonte A, disminuyendo hacia abajo; el calcio es alto; el fósforo bajo, potasio medio a alto, magnesio alto, capacidad de intercambio es bajo; el hierro bajo y la saturación de bases alto, muy toxico en sodio.

#### 6.7.2.3.1.3 **Suelos de Terrazas Marinas (Tm)**

Esta unidad fisiográfica ocupa el sector norte oeste este del área investigada, formando una superficie aplanada, a altitudes mayores de los 20 m.s.n.m. Los suelos de esta forma de relieve se han desarrollado a partir de materiales sedimentarios marinos cuaternarios de la Formación Tablazo; se ubican en áreas de topografía ondulada a, con pendientes comprendidas entre 2 y 10 %.

El miembro edáfico predominante de esta unidad fisiográfica corresponde al Orden de los Entisoles, Subgrupo: Typic Ustorthens. Son suelos que se caracterizan por tener muy poca o ninguna evidencia de formación o desarrollo de horizontes pedogenético, debido a que el tiempo de desarrollo ha sido muy corto, como la erosión muy persistente.

Son suelos franco arenosos en superficie y franco arcillo arenosos a profundidad, su drenaje natural muy bueno. Son superficiales (18 cm) en el rango de 11 a 20 cm, presentan poca pedregosidad.

#### 6.7.2.3.1.4 **Suelos de Manglar (Mg)**

Son áreas generalmente inundadas, de pendiente suave entre 0 5 %, contiguas al mar por lo que sus aguas llegan a través del oleaje y cambios de las mareas. Están constituidos por depósitos muy finos de origen marino – fluvial, principalmente arcillas orgánicas. El régimen de temperaturas es Isohipertérmico, con una temperatura superior de los 22° C y un régimen de humedad es ácuico, con condiciones hidromorfias severas.

Son suelos clasificados dentro el Orden de los Entisoles, Subgrupo Aquic Torrifluents, Perfil S1. Son suelos que se caracterizan por tener muy poca o ninguna evidencia de formación o desarrollo de horizontes pedogenéticos, debido a que el tiempo de desarrollo ha sido muy corto. Morfológicamente

presenta un perfil del tipo A/C, de 15 cm, en A con color negro verdusco (Grey3/1) y el C gris verdoso oscuro (Grey1 4/1).

Químicamente son suelos medianamente alcalinos pH (8.0.1) en superficie y en profundidad. Presentan alta salinidad, conductibilidad de 15610 a 15610  $\mu\text{S}/\text{cm}$   $\mu\text{S}/\text{cm}$ , son tóxicos en sodio, bajo contenido de materia orgánica, alto porcentaje de saturación de bases y alta capacidad de intercambio, alto en potasio, alto en calcio, medio en hierro, alto en magnesio.

Las zonas de manglares y áreas contiguas son consideradas como "húmedales de agua dulce", destinadas a la categoría de suelos O (orgánicos) y LC (orgánicos sobre francos) y exigen protección; por lo tanto cualquier medida para su uso no es compatible a la aptitud natural.

#### 6.7.2.3.1.5 Suelos de Terrazas Aluviales (Ta)

Este paisaje ocupa áreas largas, localizadas sobre los niveles actuales de los ríos y esteros, en algunos lugares se puede apreciar diferentes niveles de terrazas que corresponden al nivel más antiguo del río. Corresponden geológicamente a los depósitos aluviales y se encuentran en pendientes suaves de 5 a 10 %, con relieves ligeramente ondulados.

Son suelos clasificados dentro del Orden de los Anfisoles, Subgrupo: Vertic Haplustalfs, los cuales se caracterizan por presentar un epidón ócrico eluvial sobre un horizonte argílico (iluvial). De textura franco arcilloso-arenoso en superficie, franco arcilloso en profundidad; drenaje natural bueno. Son suelos poco profundos. Presentan grietas medianamente profundas (30 Cm) y anchas (2 cm)

#### 6.7.2.3.1.6 Suelos de Playas Marinas y Salitrales (Pm, S)

Se extienden desde la línea de costa hasta la línea de ribera de baja marea, formada por acumulación de sedimentos aportados por el oleaje, corrientes fluviales y el viento. Son superficies planas o ligeramente inclinadas hacia la costa y pendientes menor del 5%. Son áreas no consideradas propiamente como suelos, por lo que no es posible caracterizarla como unidad de suelo y clasificarla taxonómicamente. Los nombres de tierras misceláneas son utilizados de la misma manera que los nombres de la taxonomía para la identificación de unidades cartográficas.

#### 6.7.2.4 Capacidad de Uso

La cartografía temática sobre las aptitudes agrícolas o capacidad de uso de la tierra es un ordenamiento sistemático de carácter práctico e interpretativo, fundamentado en la aptitud natural que presenta el suelo, para producir constantemente bajo tratamiento adecuado y usos específicos.

El sistema de clasificación utilizado está basado en las Normas y Principios del Servicio de Conservación de Suelos de los Estados Unidos o llamado de las Ocho Clases, con adecuaciones a las condiciones existentes en el área de estudio.

El Sistema básico de agrupación comprende los siguientes niveles o categorías:

- > Grupos de capacidad
- > Clases de capacidad
- > Sub clases de capacidad.

Con el análisis, evaluación y correlación de factores tales como: profundidad efectiva del suelo, pendiente del terreno, pedregosidad, porosidad, riesgos de erosión, características químicas y clima, se logra obtener la información necesaria para la elaboración de la cartografía de Capacidad de Uso.

Los grupos de capacidad de los suelos son cuatro:

1. Tierras apropiadas para cultivos y otros usos, se incluyen a cuatro clases de capacidad, que van de la clase I a la IV, diferenciándose por el incremento de las limitaciones;
2. Tierras apropiadas para cultivos permanentes, pastos y aprovechamiento forestal, está integrado por las clases V y VI.

3. Tierras marginales para uso agropecuario, aptas generalmente para uso forestal con fines de protección; y consta de sólo de la clase VII.
4. Tierras no apropiadas para fines agropecuarios ni explotación forestal; consta de la clase VIII y presenta severas limitaciones que impide el aprovechamiento agropecuario y forestal.

Las clases de capacidad son categorías menores de los grupos de capacidad y se diferencian unas de otras por el grado de limitaciones o riesgos. Las clases de capacidad comprenden las subclases de capacidad, las cuales están determinadas de acuerdo con la naturaleza de las limitaciones y en función de los siguientes factores: condición del suelo (textura, profundidad, pedregosidad, pH); riesgos de erosión (condiciones topográficas) y drenaje.

Con la evaluación de las características morfológicas, químicas y de clima de los suelos, se les analiza comparativamente con la pendiente del terreno (rangos de pendiente), la misma que juega un papel importante debido a que se usa para establecer los límites de las clases.

En el área de influencia del proyecto se han identificado los siguientes grupos, clases y subclases de capacidad, los que se presentan cartografiados en el Anexo B Cartografía, Mapa 6.1-9 Capacidad de Uso.

#### **6.7.2.4.1 Tierras apropiadas para cultivos permanentes, pastos y aprovechamiento forestal**

##### **Clase IV**

Ocupa los suelos que se distribuyen en zonas planas a ligeramente onduladas, generalmente pobremente drenados, de profundos a moderadamente profundos, de textura media.

Son tierras de uso limitado, generalmente no adecuados para los sistemas productivos de carácter intensivo; se presentan, con limitaciones, aptos para sistemas de producción con énfasis protector, con especies semipermanentes y permanentes adaptadas al medio, con implementación de sistemas agro silbo forestal.

La subclase identificada corresponde a: IVse, con limitación de suelos y drenaje. Estos suelos tienen limitantes para el desarrollo agroproductivo, por el pH ácido, el exceso de humedad, y por su fácil compactación y corresponde a un bajo porcentaje del área considerada en el presente estudio y se localiza en las colinas muy bajas de pendiente moderada, en las llanuras, terrazas aluviales y terrazas marinas.

#### **6.7.2.4.2 Tierras de Uso Limitado o no Adecuado para cultivos**

Dentro de este grupo de capacidad se ha identificado la clase V, la que se describe a continuación con la identificación de sus respectivas subclases.

##### **Clase V**

Tierras que requieren de un tratamiento muy especial en cuanto a las labores con maquinaria ya que presentan limitaciones difíciles de eliminar en la práctica. Se limita al uso de cultivos anuales, permanentes y semipermanentes

Ocupan áreas de topografía moderadamente escarpada, con pendientes comprendidas entre 25 y 50% correspondientes a paisajes de colinas bajas y montañas de pendientes poco abruptas; con suelos moderadamente profundos o poco profundos, limitados en algunos casos por un estrato poco estable.

Se encuentran en pendientes moderadas, es decir de hasta 25%, generalmente son suelos poco profundos; con texturas y drenaje variable y ocasionalmente con pedregosidad; incluyen a suelos no salinos a salinos. Se encuentran en zonas muy secas a húmedas.

La subclase identificada corresponden a la VIse por limitaciones de suelo, y riesgos de erosión. En zonas de pendientes moderadas, se las ha asociado con la clase IV.

#### **6.7.2.4.3 Tierras marginales para el uso agropecuario, aptas para uso forestal (protección)**

##### **Clase VIII.**

Son área que deben mantenerse con la vegetación arbustiva y/o arbórea con fines de protección para evitar erosión y mantenimiento de la vida silvestre y fuentes de agua.

Son tierras con las más severas limitaciones; corresponden a zonas, con suelos orgánicos de los manglares, con influencia del oleaje y mareas, por lo que pasan continuamente inundadas que impiden cualquier tipo de actividad agrícola, pecuaria o forestal

La sub-clase identificada VIIIIsd, es por limitación de suelo y drenaje.

#### **6.7.2.5 Cobertura Vegetal y Uso Actual**

La elaboración de este componente tiene como propósito el conocer y delimitar los tipos de uso existentes en el área de influencia en estudio. (Anexo B Cartografía, Mapa 6.1-10 Cobertura Actual y Uso Actual del Suelo).

Para la elaboración de la cartografía se utilizó una imagen del tipo Rapideye en mayo del 2016, con una resolución de 30 metros, que cubre el área, la que fue interpretada y comprobada con trabajos de reconocimiento de campo.

##### **6.7.2.5.1 Vegetación Natural Poco Intervenido (B1)**

Comprende a un pequeño porcentaje del área estudiada y corresponde a la cobertura natural del manglar, que no han recibido intervención humana, o ésta es mínima especialmente en áreas junto a los esteros y divisiones de las camaroneras.

Entre las especies que existen, se describen en detalle en el componente florístico del presente Estudio.

##### **6.7.2.5.2 Manglar**

Comprende a un pequeño porcentaje del área estudiada y corresponde a la cobertura natural del manglar, que no han recibido intervención humana, o ésta es mínima especialmente en áreas junto a los esteros y divisiones de las camaroneras.

##### **6.7.2.5.3 Vegetación secundaria (B2)**

Comprende al bosque bajo arbustal decíduo, que ha recibido intervención humana, localizadas en varios sectores, especialmente en áreas junto a los caminos de accesos.

Entre las especies que existen, se describen en detalle en el componente florístico del presente Estudio.

##### **6.7.2.5.4 Cultivos (C)**

Se incluye pequeñas áreas localizada en el sector oeste del Mapa de Cobertura Vegetal, que han sido sometidas a procesos de conversión con fines agrícolas y ganaderos. Son zonas que se presentan desprovistas de vegetación natural, aunque aún existen algunas especies arbóreas aisladas de crecimiento secundario.

Se asocian cultivos de carácter permanente y anuales utilizados por el hombre con fines de autoconsumo; entre estos se destaca el maíz y vegetación arbórea secundaria. Ocupan generalmente áreas de colinas muy bajas y relieves planos a ondulados.

##### **6.7.2.5.5 Antrópica (A)**

Es un porcentaje muy elevado del área investigada. Corresponde a las áreas ocupadas por algunas poblaciones y vías de acceso que existen en el sector.

#### **6.7.2.5.6 Camaroneras (Cm)**

La actividad camaroneras es la que más está difundida a lo largo de la línea de costas y en las riberas de los ríos y esteros, donde se han construido múltiples piscinas para dicha actividad, mismas que han sido mapeadas como zonas de producción acuícola.

#### **6.7.2.6 Conflictos de Uso**

Cuando el equilibrio natural de los suelos no se ve perturbado, los procesos geodinámicos se desarrollan a un ritmo normal; pero cuando este se altera, el equilibrio se rompe, produciendo efectos negativos al recurso suelo como: erosión, degradación, pérdida de fertilidad.

La sobreposición de la cartografía de Capacidad de Uso con la de Cobertura Vegetal y Uso Actual permite, por medio de la matriz de interpretación, delimitar áreas de tierras que están en Uso Correcto, en Uso Factible o en Uso Incorrecto. (Anexo B Cartografía, Mapa 6.1-11 Conflictos de Uso).

En el área de estudio se han identificado tres categorías que se señalan a continuación.

##### **6.7.2.6.1 Uso Correcto (C)**

Se determina cuando el uso actual coincide con la aptitud de la tierra propuesta, por lo tanto, no se observan procesos que tiendan a degradar a los suelos; sin embargo cuando estas tierras estén bajo actividades agropecuarias requerirán prácticas de manejo. Esta categoría es la predominante ya que casi toda el área está cubierta por vegetación poco intervenida.

Esta categoría está asociada a la categoría de Uso Factible (F).

##### **6.7.2.6.2 Uso Factible (F)**

Corresponde a áreas en las cuales sus tierras están siendo utilizadas con menor intensidad que su aptitud, por lo tanto pueden soportar un uso mayor.

Esta categoría se encuentra asociada con el uso correcto dentro del área de estudio, esta asociación constituye la predominante.

##### **6.7.2.6.3 Uso Incorrecto (I)**

Corresponde a las clases de uso actual, en las que la aptitud de la tierra está siendo aprovechada en forma más intensiva que la que puede soportar, por lo tanto, los procesos de deterioro se van a presentar, reflejándose en el empobrecimiento de la tierra y por ende la baja producción y posteriormente al abandono de estos suelos. Esta categoría de uso está asociada a las áreas empleadas para cultivos.

## **6.8 Geotecnia**

La determinación de las características geotécnicas del área se realizó de acuerdo a la siguiente metodología:

- > Recopilación de la información existente en trabajos realizados en la zona.
- > Análisis de las características geológicas, geomorfológicas, hidrogeológicas y geotécnicas, considerando parámetros de calificación.
- > Elaboración del respectivo Mapa Geotécnico en base a los resultados obtenidos e identificación de las zonas geotécnicas existentes y sus características (Anexo B. Cartografía, Mapa 6.1-12 Geotécnico).

La caracterización geotécnica realizada no pretende proporcionar los parámetros de diseño para obras civiles, se realiza solamente una evaluación en términos ambientales del área de estudio.

Se realizó la diferenciación geotécnica del área de influencia directa e indirecta de los sectores de estudio, dividiéndolas en varias zonas. En la Tabla 6-17 se resumen los resultados de éste análisis:

**Tabla 6-17 Descripción de la zona geotécnica**

FICHA NO.	FORMACIÓN	CALIDAD GEOTÉCNICA		MORFOLOGÍA	PENDIENTE	ZONA GEOTÉCNICA
1	Grupo Azúcar					
3	Miembro Zapotal					II – C.m Colinas de pendientes moderadas (5 – 25 %). Aceptable estabilidad. Drenaje deficiente, Suelos residuales, profundos.
5	Formación Progreso	II	Buena	Colinas	Moderada	
7	Formación Puná					
8	Formación Lechuza					
2	Grupo Azúcar					
4	Miembro Zapotal					
6	Formación Progreso	II	Buena	Explanada	Moderada	II – E.m Explanadas de pendientes moderadas (10 - 15 %). Estables. Buen drenaje, Suelos residuales, profundos
7	Formación Tablazo					
8	Formación Lechuza					
9	Formación Tablazo					
10	Depósitos y terrazas aluviales	II	Buena	Explanada	Suave	II – E.s Meseta de pendientes suave < 5 %. Deficiente drenaje. Buena estabilidad Suelos aluvio - residuales profundos
12	Playas marinas					
11	Depósitos de estero	IV	Mala	Explanada	Suave	IV – E.s Manglares, de pendientes suave < 5 %. Deficiente drenaje. Mala estabilidad Suelos orgánicos profundos
12	Depósitos salinos					

Elaborado por: Cardno

Fecha de elaboración: septiembre, 2016

### 6.8.1 Análisis Geotécnico

#### 6.8.1.1 Zona de calidad geotécnica buena (II – E. s; II – C.m; II – E. m)

Sus características son:

- > Son terrenos de pendiente suave a ondulada, de pendientes entre los 0 a 10 %, de buena estabilidad, que forman los terrenos altos de terrazas y llanuras. Un porcentaje menor son

zonas de colinas muy bajas a bajas, pendientes moderadas a abruptas, de 5 – 25 %, de aceptable estabilidad.

- > El basamento rocoso está constituido por rocas sedimentarias del Grupo Azúcar, Miembro Zapotal, y las formaciones: Progreso, Puná y Tablazo, como de depósitos recientes. Su capacidad portante es aceptable. Superficialmente son ripables. Soportan taludes artificiales de hasta 25° con protección; sin protección vegetal se fracturan y disgregan haciéndose vulnerables a la erosión en forma de cárcavas.
- > La erosión es inicial. Los suelos son sensibles a la erosión laminar y cárcavamiento.
- > En los sectores colinados, bajo las condiciones naturales actuales, el sector tiene una peligrosidad baja, que significa que existe una baja probabilidad de que espontáneamente se produzcan deslizamientos y que si éstos se produzcan serán de baja intensidad, esto es, de dimensiones inferiores a pocas decenas de metros cuadrados y serán de carácter superficial, afectando únicamente a la capa suelo orgánico y la parte del superficial del suelo residual.
- > Si se afecta las condiciones actuales que desequilibren las márgenes de los drenajes, pueden desencadenar procesos de inestabilidad de peligrosidad media que significa que podría generarse deslizamientos profundos (varios metros bajo la superficie y un área de afectación del orden de decenas de metros cuadrados).
- > La permeabilidad de las unidades litológicas consolidadas son semipermeable a permeable.
- > En general las características geotécnicas de ésta unidad son buenas, no existen zonas inestables críticas.
- > Sobre este basamento rocoso se han desarrollado potentes suelos residuales. De acuerdo a los análisis realizados en alto porcentaje, hasta la profundidad de 1.50 metros, corresponde a limos, arcillas limosas y arenas arcillosas de mediana a alta plasticidad, de los tipos CL, CH y SC.

Geotécnicamente del Terminal Multipropósito en estudio, se enmarca dentro de ésta zona de buenas características (II-E.s). Las pendientes naturales son suaves (0 a 5 %) de buena estabilidad; el basamento litológico sobre se implantarán las locaciones del Terminal son las rocas sedimentarias consolidadas de la Formación Zapotal, presentan una baja permeabilidad, con niveles piezométricos mayores a los 10 metros. Las operaciones de construcción y operación no implicaran cambios sensibles a las condiciones geotécnicas actuales del sector, los movimientos de tierra no serán de volúmenes de importancia, debido a que los cortes y rellenos se verán compensados.

#### **6.8.1.2 Zona de calidad geotécnica Mala (IV – E. s**

Sus características son:

- > Son terrenos de pendiente suave a ondulada, de pendientes entre los 0 a 5 %. Se localizan bajo los niveles de la pleamar.
- > El basamento rocoso está constituido por depósitos de estero y salinos, sobre la cual se han desarrollado potentes suelos orgánicos del tipo OH. Con alto contenido de sales disueltas.
- > El drenaje es deficiente, en vista que están influenciadas por las corrientes de marea, por lo que continuamente son inundados.
- > Sufren fuerte erosión y depositación.
- > En general las características geotécnicas de ésta unidad son malas para la implementación de estructuras de baja altura.

### **6.9 Calidad de Agua**

De acuerdo al Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), la hidrología es la ciencia que trata de la ocurrencia y distribución de las aguas de la tierra, incluyendo sus propiedades químicas, físicas y su interacción con el medio ambiente. (INAMHI, 2007).

Los cuerpos de agua pueden ser caracterizados completamente por los tres componentes que se detallan a continuación, las características hidrodinámicas, las características físico químicas y las características biológicas. Un estudio completo de la calidad del agua debe basarse en un monitoreo apropiado de estos tres componentes (WHO-UNESCO-UNEP, 1996).

En vista de la complejidad de los factores que determinan la calidad del agua y la gran cantidad de variables que pueden seleccionarse para describir el estado de un cuerpo hídrico en términos cuantitativos, es muy difícil proveer una simple definición de la calidad del agua. Para el presente informe se utilizará las definiciones que se muestran en la Tabla 6-18, establecidas por la Organización Mundial de la Salud (OMS-WHO).

**Tabla 6-18 Definición de calidad y contaminación del ambiente acuático según la OMS**

TÉRMINO	DEFINICIÓN
Calidad del ambiente acuático	Conjunto de concentraciones, especiaciones y particiones físicas de sustancias orgánicas e inorgánicas Composición y estado de la biota acuática en el cuerpo de agua Descripción temporal y espacial de las variaciones debidas a factores internos y externos al cuerpo de agua
Contaminación del ambiente acuático	Introducción directa o indirecta de sustancias o energía generadas por el hombre, que resulten en efectos nocivos como: Daño a los recursos vivientes Peligros para la salud humana Impedimento a las actividades acuáticas, incluyendo la pesca Daño a la calidad del agua con respecto a su uso en la agricultura, uso industrial y actividades económicas

Fuente: (WHO-UNESCO-UNEP, 1996)

Traducción: Cardno. Mayo, 2015.

### 6.9.1 Puntos de Muestreo

Para la caracterización del recurso hídrico se tomaron en consideración cuerpos de agua que podrían verse influenciados por las actividades del Proyecto directa o indirectamente. Por lo que, el presente acápite se divide en dos secciones i) puntos de muestreo levantados para el presente estudio y ii) puntos de monitoreo del mantenimiento del canal de acceso al Puerto Marítimo de Guayaquil.

En la Tabla 6-19 y Tabla 6-20 se presenta la ubicación de los puntos considerados para el presente Proyecto.

Página en blanco

**Tabla 6-19 Ubicación de Puntos Actuales para el Muestreo de Agua Superficial**

CÓDIGO	CUERPO DE AGUA	FECHA	Coordenadas UTM		Coordenadas Geográficas		UBICACIÓN DEL PUNTO EN RELACIÓN A LA INFRAESTRUCTURA A SER CONSTRUIDA
			Datum WGS84 Zona 17 Sur		Datum WGS84		
			Este (m)	Norte (m)	Latitud	Longitud	
A2	Aguas Interiores Marinas (Canal del Morro)	08/09/2016	584533	9705115	2° 40' 3,581" S	80° 14' 22,297" W	Al norte del área donde se implementará los sitios de atraque y el área de giro
A3	Aguas Interiores Marinas (Canal del Morro)	08/09/2016	584195	9703059	2° 41' 10,545" S	80° 14' 33,202" W	Sitio de atraque y área de muelle
A4	Aguas Interiores Marinas (Canal del Morro)	07/09/2016	584513	9694116	2° 46' 1,783" S	80° 14' 22,721" W	Canal existente
A5	Aguas Interiores Marinas (Golfo de Guayaquil)	07/09/2016	561433	9679747	2° 53' 50,169" S	80° 26' 50,006" W	Canal de acceso

Fuente: Cardno, salida de campo

Elaborado por: Cardno

Fecha de muestreo: septiembre 2016

Fecha de elaboración: septiembre, 2016

Sistema de referencia: UTM WGS 84 17 Sur

**Tabla 6-20 Ubicación de Puntos Históricos para el Muestreo de Agua Superficial**

CÓDIGO	CUERPO DE AGUA	Coordenadas UTM Datum WGS84 Zona 17 Sur		Coordenadas Geográficas Datum WGS84		UBICACIÓN DEL PUNTO EN RELACIÓN A LA INFRAESTRUCTURA A SER CONSTRUIDA
		Este (m)	Norte (m)	Latitud	Longitud	
BY-17	Aguas Interiores Marinas (Canal del Morro)	585276	9703566	2° 40' 54,012" S	80° 13' 58,204" W	Sitio de atraque y área de muelle
BY-33	Aguas Interiores Marinas (Canal del Morro)	595140	9713343	2° 35' 35,402" S	80° 8' 38,984" W	Al norte del área donde se implementará los sitios de atraque y el área de giro
ED-1	Aguas Interiores Marinas (Canal del Morro)	585313	9703566	2° 40' 54,011" S	80° 13' 57,006" W	Sitio de atraque y área de muelle
ED-2	Aguas Interiores Marinas (Golfo de Guayaquil)	581734	9692299	2° 47' 1,014" S	80° 15' 52,688" W	Área de depósito de sedimentos
ED-3	Aguas Interiores Marinas (Golfo de Guayaquil)	583138	9691298	2° 47' 33,585" S	80° 15' 7,195" W	Área de depósito de sedimentos
ED-4	Aguas Interiores Marinas (Golfo de Guayaquil)	582829	9689743	2° 48' 24,232" S	80° 15' 17,171" W	Área de depósito de sedimentos
ED-5	Aguas Interiores Marinas (Golfo de Guayaquil)	580988	9690553	2° 47' 57,891" S	80° 16' 16,814" W	Área de depósito de sedimentos
ED-6	Aguas Interiores Marinas (Golfo de Guayaquil)	580532	9695131	2° 45' 28,809" S	80° 16' 31,674" W	Canal existente
ED-7	Aguas Interiores Marinas (Canal del Morro)	583833	9694637	2° 45' 44,830" S	80° 14' 44,755" W	Canal existente

Fuente: Autoridad Portuaria de Guayaquil Agosto, 2016

Elaborado por: Cardno

Fecha de elaboración: septiembre, 2016

Sistema de referencia: UTM WGS 84 17 Sur

### 6.9.1.1 Parámetros Analizados

El plan de muestreo contó con la respectiva justificación y ubicación de los puntos definidos en base a las actividades del proyecto propuesto. Esto se complementó con los periodos de muestreo, los parámetros seleccionados, procedimientos de muestreo, preservación y transporte de muestras, y técnicas analíticas e instrumentales que se utilizan en los análisis de laboratorio y/o los equipos utilizados en las mediciones de los parámetros in situ.

Las muestras de agua fueron recolectadas en recipientes de vidrio color ámbar y recipientes transparentes de plástico, luego etiquetados y debidamente preservados en neveras portátiles hasta la recepción en el laboratorio GRUNTEC (acreditado ante el Servicio de Acreditación Ecuatoriano – SAE).

Los principales parámetros analizados en las muestras de agua son los establecidos en la Tabla 2 *Criterios Admisibles para la Preservación de la vida acuática y silvestre en aguas dulces, marinas y de estuarios*, Anexo 1 del Libro VI del Acuerdo Ministerial 097-A, y son:

PARÁMETROS GENERALES
pH, Oxígeno Disuelto
PARÁMETROS INORGÁNICOS
Aluminio, Arsénico, Bario, Berilio, Boro, Cadmio, Cianuro, Zinc, Cobalto, Cobre, Cromo, Estaño, Hierro, Manganeso, Mercurio, Níquel, Plata, Plomo, Selenio, Cloro Residual
PARÁMETROS ORGÁNICOS
Aceites y Grasas, Hidrocarburos Totales de Petróleo, Fenoles, Tensoactivos, Nitritos, Nitratos, DQO, Amonio como Amoniac

Fuente: Anexo 1 del Libro VI del Acuerdo Ministerial 097-A

Elaborado por: Cardno

Fecha de elaboración: septiembre, 2016

### 6.9.2 Uso del Recurso Agua

Esta sección hace referencia al uso que la población del área de influencia del proyecto le da a los recursos hídricos de la zona. La Tabla 6-21 presenta los usos que le dan al recurso agua.

**Tabla 6-21 Uso del Recurso Agua**

CÓDIGO DE LA MUESTRA	CUERPO DE AGUA	USO
A2	Aguas Interiores Marinas (Canal del Morro)	Pesca, Navegación
A3	Aguas Interiores Marinas (Canal del Morro)	Pesca, Navegación
A4	Aguas Interiores Marinas (Canal del Morro)	Pesca, Navegación
A5	Aguas Interiores Marinas (Golfo de Guayaquil)	Pesca, Navegación

Fuente: Cardno. Salida de campo, septiembre 2016

Elaborado por: Cardno

Fecha de elaboración: septiembre, 2016

### 6.9.2.1 Análisis de Resultados

#### 6.9.2.1.1 Muestras Históricas y Actuales

En relación a los resultados correspondientes a muestreo reciente (septiembre 2016), previo a la toma de muestras de agua superficial, para el presente estudio, en cada punto de muestreo, se realizaron mediciones in situ de pH, total de sólidos disueltos y temperatura, utilizando un instrumento de medición in situ, debidamente calibrado antes del inicio de la jornada de muestreo. Cabe recalcar que la calibración se realiza en campo, previo al muestreo, mediante soluciones específicas para cada parámetro. Las características del equipo utilizado para la medición de parámetros in situ se presenta a continuación:

INSTRUMENTO	ESPECIFICACIONES
	Número de Serie: 120700076093
Multiparámetro (MULP-04) HACH potable Ph, Conductivity, Dissolved, ORP, and ISE Multi-Parameter Meter	Rango de detección Oxígeno Disuelto: 0,00-20,0 mg/l, 0-200%
	Rango de detección de Ph: 2,0-14,0
	Rango de detección Conductividad Eléctrica: 0,01µS/cm-200 mS/cm

Fuente: Cardno, 2016

Elaborado por: Cardno

Fecha de elaboración: septiembre, 2016

En la Tabla 6-22 se presenta los resultados obtenidos.

**Tabla 6-22 Puntos Actuales del Muestreo de Agua y Resultados de Muestreo In Situ**

Id	Cuerpo De Agua	Ph	Temperatura (°c)	Sólidos Disueltos (mg/l)
A2	Alta mar (océano Pacífico)	7,9	26,4	28900
A3	Alta mar (océano Pacífico)	7,8	25,9	29100
A4	Canal de aproximación océano	8	29,1	25100
A5	Canal de aproximación océano	8,1	30,9	26300

Fuente: Cardno, salida de campo

Elaborado por: Cardno

Fecha de muestreo: septiembre 2016

Fecha de elaboración: septiembre, 2016

En el laboratorio se procedió a realizar el análisis de los parámetros de interés establecidos en la Tabla 2 Criterios Admisibles para la Preservación de la vida acuática y silvestre en aguas dulces, marinas y de estuarios del Anexo 1 del Libro VI del Acuerdo Ministerial 097-A. Una vez obtenidos los resultados, se realizó una evaluación de los mismos comparándolos con la normativa ambiental vigente para conocer el cumplimiento de los parámetros analizados y de esta forma, conocer el estado del recurso de forma específica para cada parámetro.

Adicionalmente, en todos los casos en que existió disponibilidad de datos, se incluyeron datos de muestreos históricos.

Tabla 6-23 Resultados Químicos de agua correspondientes al muestreo actual

PARÁMETRO	UNIDADES	TABLA 2 CRITERIOS DE CALIDAD ADMISIBLES PARA LA PRESERVACIÓN DE LA VIDA ACUÁTICA Y SILVESTRE EN AGUAS MARINAS Y ESTUARIOS A. M. NO. 097-A	MUESTRAS			
			A2	A3	A4	A5
Parámetros Generales						
pH	-	6,5-9,5	8,1	8,1	8,1	8,4
Oxígeno Disuelto	% de Saturación	>60	74,8	74,8	73,8	78,9
Parámetros Inorgánicos						
Aluminio	mg/l	1,5	0,06	0,06	0,04	0,01
Arsénico	mg/l	0,05	0,0025	0,0024	0,0027	0,0023
Bario	mg/l	1	0,037	0,033	0,034	0,0042
Berilio	mg/l	1,5	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002
Boro	mg/l	5	4,4	4,2	3,8	4,5
Cadmio	mg/l	0,005	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
Cianuro	mg/l	0,01	0,001	0,001	0,001	0,001
Zinc	mg/l	0,015	0,005	0,005	0,005	0,005
Cobalto	mg/l	0,2	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
Cobre	mg/l	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005
Cromo Total	mg/l	0,05	0,0002	0,0002	0,0003	0,0002
Estaño	mg/l	2	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005
Hierro	mg/l	0,3	0,03	0,04	0,07	0,02
Manganeso	mg/l	0,1	0,0006	0,0005	0,0009	0,0005
Mercurio	mg/l	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
Níquel	mg/l	0,1	0,001	0,001	0,001	0,001
Plata	mg/l	0,005	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
Plomo	mg/l	0,001	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005
Selenio	mg/l	0,001	0,002	0,002	0,002	0,002
Amonio como Amoniaco	mg/l	0,4	0,02	0,02	0,02	0,02
Cloro Residual total	mg/l	0,01	0,1	0,1	0,1	0,1
Parámetros Orgánicos						
Aceites y Grasas	mg/l	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Hidrocarburos Totales (TPH)	mg/l	0,5	0,3	0,3	0,3	0,3

PARÁMETRO	UNIDADES	TABLA 2 CRITERIOS DE CALIDAD ADMISIBLES PARA LA PRESERVACIÓN DE LA VIDA ACUÁTICA Y SILVESTRE EN AGUAS MARINAS Y ESTUARIOS A. M. NO. 097-A	MUESTRAS			
			A2	A3	A4	A5
DQO	mg/l	-	30	50	50	60
Tensoactivos	mg/l	0,5	0,51	0,5	0,49	0,52
Nitritos	mg/l	-	5	5	5	5
Nitratos	mg/l	200	5	5	5	5

Fuente: Resultados de Laboratorio Gruentec

Elaborado por: Cardno

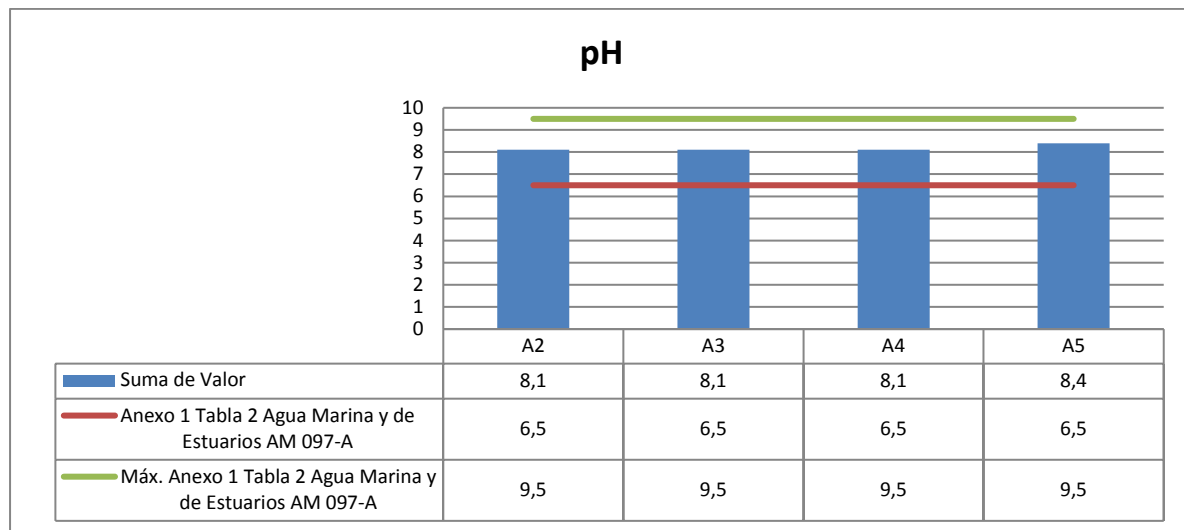
Fecha de muestreo: septiembre 2016

Fecha de elaboración: septiembre 2016

Laboratorio responsable: Gruentec

### 6.9.2.1.1.1 pH

Dentro del muestreo actual, los valores presentados se encuentran dentro de los criterios de Calidad establecidos en el Anexo 1, Tabla 2 del A. M. NO. 097-A (Agua Marina y de Estuarios).



**Figura 6-33 Valores de pH correspondientes al muestreo actual**

Fuente: Resultados de Laboratorio Gruentec

Elaborado por: Cardno

Fecha de muestreo: septiembre 2016

Fecha de elaboración: septiembre 2016

Laboratorio responsable: Gruentec

Dentro del monitoreo semestral (Septiembre 2014-Febrero 2015) del dragado de mantenimiento del canal de acceso al Puerto Marítimo de Guayaquil, los valores registrados de pH en los puntos de monitoreo históricos (BY-17, BY-33, ED-1, ED-2, ED-3, ED-4, ED-5, ED-6 y ED-7), presentaron valores que se oscilan entre 8,14 y 7,64; lo que indica que se encuentran dentro de los criterios de Calidad establecidos en el Anexo 1, Tabla 2 del A. M. NO. 097-A (Agua Marina y de Estuarios).

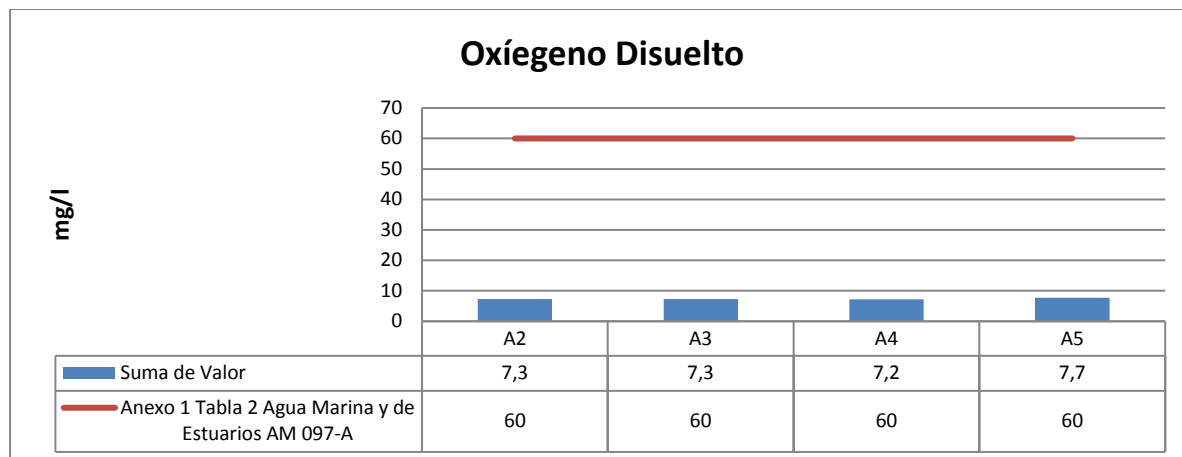
Dentro del monitoreo semestral (Marzo-Agosto 2015) del dragado de mantenimiento del canal de acceso al Puerto Marítimo de Guayaquil, los valores registrados de pH en los puntos de monitoreo históricos (BY-17, BY-33, ED-1, ED-2, ED-3, ED-4, ED-5, ED-6 y ED-7), presentaron valores que se oscilan entre 7,52 y 8,09; lo que indica que se encuentran dentro de los criterios de Calidad establecidos en el Anexo 1, Tabla 2 del A. M. NO. 097-A (Agua Marina y de Estuarios).

Dentro del monitoreo semestral (Septiembre 2015-Febrero 2016) del dragado de mantenimiento del canal de acceso al Puerto Marítimo de Guayaquil, los valores registrados de pH en los puntos de monitoreo históricos (BY-17, BY-33, ED-1, ED-2, ED-3, ED-4, ED-5, ED-6 y ED-7), presentaron valores que se oscilan entre 7,82 y 8,09; lo que indica que se encuentran dentro de los criterios de Calidad establecidos en el Anexo 1, Tabla 2 del A. M. NO. 097-A (Agua Marina y de Estuarios).

### 6.9.2.1.1.2 Oxígeno Disuelto

Dentro del muestreo actual, los valores presentados se encuentran dentro de los criterios de Calidad establecidos en el Anexo 1, Tabla 2 del A. M. NO. 097-A (Agua Marina y de Estuarios).

El oxígeno disuelto es un parámetro que determina la solubilidad de un gas en el agua, mg O<sub>2</sub>/L, es un importante indicador de la calidad del agua ya que es el factor fundamental para el desarrollo de la vida acuática, ya que los peces requieren elevadas concentraciones de oxígeno disuelto.



**Figura 6-34 Valores de Oxígeno Disuelto correspondientes al muestreo actual**

Fuente: Resultados de Laboratorio Gruentec

Elaborado por: Cardno

Fecha de muestreo: septiembre 2016

Fecha de elaboración: septiembre 2016

Laboratorio responsable: Gruentec

Dentro del monitoreo semestral (Septiembre 2014-Febrero 2015) del dragado de mantenimiento del canal de acceso al Puerto Marítimo de Guayaquil, los valores registrados de Oxígeno Disuelto en los puntos de monitoreo históricos (BY-17, BY-33, ED-1, ED-2, ED-3, ED-4, ED-5, ED-6 y ED-7), presentaron valores que oscilaron entre un máximo de 80,2 y un mínimo de 29,8; lo que indica que algunos puntos de muestreo presentan valores por debajo de los criterios de Calidad establecidos en el Anexo 1, Tabla 2 del A. M. No. 097-A (Agua Marina y de Estuarios).

Dentro del monitoreo semestral (Marzo-Agosto 2015) del dragado de mantenimiento del canal de acceso al Puerto Marítimo de Guayaquil, los valores registrados de Oxígeno Disuelto en los puntos de monitoreo históricos (BY-17, BY-33, ED-1, ED-2, ED-3, ED-4, ED-5, ED-6 y ED-7), presentaron valores que oscilaron entre 57,6 y 51,6; lo que indica que los puntos de muestreo presentan valores por debajo de los criterios de Calidad establecidos en el Anexo 1, Tabla 2 del A. M. NO. 097-A (Agua Marina y de Estuarios).

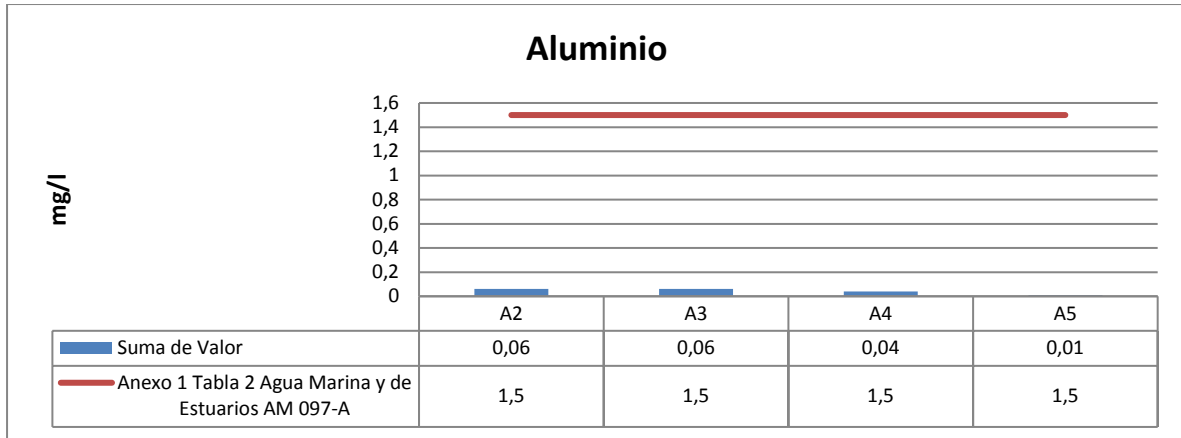
Dentro del monitoreo semestral (Septiembre 2014-Febrero 2016) del dragado de mantenimiento del canal de acceso al Puerto Marítimo de Guayaquil, los valores registrados de Oxígeno Disuelto en los puntos de monitoreo históricos (BY-17, BY-33, ED-1, ED-2, ED-3, ED-4, ED-5, ED-6 y ED-7), presentaron valores que oscilaron entre 49,5 y 55,3; lo que indica que los puntos de muestreo presentan valores por debajo de los criterios de Calidad establecidos en el Anexo 1, Tabla 2 del A. M. NO. 097-A (Agua Marina y de Estuarios).

### 6.9.2.1.1.3 Aluminio

Dentro del muestreo actual, los valores presentados se encuentran dentro de los criterios de Calidad establecidos en el Anexo 1, Tabla 2 del A. M. No. 097-A (Agua Marina y de Estuarios).

Este metal se encuentra generalmente en concentraciones inferiores a 1,0 mg/L en las aguas naturales, es rápidamente absorbido por los sedimentos y precipita de la solución.

Este metal puede precipitar y formar depósitos durante los procesos industriales, fenómeno que depende del pH de la solución acuosa. Las principales fuentes de aluminio son los minerales (arcilla, feldespato, granito), tratamiento de aguas residuales, y efluentes industriales. El aluminio en los seres humanos principalmente provoca alteraciones óseas y daños al sistema nervioso central en los niños.



**Figura 6-35 Valores de Aluminio correspondientes al muestreo actual**

Fuente: Resultados de Laboratorio Gruentec

Elaborado por: Cardno

Fecha de muestreo: septiembre 2016

Fecha de elaboración: septiembre 2016

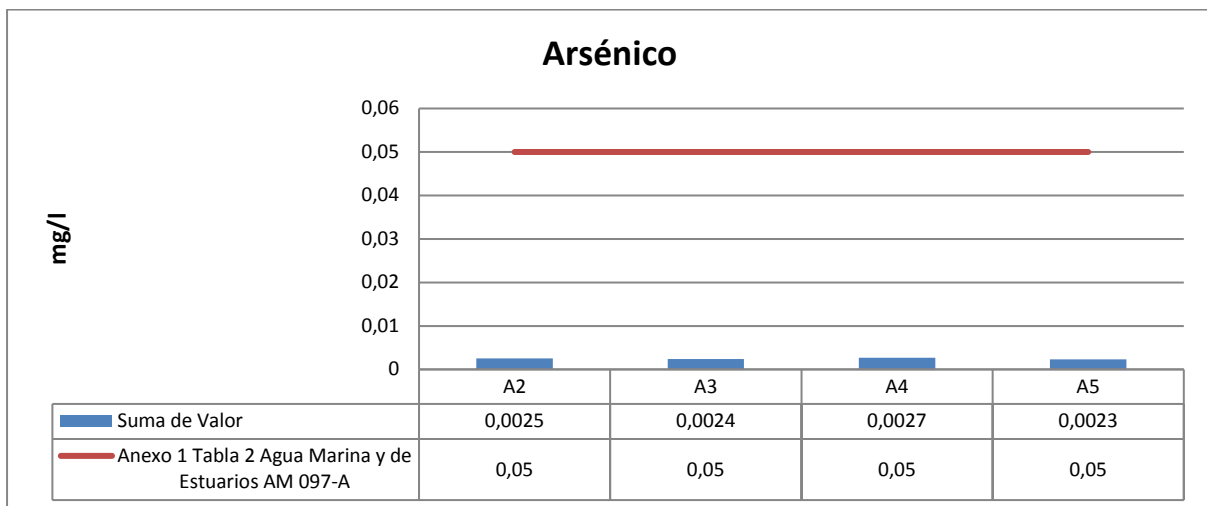
Laboratorio responsable: Gruentec

No se disponen de datos históricos de este parámetro

#### 6.9.2.1.1.4 Arsénico

Dentro del muestreo actual, los valores presentados se encuentran dentro de los criterios de Calidad establecidos en el Anexo 1, Tabla 2 del A. M. No. 097-A (Agua Marina y de Estuarios).

El arsénico presenta extremada toxicidad en su estado inorgánico, siendo sus sales solubles en agua tóxicas sin excepción. La toxicidad del arsénico se fundamenta en la inhibición de los sistemas enzimáticos, se utilizan principalmente como insecticidas, herbicidas, rodenticidas, etc.



**Figura 6-36 Valores de Arsénico correspondientes al muestreo actual**

Fuente: Resultados de Laboratorio Gruentec

Elaborado por: Cardno

Fecha de muestreo: septiembre 2016

Fecha de elaboración: septiembre 2016

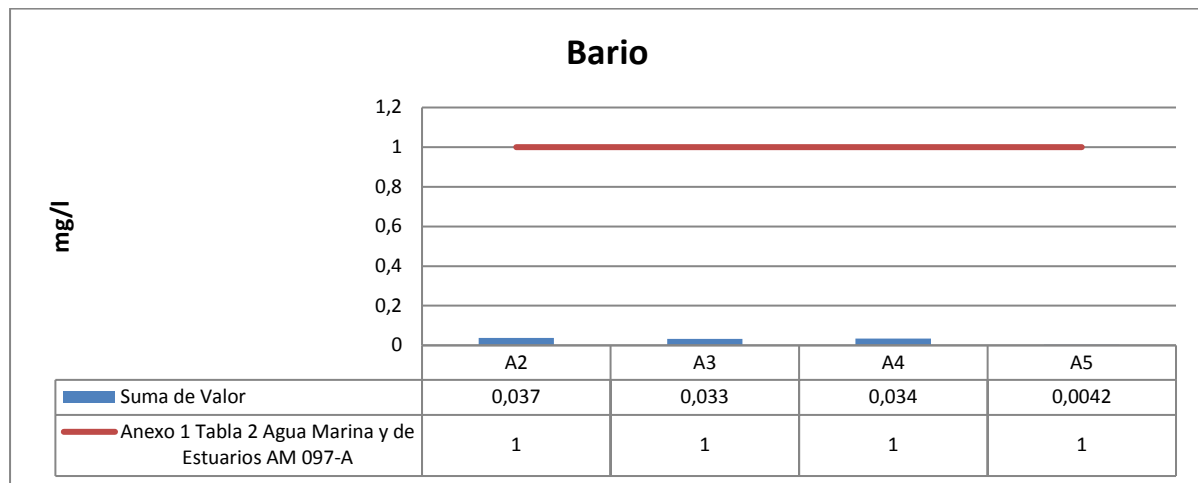
Laboratorio responsable: Gruentec

No se disponen de datos históricos de este parámetro

### 6.9.2.1.1.5 Bario

Dentro del muestreo actual, los valores presentados se encuentran dentro de los criterios de Calidad establecidos en el Anexo 1, Tabla 2 del A. M. No. 097-A (Agua Marina y de Estuarios).

El Bario se encuentra naturalmente combinado con otros elementos, entra en contacto con el ambiente cuando se minan, refinan y manufacturan compuestos o se quema carbón o petróleo, el tiempo de permanencia del Bario en el ambiente es relativamente alto y tiene un comportamiento acumulativo a lo largo de la cadena trófica (ASTM, 2000).



**Figura 6-37 Valores de Bario correspondientes al muestreo actual**

Fuente: Resultados de Laboratorio Gruentec  
 Elaborado por: Cardno  
 Fecha de muestreo: septiembre 2016  
 Fecha de elaboración: septiembre 2016  
 Laboratorio responsable: Gruentec

No se disponen de datos históricos de este parámetro

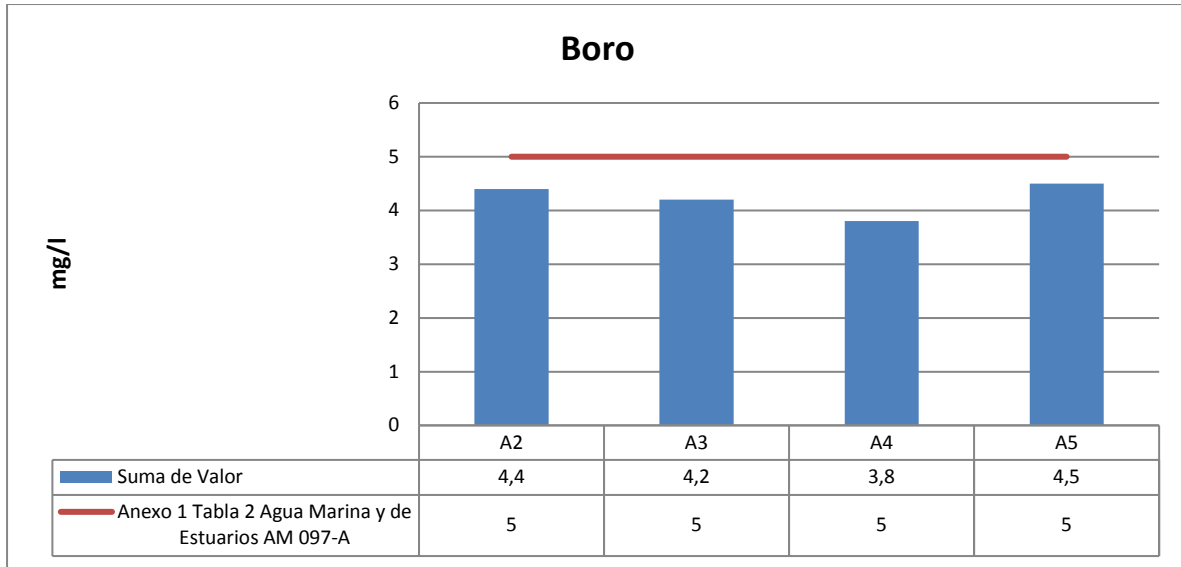
### 6.9.2.1.1.6 Boro

Dentro del muestreo actual, los valores presentados se encuentran dentro de los criterios de Calidad establecidos en el Anexo 1, Tabla 2 del A. M. No. 097-A (Agua Marina y de Estuarios).

El boro es un micronutriente esencial para las plantas, si bien existen diferencias en los niveles de boro que cada planta requiere para su crecimiento óptimo. El margen entre déficit y toxicidad por boro en ciertas plantas es muy estrecho.

El riesgo de efectos adversos por niveles altos de concentración de boro en ecosistemas acuáticos es pequeño porque los niveles de boro son generalmente bajos y se sitúan por debajo de la concentración sin efecto observado en el medioambiente.

La exposición de las personas al boro ocurre principalmente a través de la alimentación y también a través del agua de bebida. Experimentos sobre animales han mostrado efectos adversos sobre la reproducción y el desarrollo pero únicamente con niveles de boro entre unas 100 y 1.000 veces mayores que con los niveles de exposición normal. Aunque los datos sobre toxicidad en las personas son insuficientes, se ha establecido una Ingesta Tolerable (IT) de boro basándose en datos sobre animales.



**Figura 6-38 Valores de Boro correspondiente al muestreo actual**

Fuente: Resultados de Laboratorio Gruentec

Elaborado por: Cardno

Fecha de muestreo: septiembre 2016

Fecha de elaboración: septiembre 2016

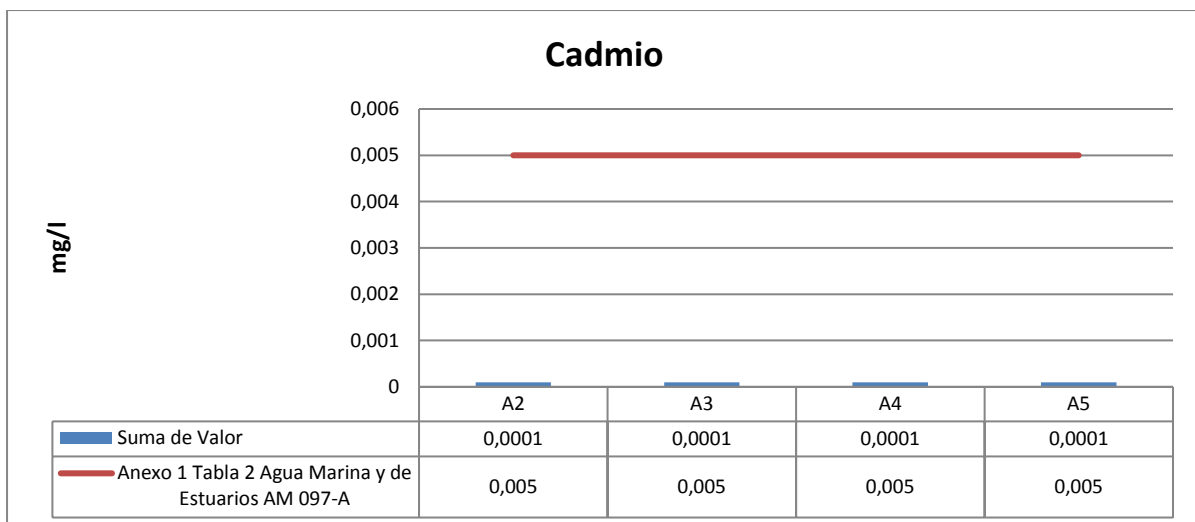
Laboratorio responsable: Gruentec

No se disponen de datos históricos de este parámetro

#### 6.9.2.1.1.7 Cadmio

Dentro del muestreo actual, todas las muestras tomadas se encuentran dentro de los criterios de Calidad establecidos en el Anexo 1, Tabla 2 del A. M. No. 097-A (Agua Marina y de Estuarios).

En ecosistemas acuáticos el Cadmio puede bioacumularse en mejillones, ostras, gambas, langostas y peces. En seres humanos produce necrosis testicular y ovárica, así como problemas en el sistema nervioso central y se acumula en las células adiposas. El límite de exposición TLV: (Polvo total) 0,01 mg/m<sup>3</sup>; (Fracción respirable) desde de 0,002 mg/m<sup>3</sup>; como TWA; A2 (sospechoso de ser cancerígeno humano); BEI establecido; (ACGIH 2005). MAK: H (absorción dérmica).



**Figura 6-39 Valores de Cadmio correspondiente al muestreo actual**

Fuente: Resultados de Laboratorio Gruentec

Elaborado por: Cardno

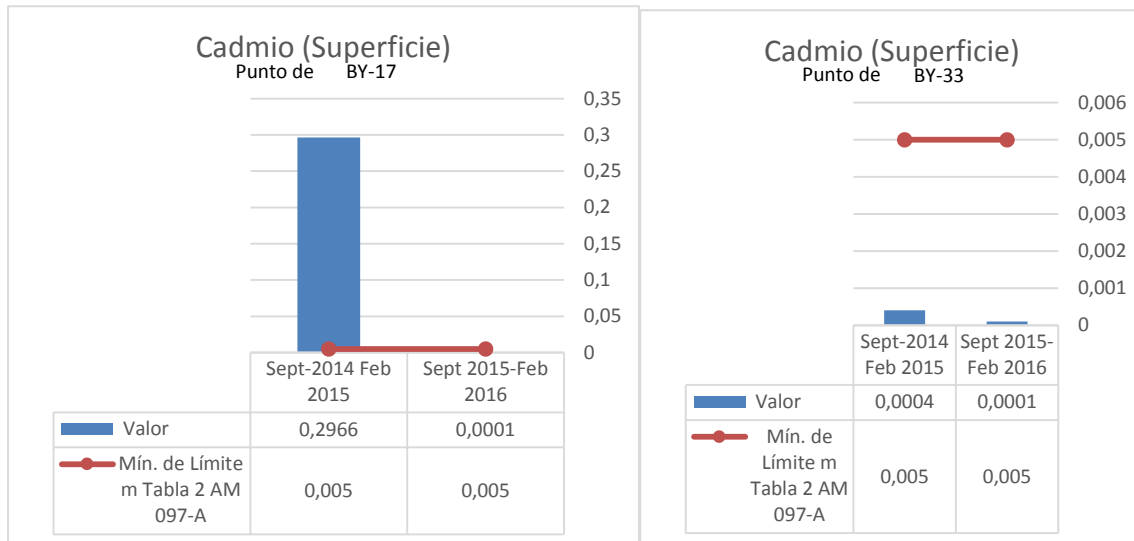
Fecha de muestreo: septiembre 2016

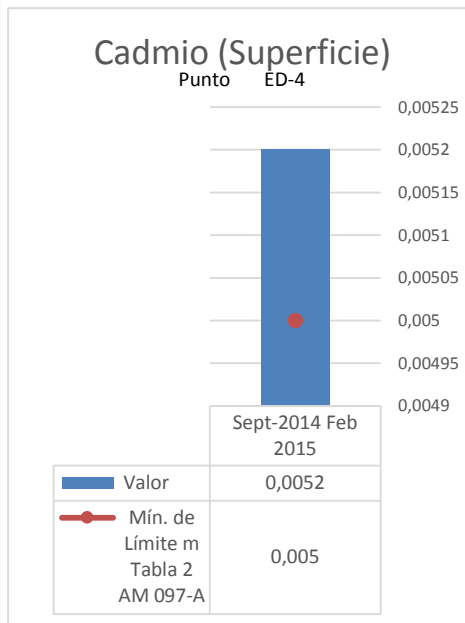
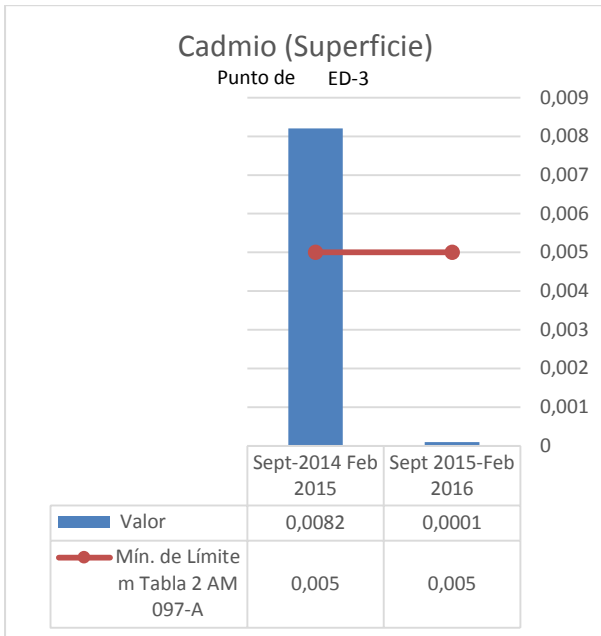
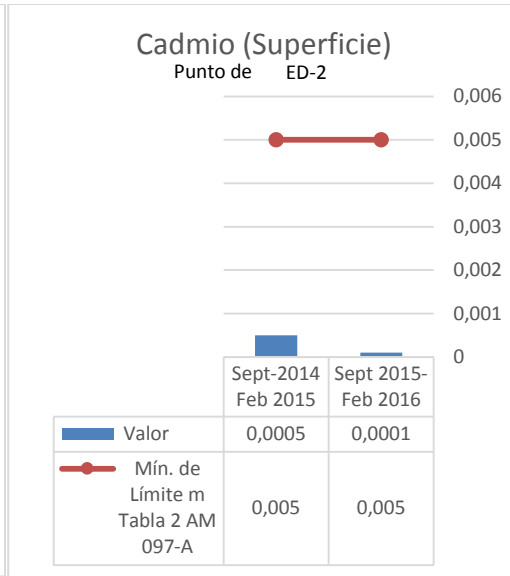
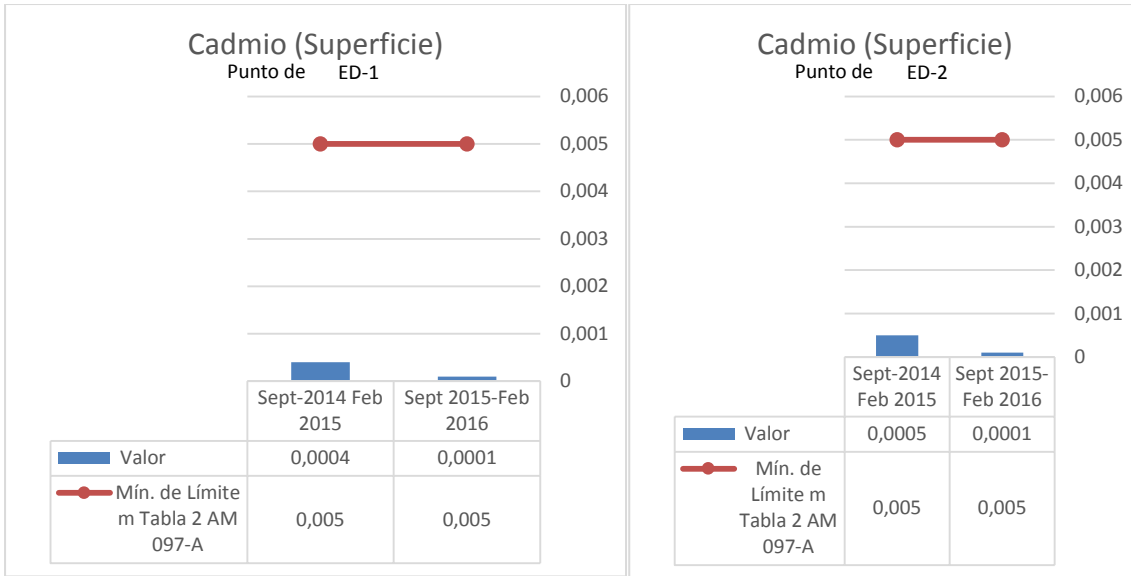
Fecha de elaboración: septiembre 2016

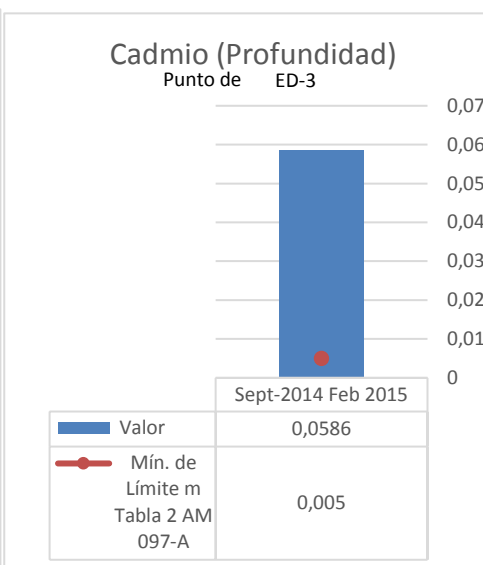
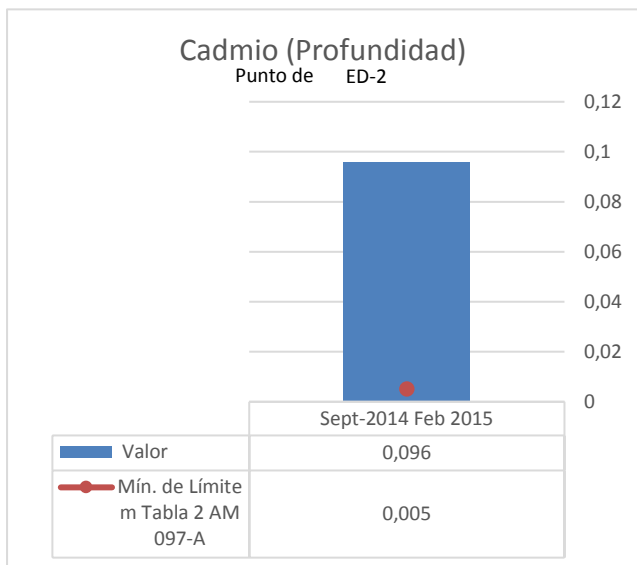
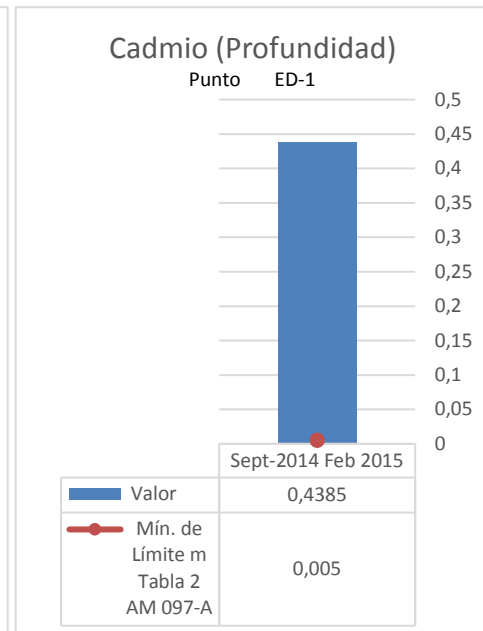
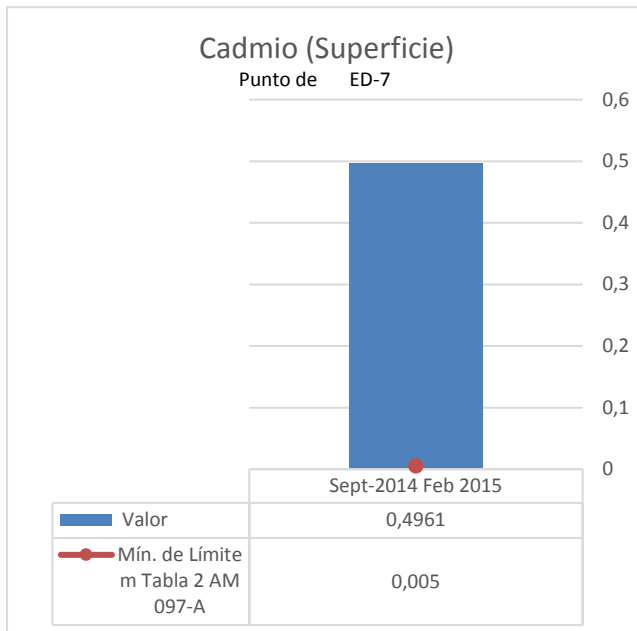
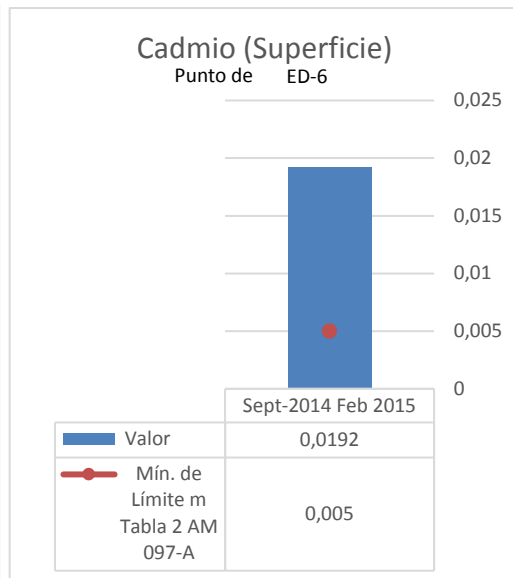
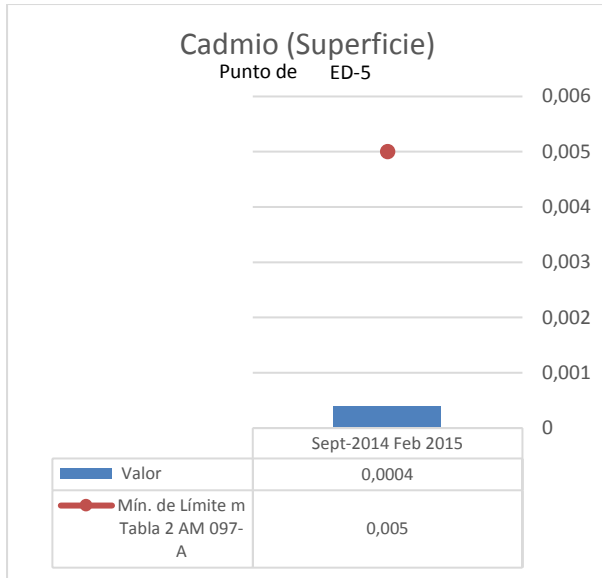
Laboratorio responsable: Gruentec

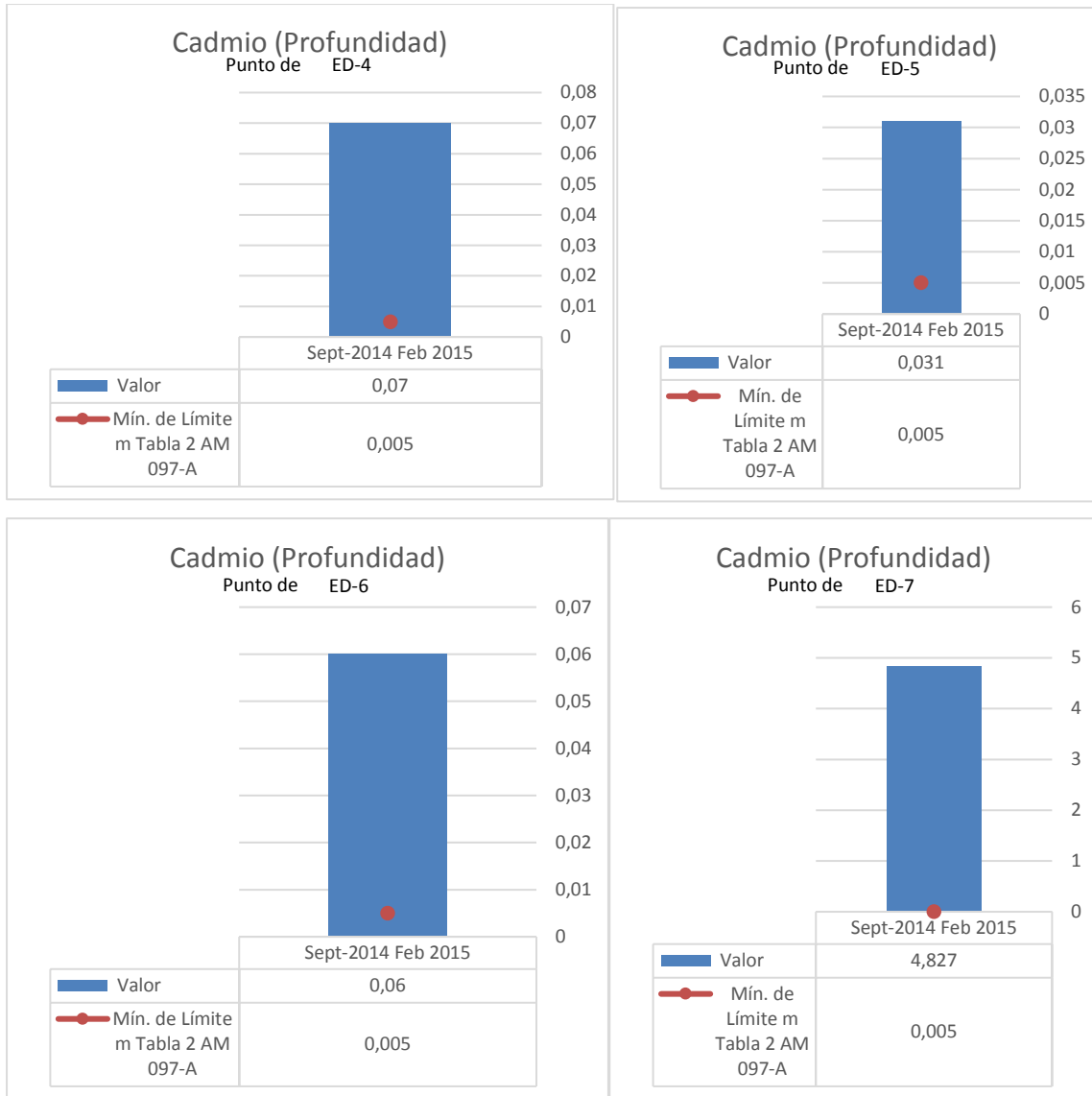
Dentro del monitoreo semestral (Septiembre 2014-Febrero 2015) del dragado de mantenimiento del canal de acceso al Puerto Marítimo de Guayaquil, lo valores registrados de Cadmio en los puntos de monitoreo superficiales históricos BY-17, ED-3, ED-4, ED-6 y ED-7, presentaron valores que se encuentran por encima de los criterios de Calidad establecidos en el Anexo 1, Tabla 2 del A. M. NO. 097-A (Agua Marina y de Estuarios). Con respecto a los monitoreos profundos históricos, los puntos ED-1, ED-2, ED-3, ED-4, ED-5, ED-6 y ED-7 presentan valores que se encuentran sobre los LMP de la normativa ambiental vigente. Se debe mencionar que esta zona recibe las agua de actividades industriales de Guayaquil y cuando las aguas dulces llegan al mar, el ion cadmio 2+, tiende a depositarse en los sedimentos, esto da como resultado un valor alto de cadmio en los puntos de muestreo mencionados anteriormente que podrían estar relacionados con las distintas descargas puntuales y difusas al interior del estuario producidas por industrias asentadas en el norte del estuario o por las actividades agrícolas.

Dentro del monitoreo semestral (Septiembre 2015-Febrero 2016) del dragado de mantenimiento del canal de acceso al Puerto Marítimo de Guayaquil, lo valores registrados de Cadmio en los puntos de monitoreo superficiales históricos BY-17, BY-33, ED-1, ED-2 y ED-3, presentaron valores que se encuentran por debajo de los criterios de Calidad establecidos en el Anexo 1, Tabla 2 del A. M. NO. 097-A (Agua Marina y de Estuarios). Con respecto a los demás putos de monitoreo se reportaron concentraciones mínimas definidas como No Detectados.









**Figura 6-40 Valores de Cadmio correspondiente al monitoreo histórico**

Fuente: Autoridad Portuaria de Guayaquil (Monitoreo Semestral de Cumplimiento de los Trabajos de Dragado Puerto Marítimo de Guayaquil Sept 2014-Feb 2015 y Sept 2015-Feb 2016)

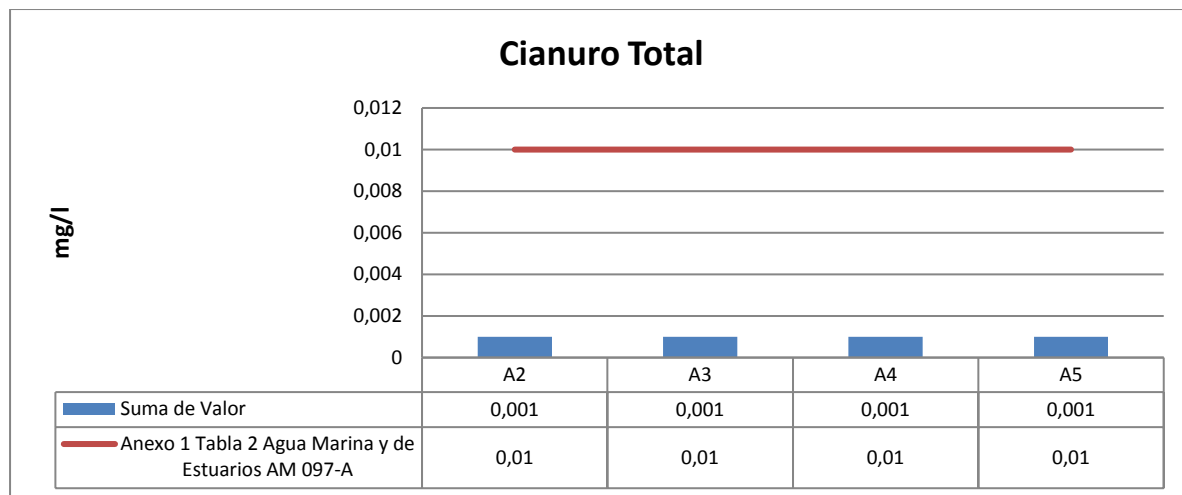
Elaborado por: Cardno

Fecha de elaboración: septiembre 2016

### 6.9.2.1.1.8 Cianuro

Dentro del muestreo actual, para el parámetro Cianuro, los valores del análisis se encuentran por debajo de los criterios de Calidad establecidos en el Anexo 1, Tabla 2 del A. M. No. 097-A (Agua Marina y de Estuarios).

El cianuro es esencialmente tóxico a pH ácido ya que originan el gas cianhídrico HCN, gas letal de fácil propagación y que se combina con otras sustancias, provocando un efecto sinérgico que potencia los efectos tóxicos del cianuro. Las sales cianuradas de Sodio y Potasio son extremadamente solubles en el agua. El Cianuro no está presente de forma natural en las aguas naturales, por lo que su presencia es una manifestación de contaminación industrial o antropogénica.



**Figura 6-41 Valore de Cianuro Total correspondiente al muestreo actual**

Fuente: Resultados de Laboratorio Gruentec

Elaborado por: Cardno

Fecha de muestreo: septiembre 2016

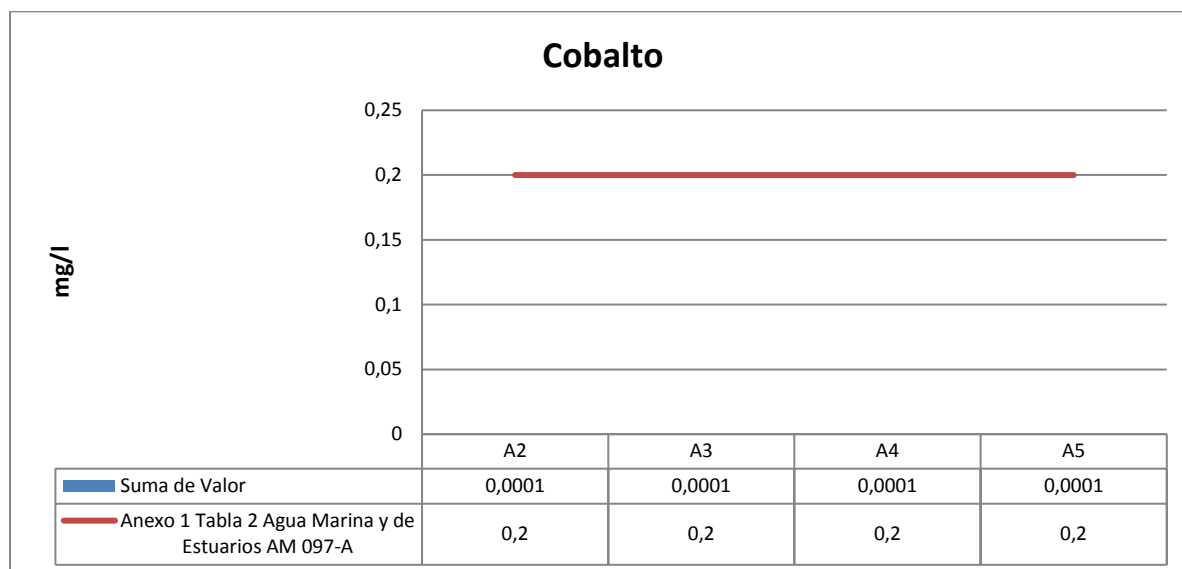
Fecha de elaboración: septiembre 2016

Laboratorio responsable: Gruentec

No se disponen de datos históricos de este parámetro

### 6.9.2.1.1.9 Cobalto

Dentro del muestreo actual, todas las muestras tomadas se encuentran por debajo de los criterios de Calidad establecidos en el Anexo 1, Tabla 2 del A. M. No. 097-A (Agua Marina y de Estuarios).



**Figura 6-42 Valores de Cobalto correspondiente al muestreo actual**

Fuente: Resultados de Laboratorio Gruentec

Elaborado por: Cardno

Fecha de muestreo: septiembre 2016

Fecha de elaboración: septiembre 2016

Laboratorio responsable: Gruentec

No se disponen de datos históricos de este parámetro

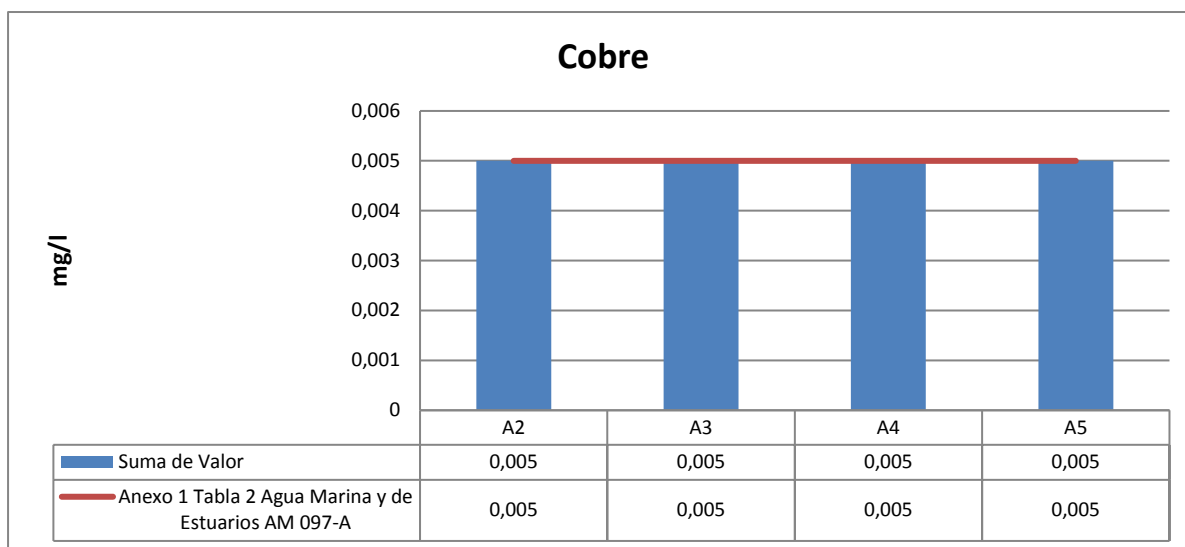
### 6.9.2.1.1.10 Cobre

Dentro del muestreo actual, todas las muestras se encuentran dentro de los criterios de Calidad establecidos en el Anexo 1, Tabla 2 del A. M. No. 097-A (Agua Marina y de Estuarios).

Los niveles altos de cobre pueden ser dañinos. La inhalación de niveles altos de cobre puede producir irritación de la nariz y la garganta. La ingestión de niveles altos de cobre puede producir náusea, vómitos y diarrea. Cantidades muy altas de cobre pueden dañar el hígado y los riñones y pueden aun causar la muerte.

La EPA requiere que el agua potable no contenga más de 1,3 miligramos de cobre por litro de agua (1,3 mg/L). El Ministerio de Agricultura de EE. UU recomienda una dosis diaria de 900 microgramos de cobre (900 µg/día) para personas mayores de 80 años de edad.

La Administración de Seguridad y Salud Ocupacional de EE. UU. (OSHA, por sus siglas en inglés) ha establecido un límite para vapores de cobre en el aire de 0,1 miligramos por metro cúbico (0,1 mg/m<sup>3</sup>) y 1 mg/m<sup>3</sup> para polvos de cobre. (USAGovernment, 2014).



**Figura 6-43 Valores de Cobre correspondiente al muestreo actual**

Fuente: Resultados de Laboratorio Gruentec

Elaborado por: Cardno

Fecha de muestreo: septiembre 2016

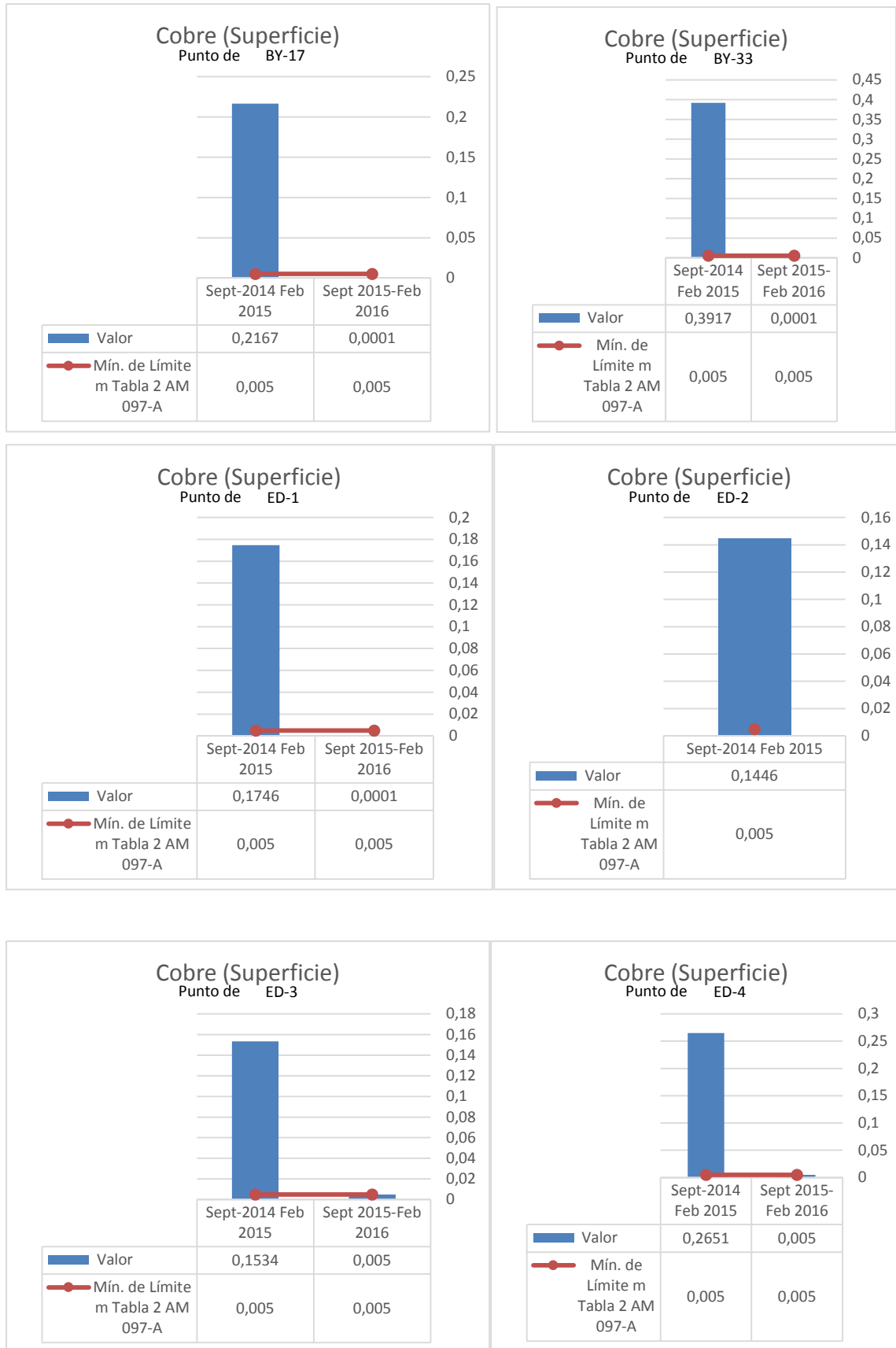
Fecha de elaboración: septiembre 2016

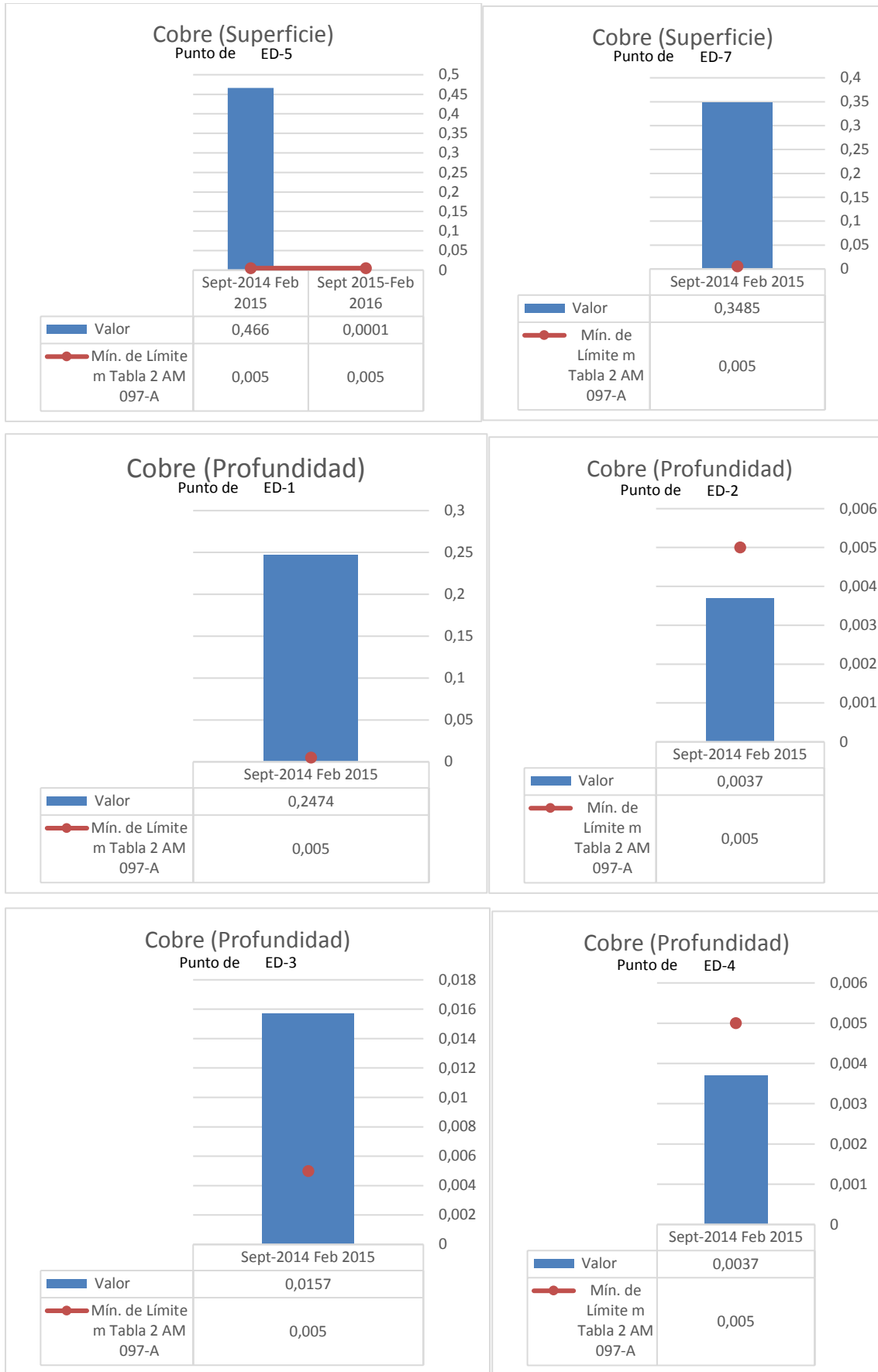
Laboratorio responsable: Gruentec

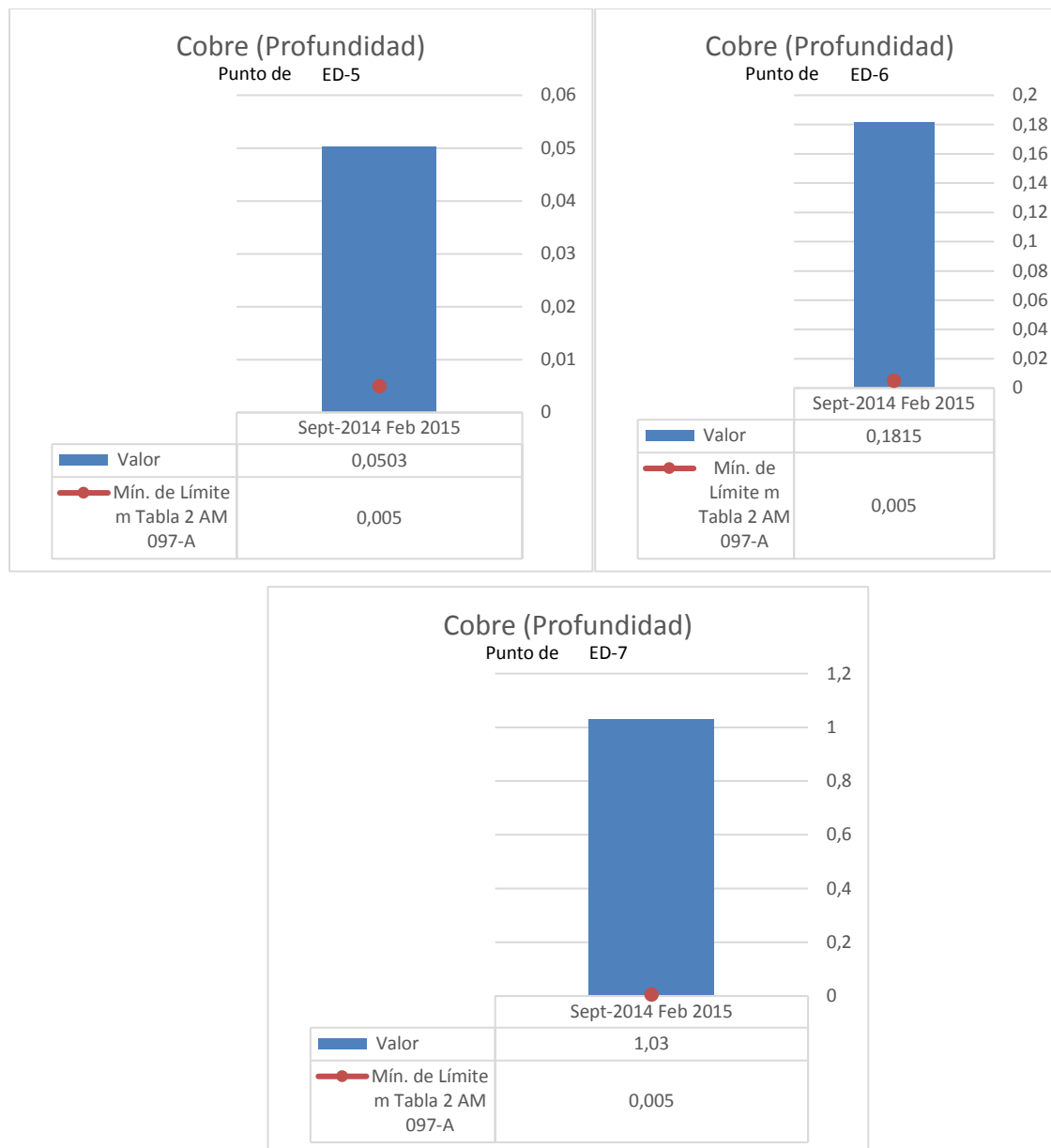
Dentro del monitoreo semestral (Septiembre 2014-Febrero 2015) del dragado de mantenimiento del canal de acceso al Puerto Marítimo de Guayaquil, los valores registrados de Cobre en los puntos de monitoreo superficiales y profundos históricos, presentaron valores que se encuentran por encima de los criterios de Calidad establecidos en el Anexo 1, Tabla 2 del A. M. No. 097-A (Agua Marina y de Estuarios), a excepción de las muestras ED-2 (Profundidad) y ED-4 (Profundidad). Esta alteración podría estar relacionada con las distintas descargas puntuales y difusas al interior del estuario producidas por industrias asentadas en el norte del estuario o por las actividades agrícolas.

Dentro del monitoreo semestral (Septiembre 2015-Febrero 2016) del dragado de mantenimiento del canal de acceso al Puerto Marítimo de Guayaquil, los valores registrados de Cobre en los puntos de monitoreo superficiales y profundos históricos, presentaron valores que se encuentran dentro de los

critérios de Calidad establecidos en el Anexo 1, Tabla 2 del A. M. No. 097-A (Agua Marina y de Estuarios).







**Figura 6-44 Valores de Cobre correspondiente al monitoreo histórico**

Fuente: Autoridad Portuaria de Guayaquil (Monitoreo Semestral de Cumplimiento de los Trabajos de Dragado Puerto Marítimo de Guayaquil Sept 2014-Feb 2015 y Sept 2015-Feb 2016)

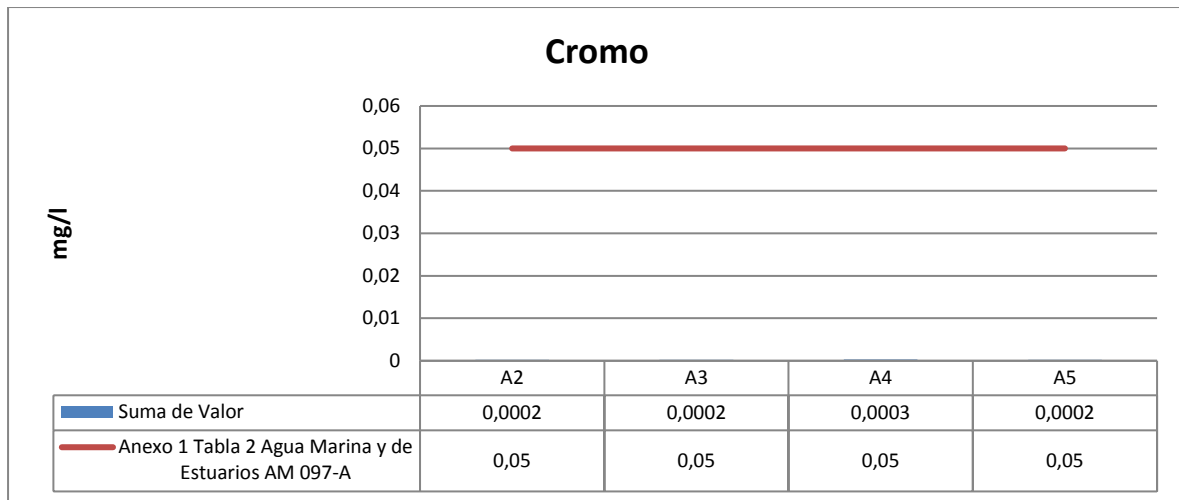
Elaborado por: Cardno

Fecha de elaboración: septiembre 2016

### 6.9.2.1.11 Cromo

Dentro del muestreo actual, todas las muestras se encuentran por debajo de los criterios de Calidad establecidos en el Anexo 1, Tabla 2 del A. M. No. 097-A (Agua Marina y de Estuarios).

El cromo (III) es un elemento nutritivo esencial que ayuda al cuerpo a usar azúcares, proteínas y grasas, sin embargo cromo (VI) se ha detectado que el cromo produce cáncer del pulmón en animales y en seres humanos y animales expuestos a cromo (VI) en el agua potable se observó un aumento de tumores estomacales (ASTM, 2000).



**Figura 6-45 Valores de Cromo correspondiente al muestreo actual**

Fuente: Resultados de Laboratorio Gruentec

Elaborado por: Cardno

Fecha de muestreo: septiembre 2016

Fecha de elaboración: septiembre 2016

Laboratorio responsable: Gruentec

No se disponen de datos históricos de este parámetro

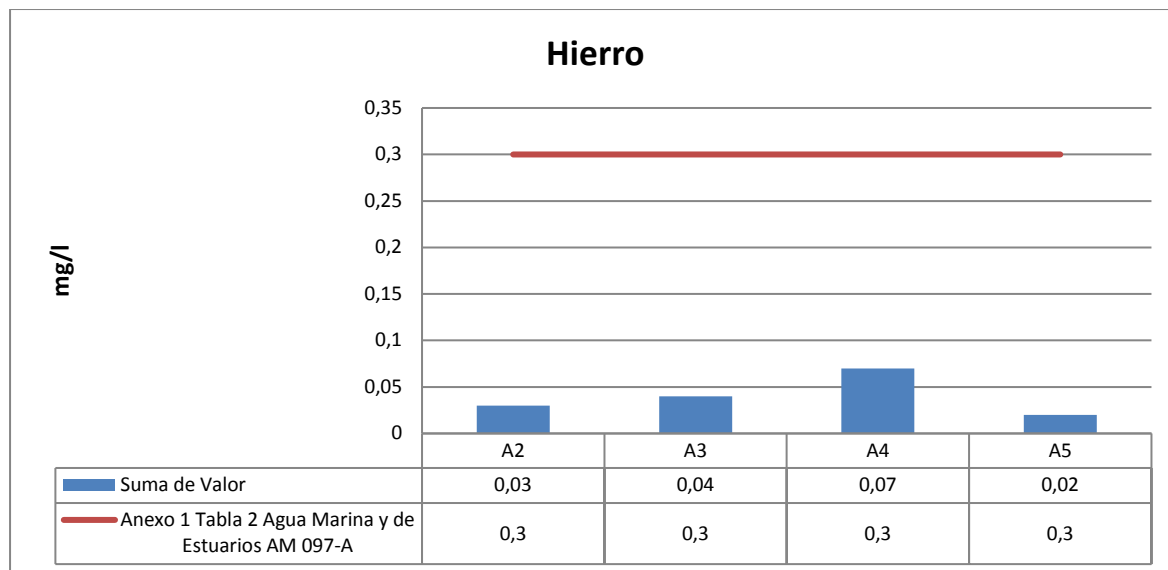
#### 6.9.2.1.1.12 Hierro

Dentro del muestreo actual, los valores presentados se encuentran dentro de los criterios de Calidad establecidos en el Anexo 1, Tabla 2 del A. M. No. 097-A (Agua Marina y de Estuarios).

La presencia de hierro en las aguas podría estar asociada a la geología del suelo y subsuelo de la región. Una de las posibles fuentes de hierro en aguas se debe a la oxidación de los sulfuros de hierro, como la pirita. A niveles de traza, este elemento es requerido por plantas y animales, ya que es un componente vital para el transporte de oxígeno en la sangre de animales vertebrados y algunos invertebrados. Las formas ferrosa y férrica son de interés a nivel ambiental. El ion ferroso persiste en aguas desprovistas de oxígeno y proviene usualmente de aguas subterráneas o minas que han sido drenadas. El hierro se constituye más bien como una molestia que como una causa de daño en la salud.

En los seres humanos al ingerir hierro en cantidades excesivas se acumula en diversos órganos, especialmente en el hígado, lo que produce diversos daños y una enfermedad conocida como hemocromatosis.

La inhalación de polvo que contenga óxido de hierro o sílice puede originar neumoconiosis, pero no existen conclusiones definitivas con relación al papel de las partículas de óxido de hierro en el desarrollo del cáncer de pulmón en el hombre. Los experimentos en animales indican que el polvo de óxido de hierro podría actuar como una sustancia "co-cancerígena", favoreciendo el desarrollo del cáncer cuando se combina simultáneamente con la exposición a sustancias cancerígenas. TLV: (sales de hierro, soluble, como Fe) 1 mg/m<sup>3</sup> como TWA (ACGIH 2009). MAK no (INSHT, 2004; INSHT, 2004).



**Figura 6-46 Valores de Hierro correspondiente al muestreo actual**

Fuente: Resultados de Laboratorio Gruentec

Elaborado por: Cardno

Fecha de muestreo: septiembre 2016

Fecha de elaboración: septiembre 2016

Laboratorio responsable: Gruentec

No se disponen de datos históricos de este parámetro

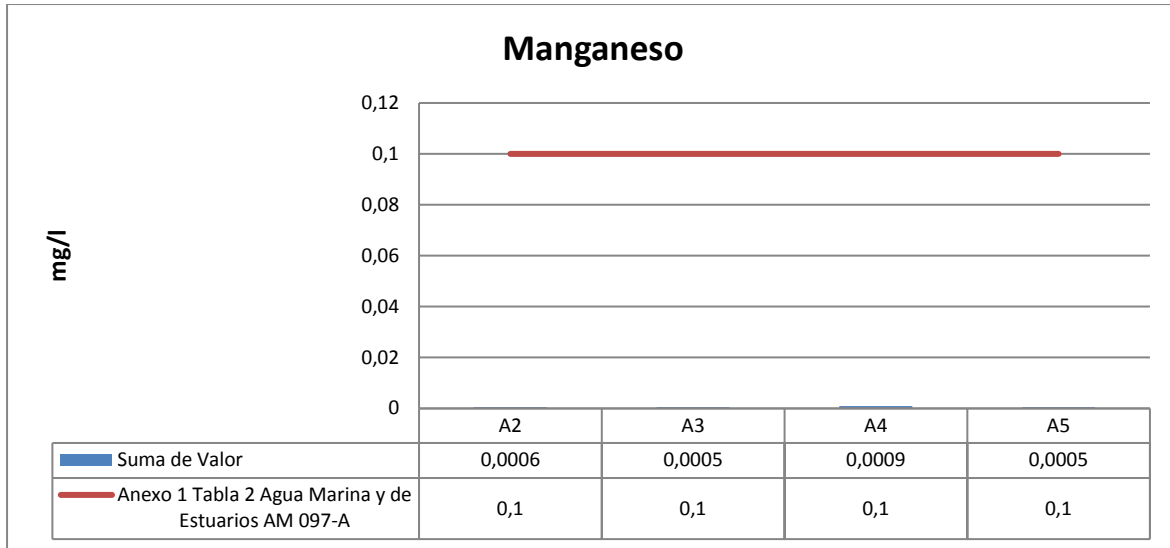
### 6.9.2.1.1.13 Manganeso

Dentro del muestreo actual, los valores presentados se encuentran dentro de los criterios de Calidad establecidos en el Anexo 1, Tabla 2 del A. M. No. 097-A (Agua Marina y de Estuarios).

Los seres humanos expuestos a altos niveles de polvo de manganeso en el aire pueden sufrir alteraciones mentales y emocionales, y sus movimientos pueden hacerse lentos y faltos de coordinación. Esta combinación de síntomas es una enfermedad conocida como 'manganismo', especialmente recurrente en trabajadores mineros. No se detecta efectos visibles en ingesta de alimentos o bebidas con altas concentraciones de manganeso.

La EPA ha establecido que la exposición a concentraciones de manganeso de 1 mg/L en el agua potable por hasta 10 días no causará efectos adversos en un niño. Para exposición de por vida a concentraciones de manganeso de 0,3 mg/L no causará efectos adversos. La FDA ha establecido que la concentración de manganeso en agua potable en botella no debe exceder 0,05 mg/L.

La OSHA ha establecido un límite de 5 mg/m<sup>3</sup> de manganeso en el aire como promedio durante una jornada de 8 horas diarias. (USAGovernment, 2014).



**Figura 6-47 Valores de Manganeso correspondiente al muestreo actual**

Fuente: Resultados de Laboratorio Gruentec

Elaborado por: Cardno

Fecha de muestreo: septiembre 2016

Fecha de elaboración: septiembre 2016

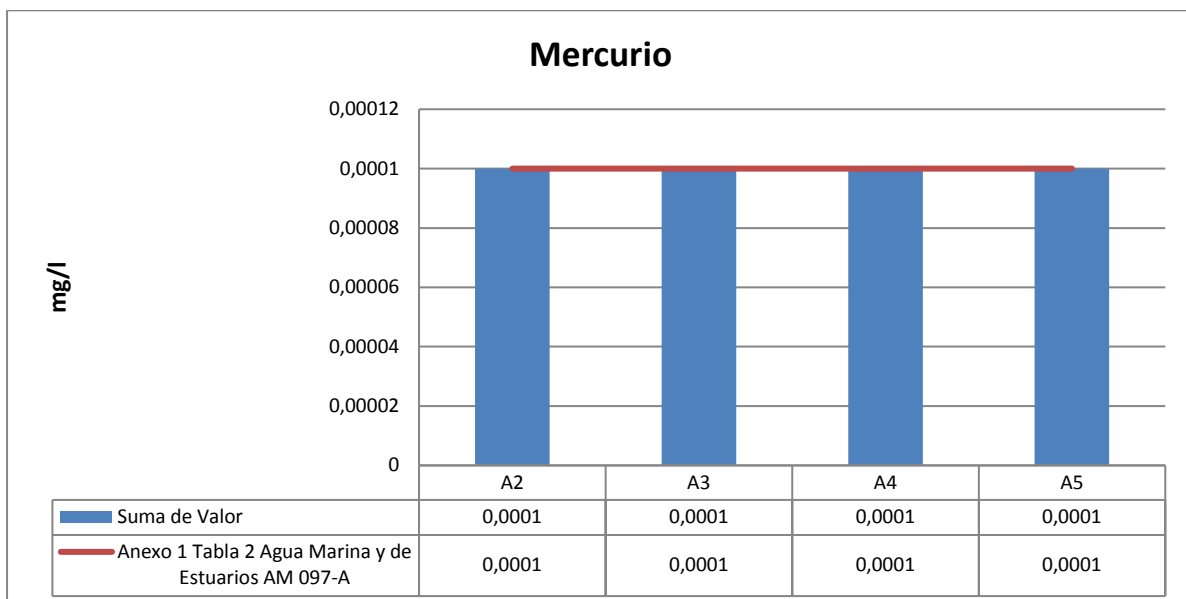
Laboratorio responsable: Gruentec

No se disponen de datos históricos de este parámetro

#### 6.9.2.1.1.14 Mercurio

Dentro del monitoreo actual, todas las muestras se encuentran dentro de los criterios de Calidad establecidos en el Anexo 1, Tabla 2 del A. M. No. 097-A (Agua Marina y de Estuarios).

El mercurio generalmente está en el medio en forma iónica libre, pero en presencia de determinadas bacterias, ya sean anaerobias o aerobias, se puede formar dimetilmercurio. Una característica de este ion es que es transmitido rápidamente a los organismos vivos, acumulándose en los animales superiores a través de la cadena trófica.



**Figura 6-48 Valores de Mercurio correspondiente al muestreo actual**

Fuente: Resultados de Laboratorio Gruentec

Elaborado por: Cardno

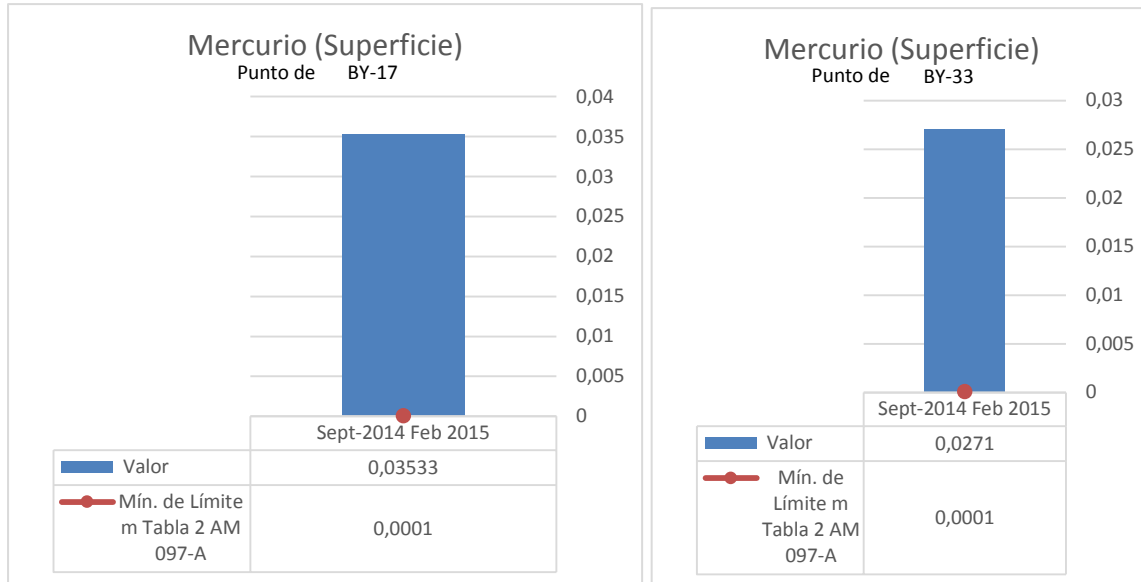
Fecha de muestreo: septiembre 2016

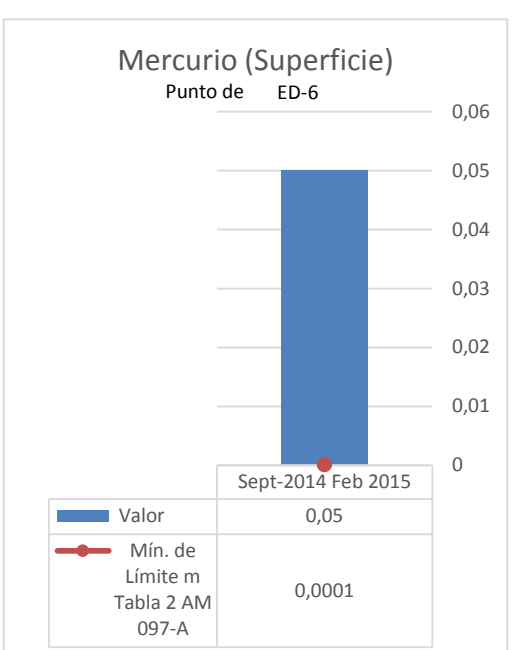
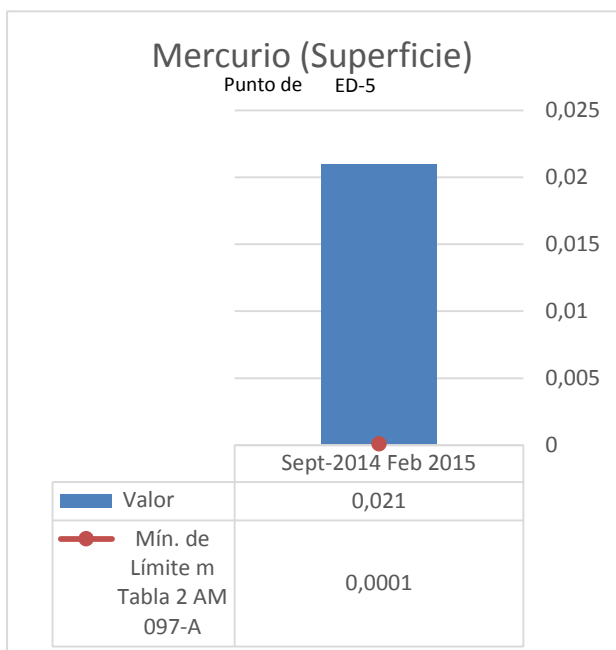
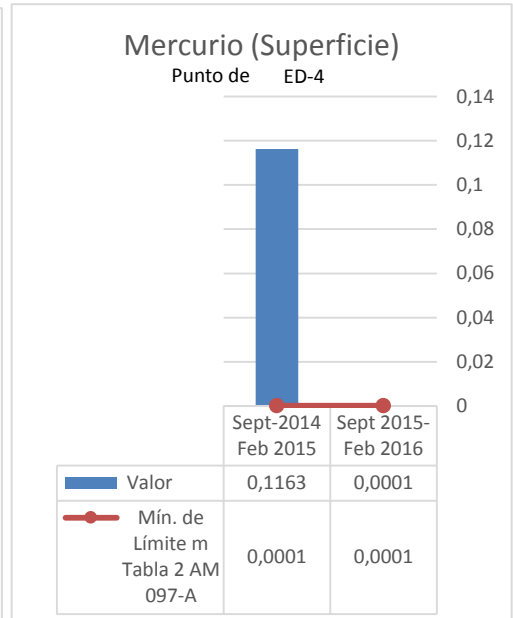
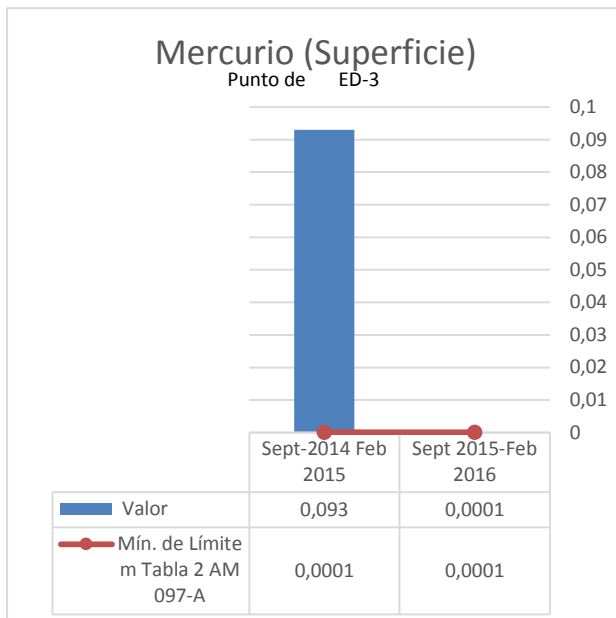
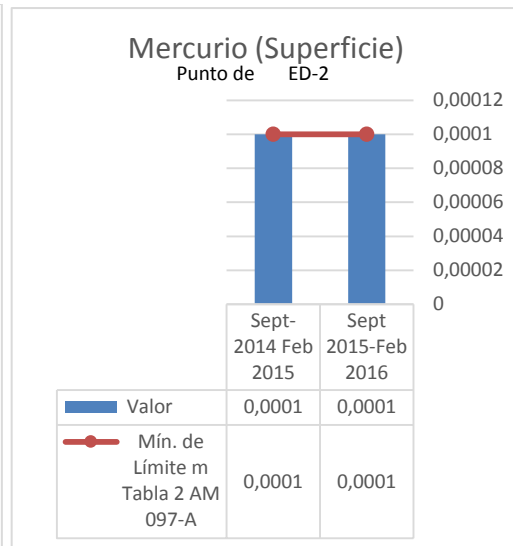
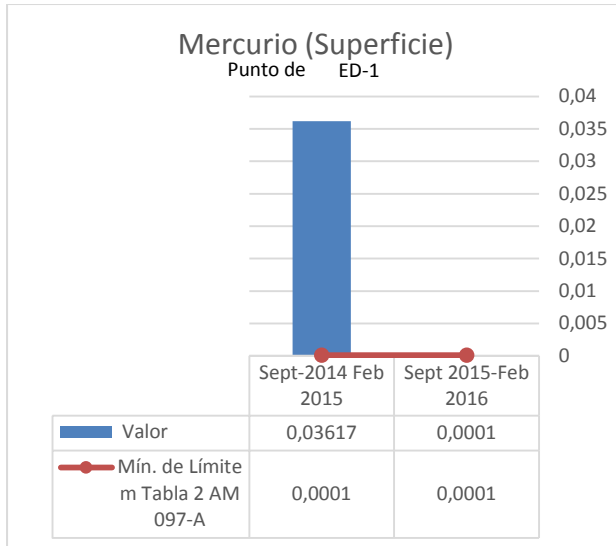
Fecha de elaboración: septiembre 2016

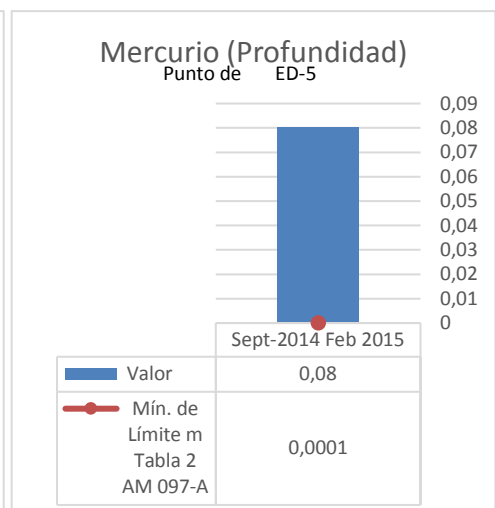
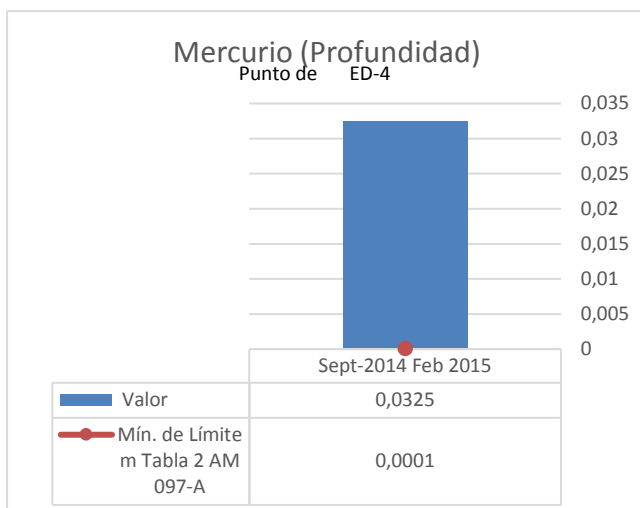
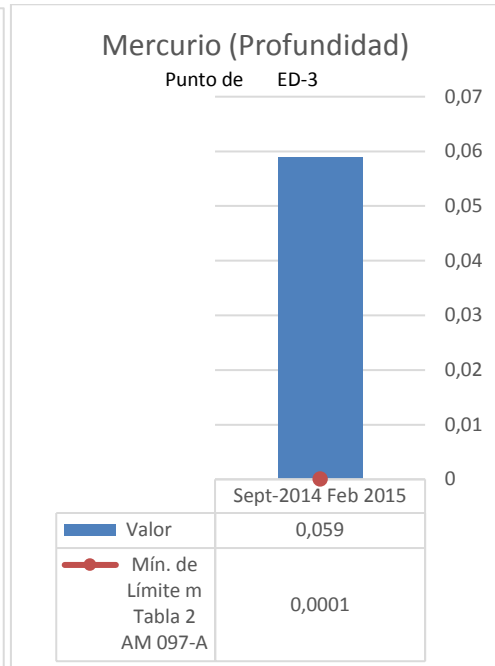
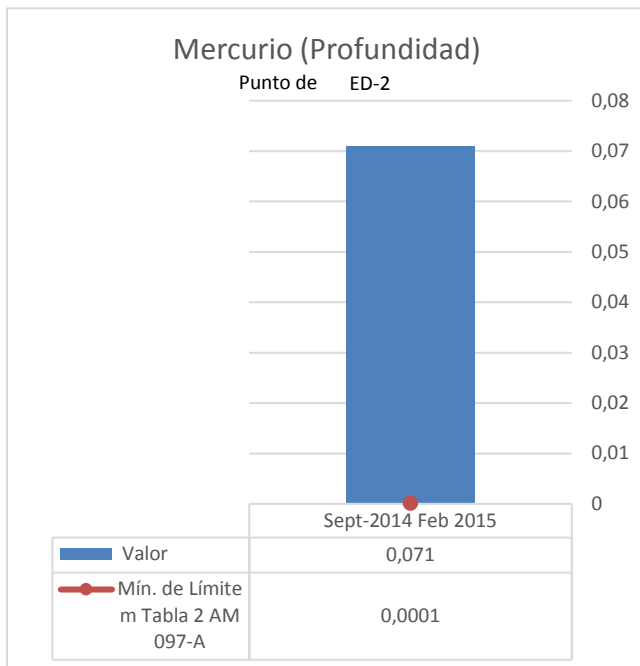
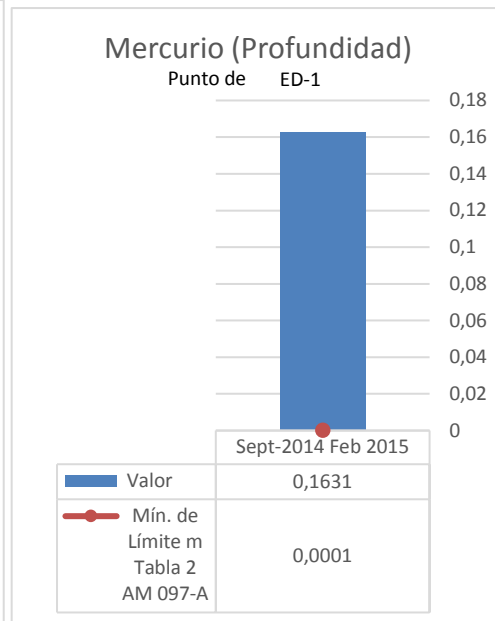
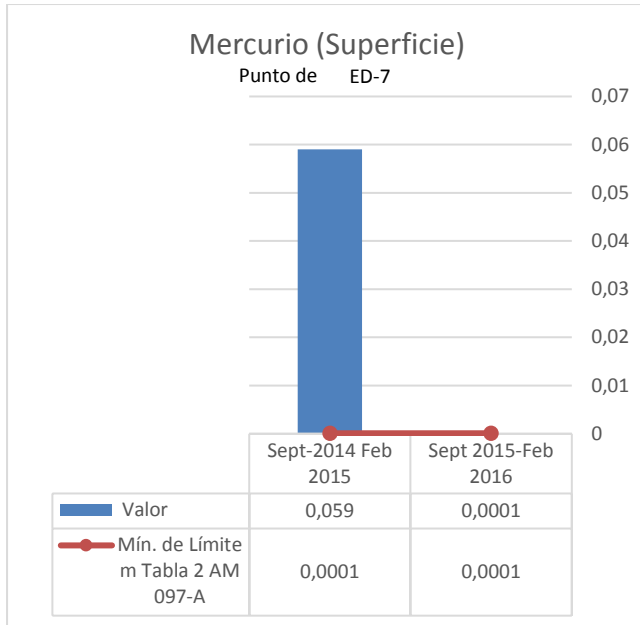
Laboratorio responsable: Gruentec

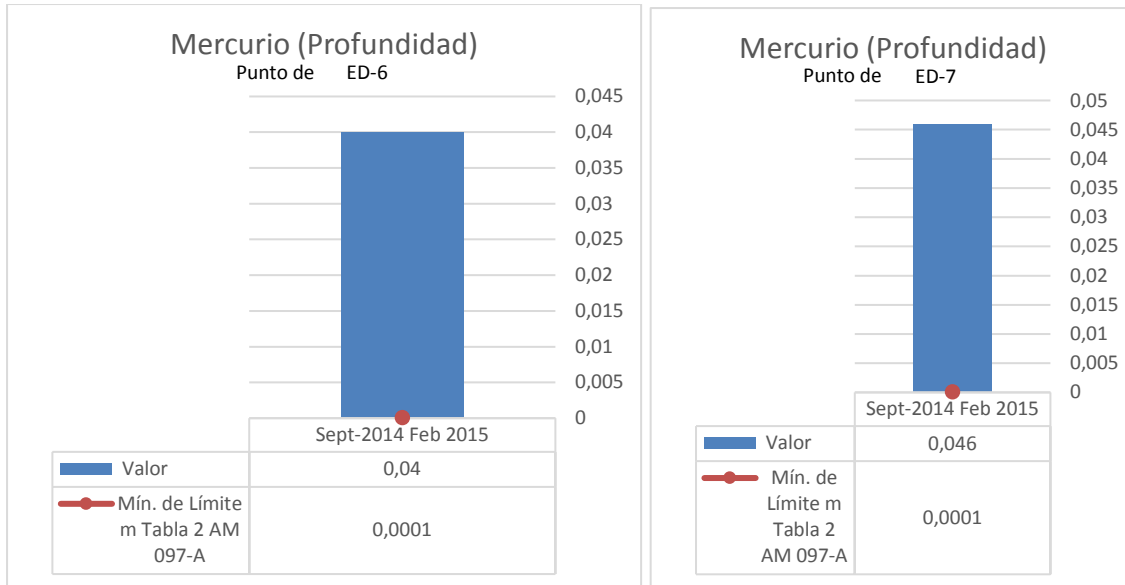
Dentro del monitoreo semestral (Septiembre 2014-Febrero 2015) del dragado de mantenimiento del canal de acceso al Puerto Marítimo de Guayaquil, los valores registrados de Mercurio en los puntos de monitoreo superficiales y profundos históricos, presentaron valores que se encuentran por encima de los criterios de Calidad establecidos en el Anexo 1, Tabla 2 del A. M. NO. 097-A (Agua Marina y de Estuarios), a excepción de las muestras ED-2 (Superficial). Esta alteración podría estar relacionada con las distintas descargas puntuales y difusas al interior del estuario producidas por industrias asentadas en el norte del estuario o por las actividades agrícolas.

Dentro del monitoreo semestral (Septiembre 2015-Febrero 2016) del dragado de mantenimiento del canal de acceso al Puerto Marítimo de Guayaquil, los valores registrados de Mercurio en los puntos de monitoreo superficiales BY-17 y BY-33 se reportaron concentraciones mínimas definidas como No Detectados, razón por la cual en la Figura 6-49 no se muestra el valor de este parámetro, de igual manera, cabe mencionar que dentro del documento de referencia del monitoreo histórico, no se hace referencia a valores específicos, únicamente se menciona a concentraciones no detectables. Con respecto a los demás puntos superficiales históricos presentaron valores que se encuentran dentro de los criterios de Calidad establecidos en el Anexo 1, Tabla 2 del A. M. NO. 097-A (Agua Marina y de Estuarios).









**Figura 6-49 Valores de Mercurio correspondiente al monitoreo histórico**

Fuente: Autoridad Portuaria de Guayaquil (Monitoreo Semestral de Cumplimiento de los Trabajos de Dragado Puerto Marítimo de Guayaquil Sept 2014-Feb 2015 y Sept 2015-Feb 2016)

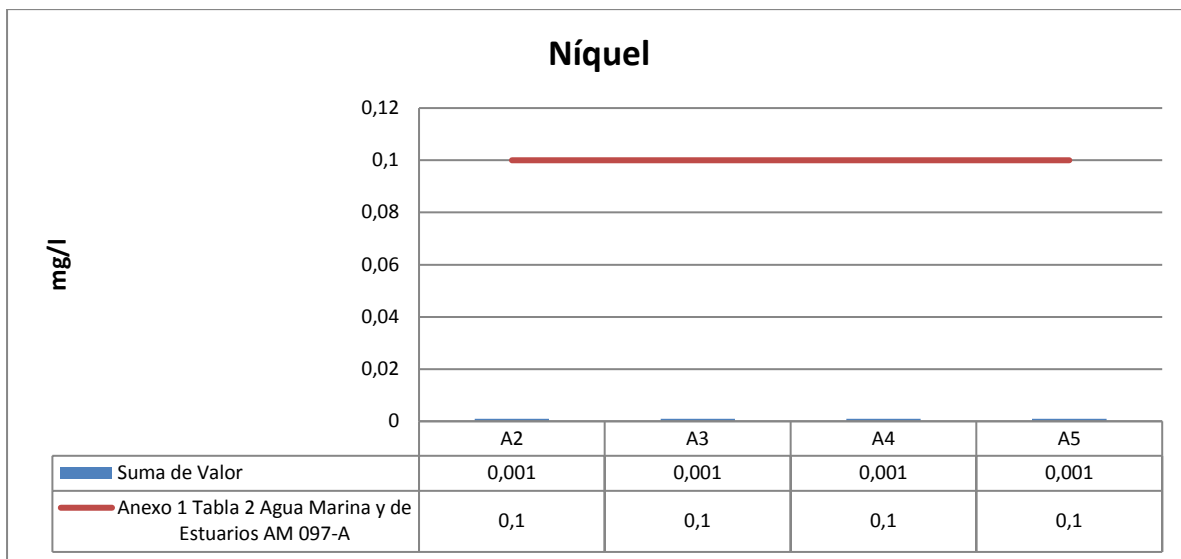
Elaborado por: Cardno

Fecha de elaboración: septiembre 2016

#### 6.9.2.1.1.15 Níquel

Dentro del muestreo actual, todas las muestras se encuentran por debajo de los criterios de Calidad establecidos en el Anexo 1, Tabla 2 del A. M. No. 097-A (Agua Marina y de Estuarios).

El níquel depositado en efluentes termina en el suelo o en el sedimento, en donde se adhiere fuertemente a partículas que contienen hierro o manganeso, no se acumula en peces u otros animales. En los seres humanos el níquel produce alergia y es catalogado como posible cancerígeno según la IARC por sus siglas en ingles. (Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer).



**Figura 6-50 Valores de Níquel correspondiente al muestreo actual**

Fuente: Resultados de Laboratorio Gruentec

Elaborado por: Cardno

Fecha de muestreo: septiembre 2016

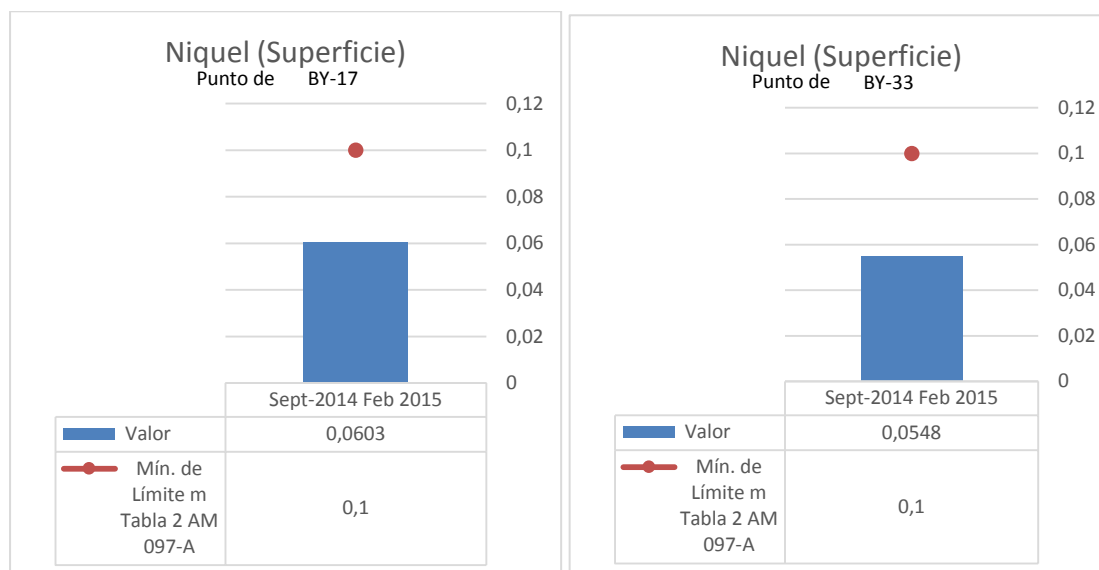
Fecha de elaboración: septiembre 2016

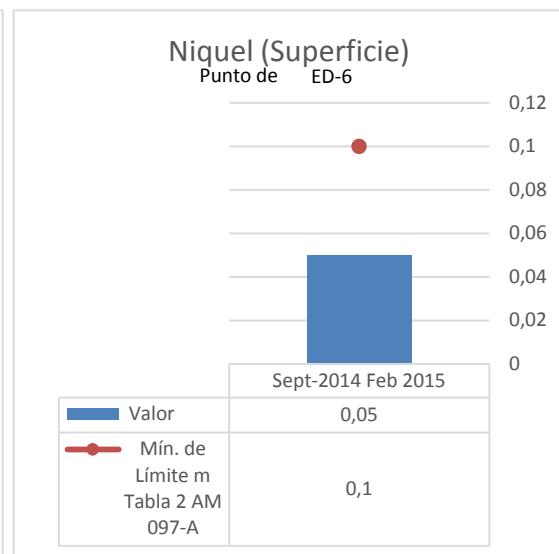
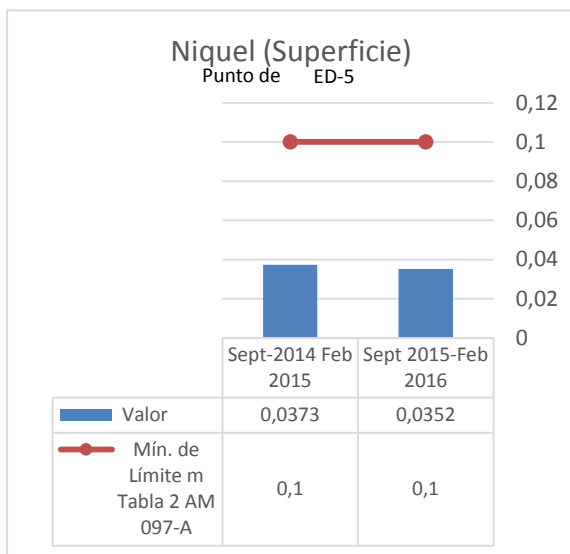
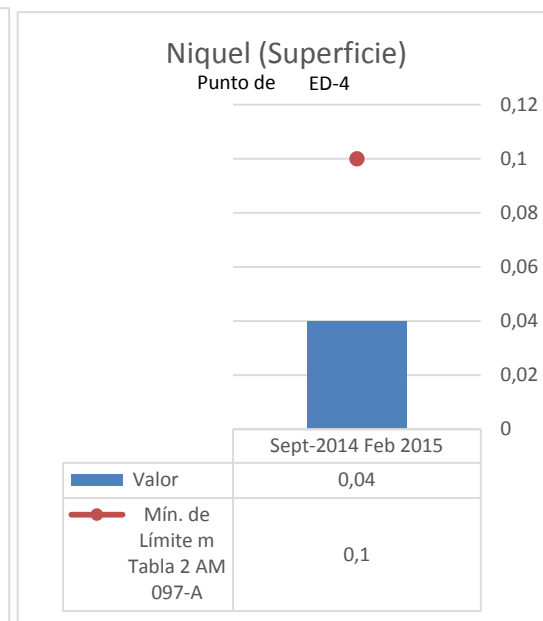
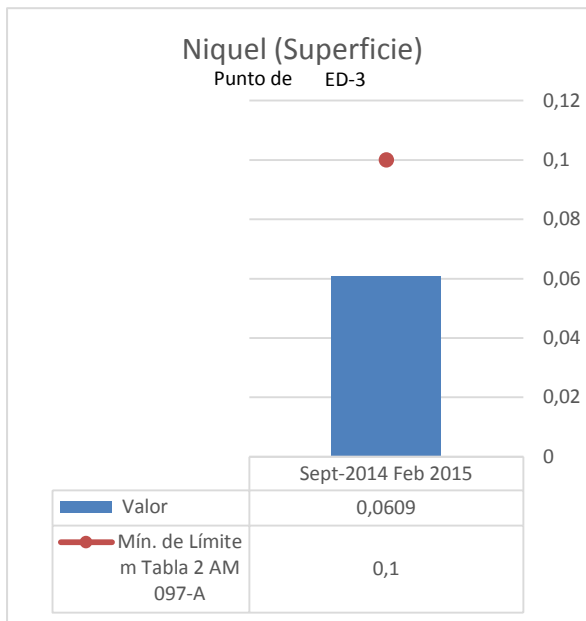
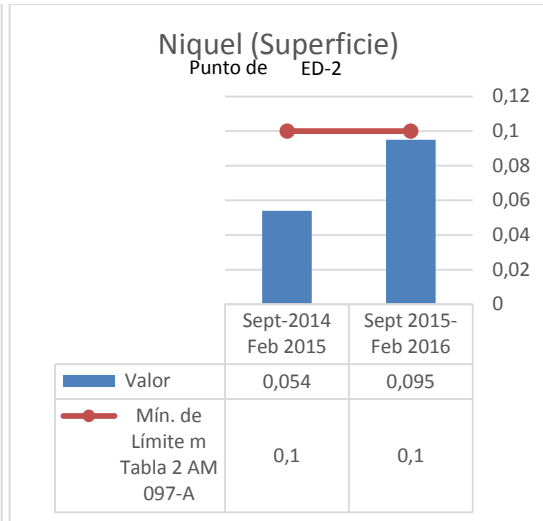
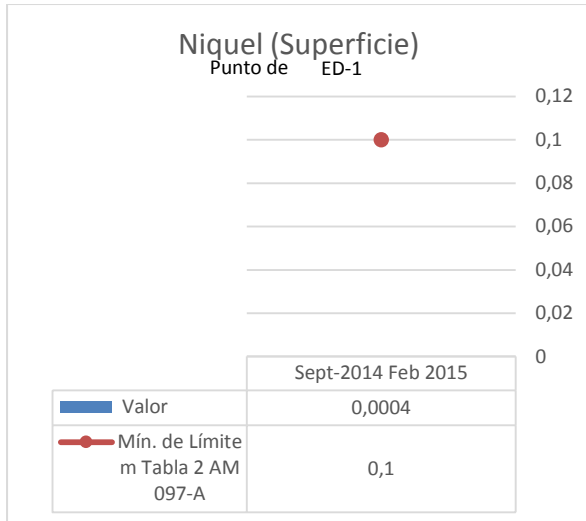
Laboratorio responsable: Gruentec

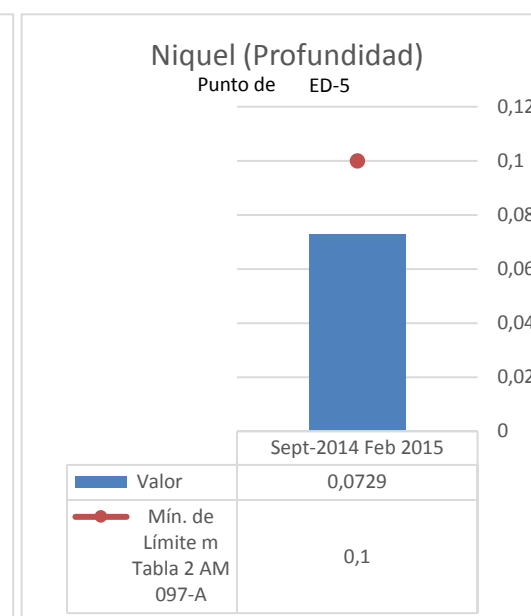
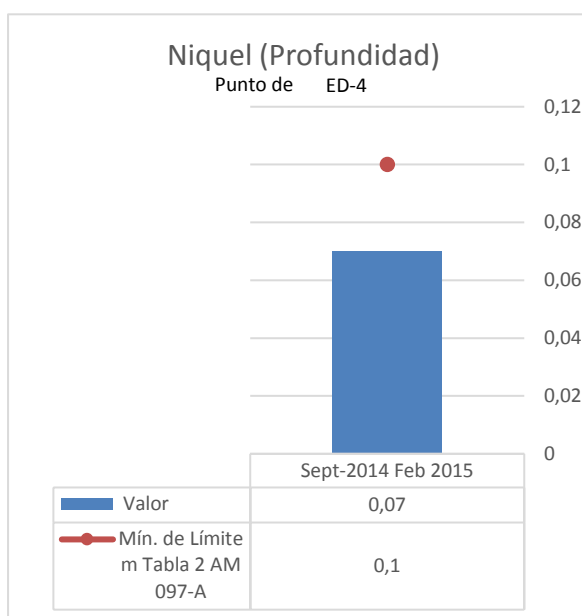
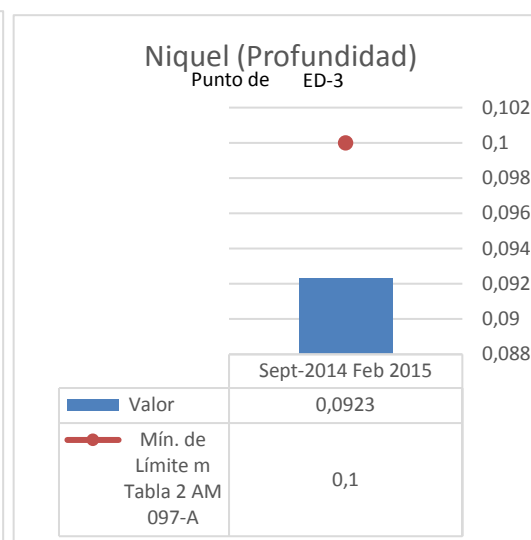
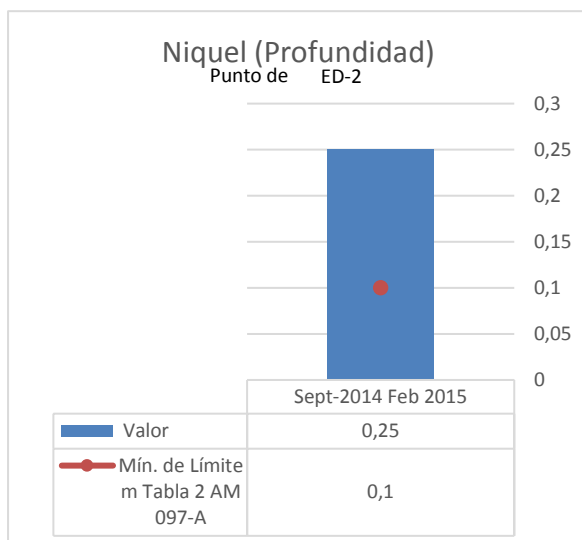
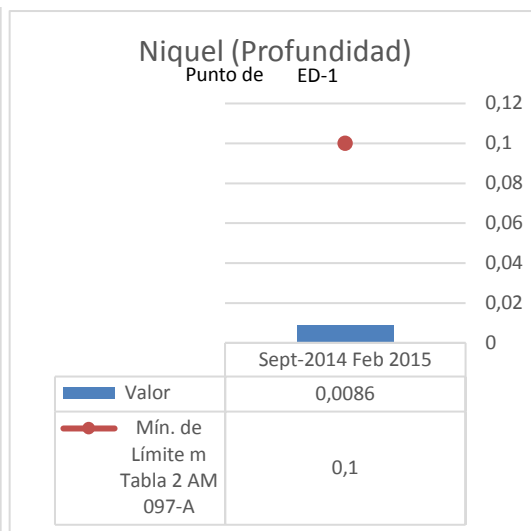
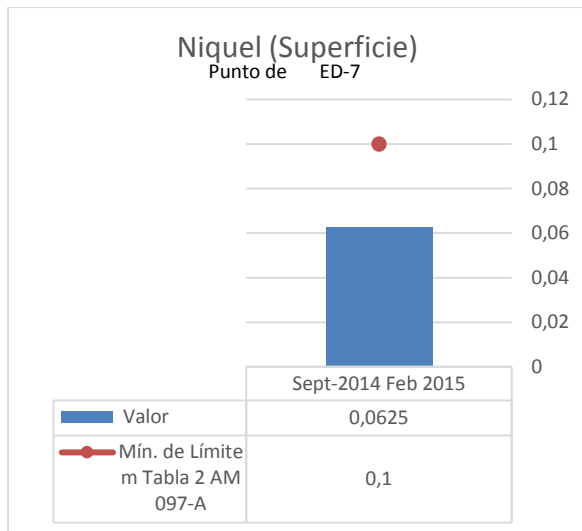
Dentro del monitoreo semestral (Septiembre 2014-Febrero 2015) del dragado de mantenimiento del canal de acceso al Puerto Marítimo de Guayaquil, lo valores registrados de Níquel en los puntos de monitoreo superficiales y profundos históricos, presentaron valores que se encuentran por debajo de los criterios de Calidad establecidos en el Anexo 1, Tabla 2 del A. M. NO. 097-A (Agua Marina y de Estuarios), a excepción de la muestra ED-2 (Profundidad), la cual presenta valores por encima de la normativa ambiental vigente.

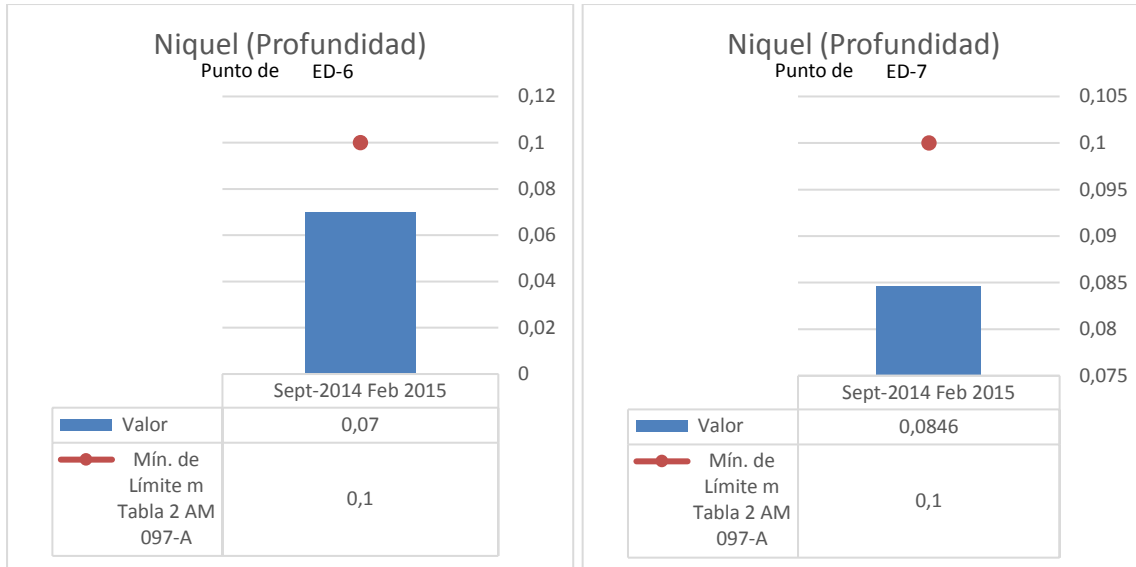
Dentro del monitoreo semestral (Septiembre 2015-Febrero 2016) del dragado de mantenimiento del canal de acceso al Puerto Marítimo de Guayaquil, lo valores registrados de Níquel en los puntos de monitoreo superficiales históricos BY-17 y BY-33, presentaron valores que oscilan en el rango de 0,045 a 0,10 mg/l; con respecto a los puntos de monitoreo superficiales históricos ED-1 a la ED-7, presentaron valores con una mayor concentración (0,095 mg/l) ubicada en la ED-2 y una menor concentración (0,0352 mg/l) en la ED-5; con esto se concluye que lo valores expuestos anteriormente se encuentran por debajo de los criterios de Calidad establecidos en el Anexo 1, Tabla 2 del A. M. NO. 097-A (Agua Marina y de Estuarios).

Los altos niveles de este parámetro encontrados en este monitoreo, pueden estar relacionados con los sólidos que entran en el estuario a través del río Guayas, donde existe una gran cantidad de materia orgánica que actuaría como un ligante del metal









**Figura 6-51 Valores de Níquel correspondiente al monitoreo histórico**

Fuente: Autoridad Portuaria de Guayaquil (Monitoreo Semestral de Cumplimiento de los Trabajos de Dragado Puerto Marítimo de Guayaquil Sept 2014-Feb 2015 y Sept 2015-Feb 2016)

Elaborado por: Cardno

Fecha de elaboración: septiembre 2016

**6.9.2.1.1.16 Plata**

Dentro del muestreo actual, todas las muestras se encuentran dentro de los criterios de Calidad establecidos en el Anexo 1, Tabla 2 del A. M. No. 097-A (Agua Marina y de Estuarios).



**Figura 6-52 Valores de Plata correspondiente al muestreo actual**

Fuente: Resultados de Laboratorio Gruentec

Elaborado por: Cardno

Fecha de muestreo: septiembre 2016

Fecha de elaboración: septiembre 2016

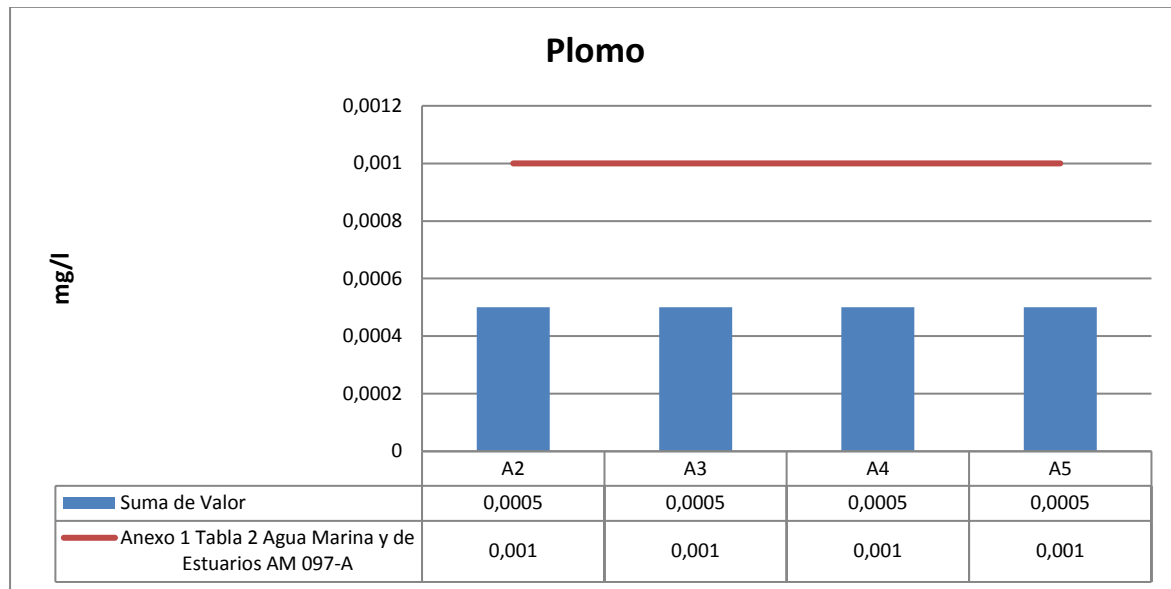
Laboratorio responsable: Gruentec

No se disponen de datos históricos de este parámetro

### 6.9.2.1.1.17 Plomo

Dentro del muestreo actual, todas las muestras se encuentran por debajo de los criterios de Calidad establecidos en el Anexo 1, Tabla 2 del A. M. No. 097-A (Agua Marina y de Estuarios).

Los efectos que pueden producirse en el hombre por el plomo son los mismos si se ingiere o inhala. Afecta a casi todos los órganos en el cuerpo, sin embargo el más sensible es el sistema nervioso. Los efectos agudos producidos son dolor abdominal, encefalopatía, hemolisis e insuficiencia renal aguda. Los efectos crónicos que se pueden producir son fatiga, hipertensión, anemia, alteraciones neuroconductuales y encefalopatía, fertilidad alterada, etc.



**Figura 6-53 Valores de Plomo correspondiente al muestreo actual**

Fuente: Resultados de Laboratorio Gruentec

Elaborado por: Cardno

Fecha de muestreo: septiembre 2016

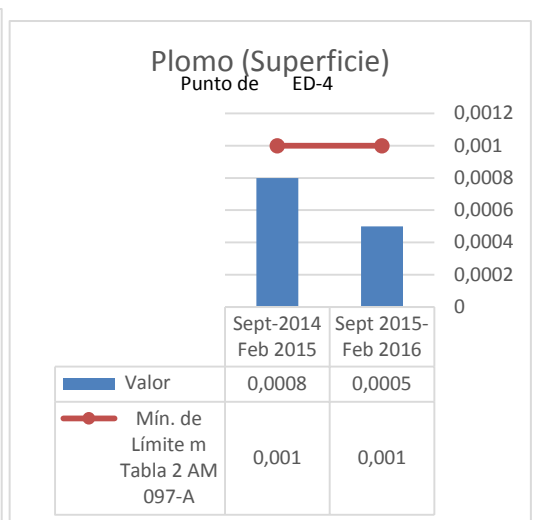
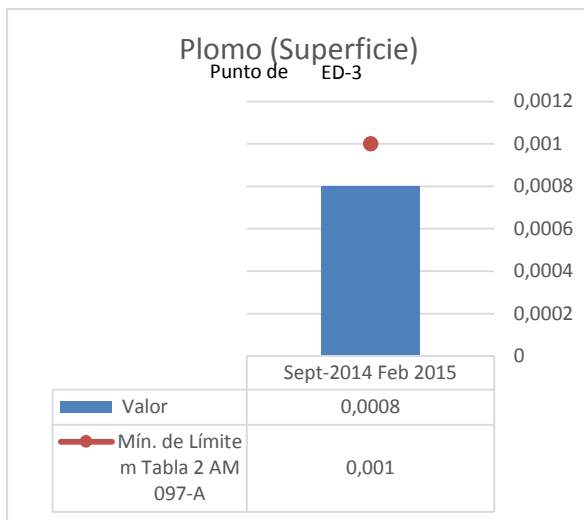
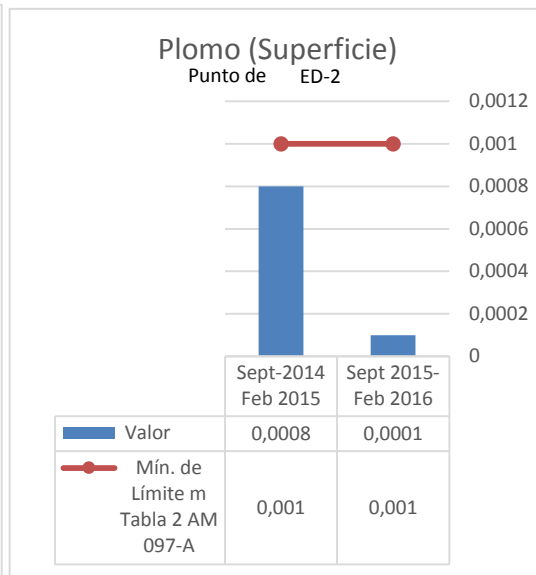
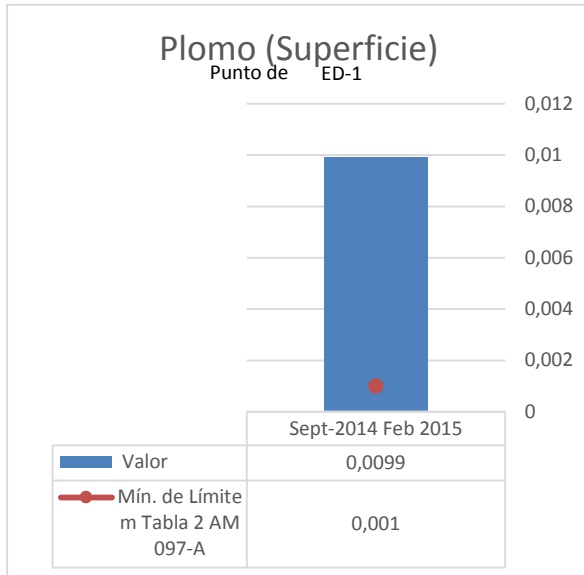
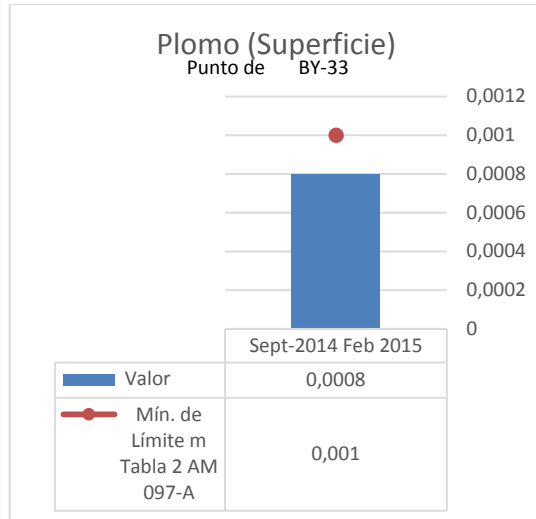
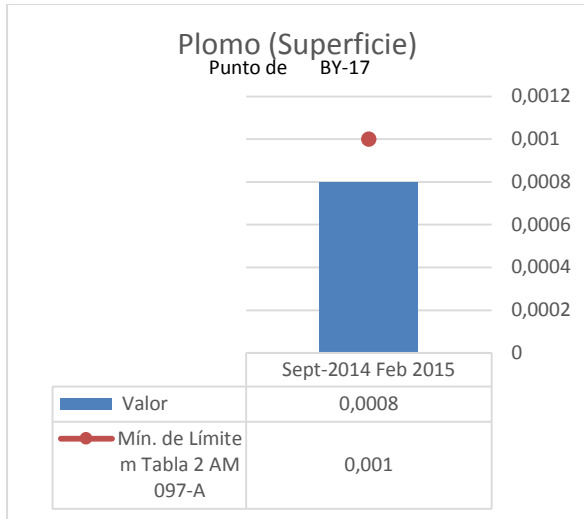
Fecha de elaboración: septiembre 2016

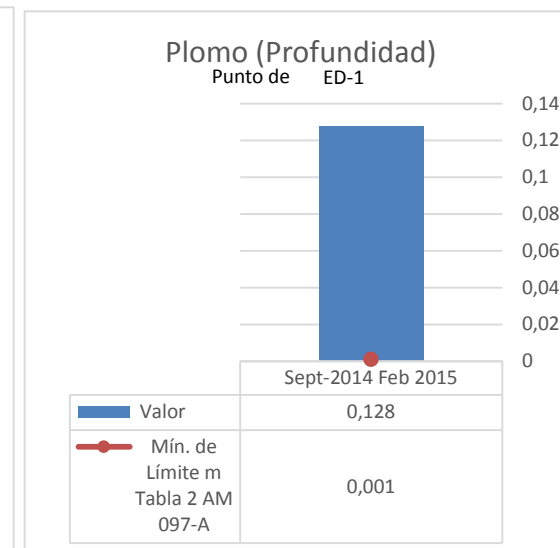
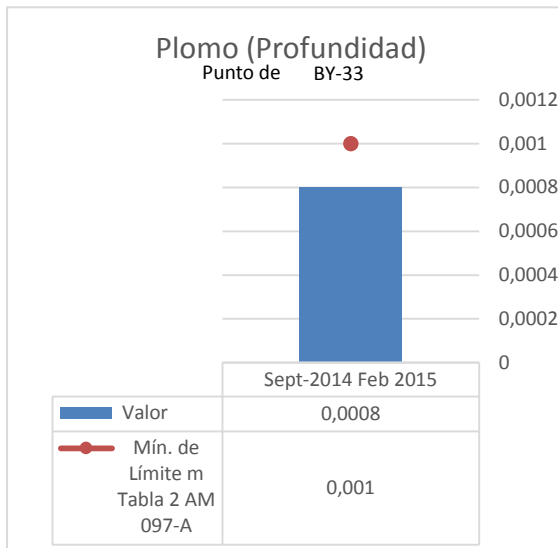
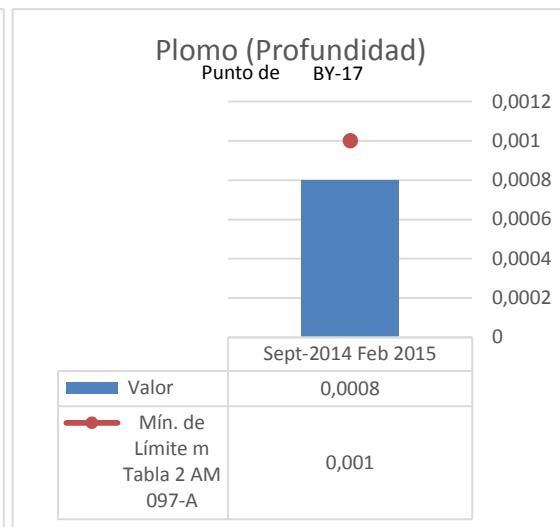
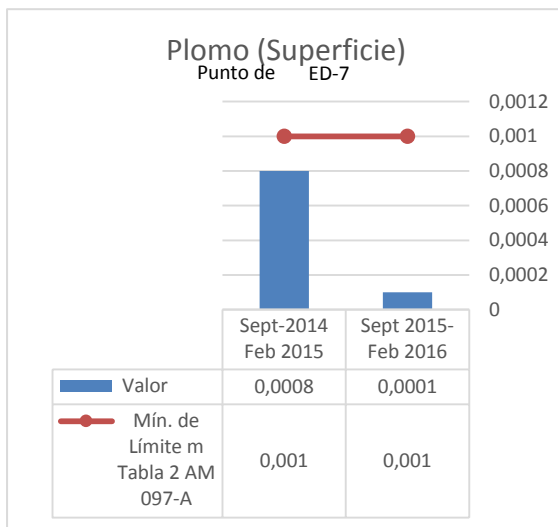
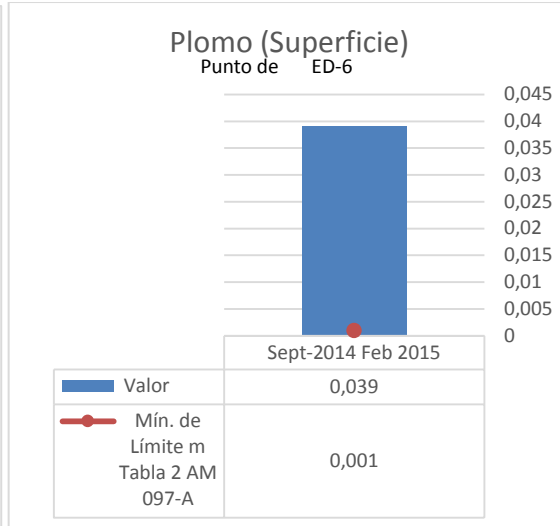
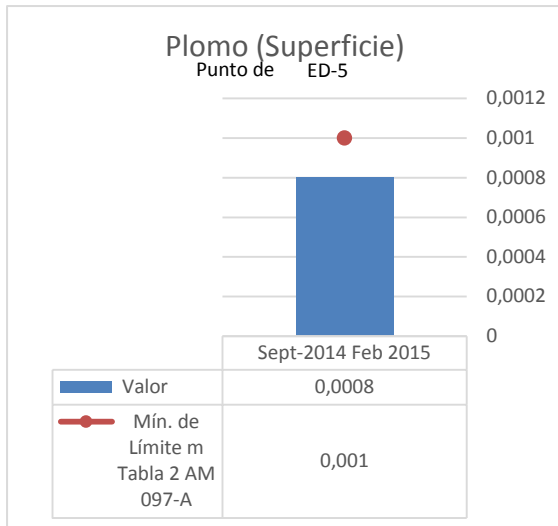
Laboratorio responsable: Gruentec

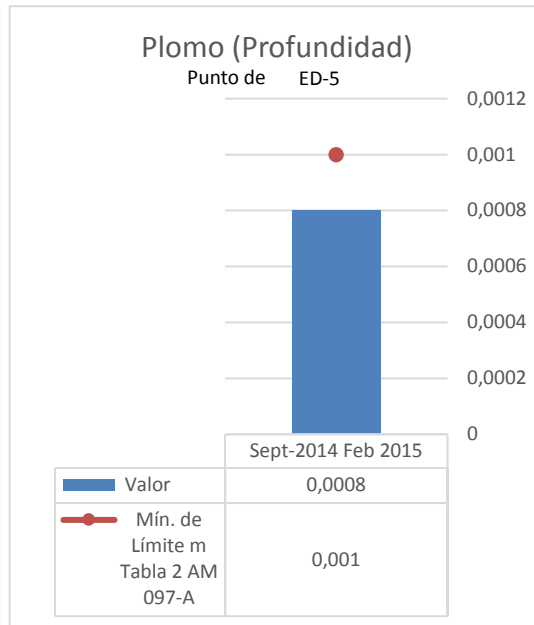
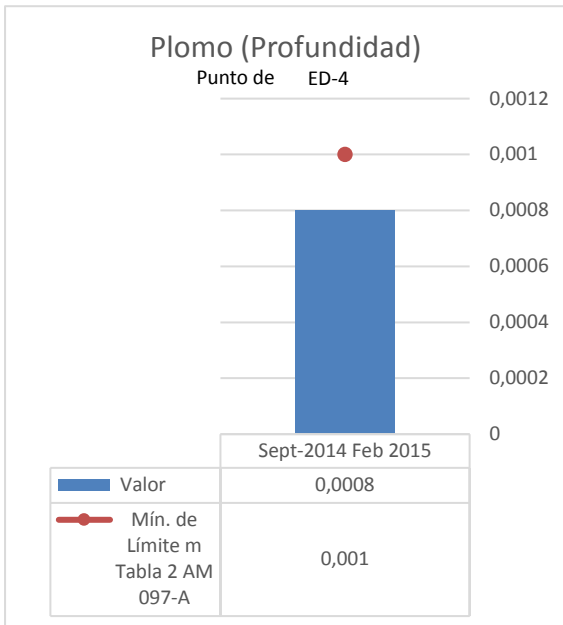
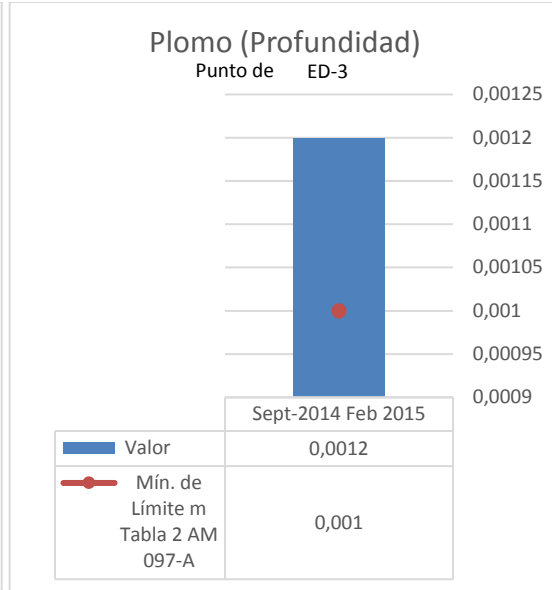
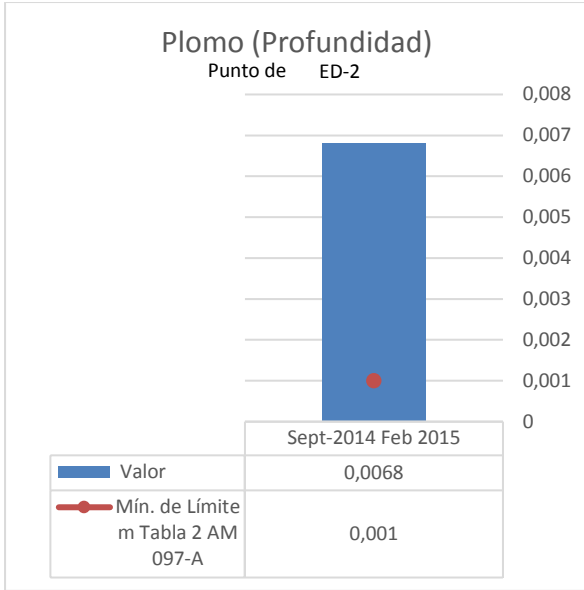
Dentro del monitoreo semestral (Septiembre 2014-Febrero 2015) del dragado de mantenimiento del canal de acceso al Puerto Marítimo de Guayaquil, los valores registrados de Plomo en los puntos de monitoreo superficiales y profundos históricos, presentaron valores que se encuentran por debajo de los criterios de Calidad establecidos en el Anexo 1, Tabla 2 del A. M. No. 097-A (Agua Marina y de Estuarios), a excepción de las muestras superficiales ED-1, ED-6; y las muestras profundas ED-1, ED-2, ED-3 y ED-6, las cuales presentan valores por encima de la normativa ambiental vigente.

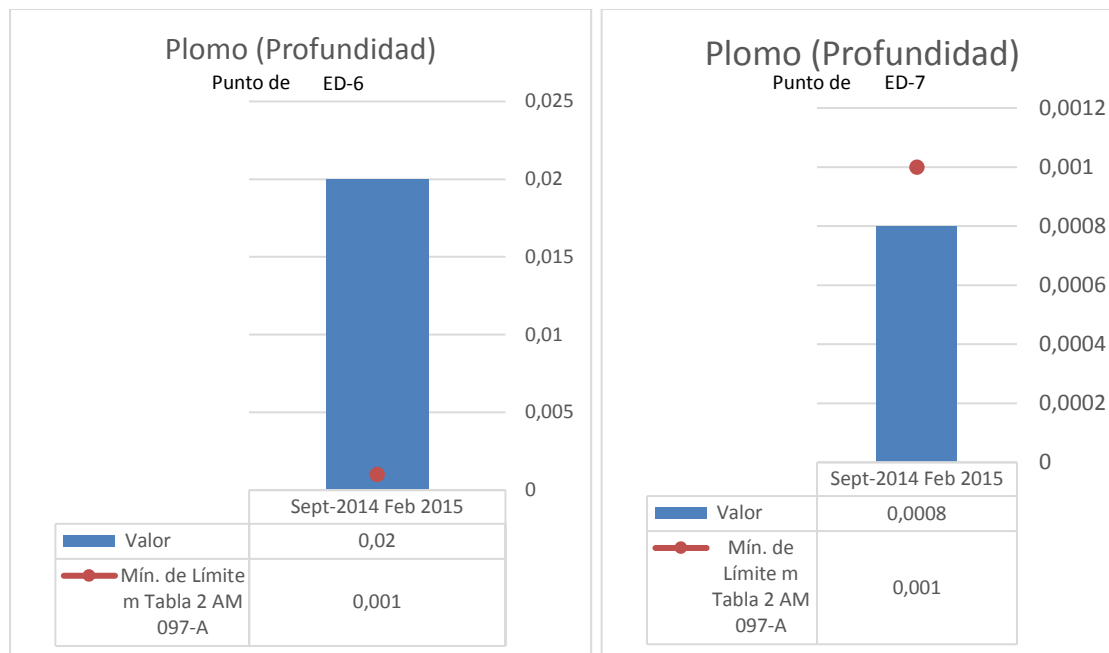
Dentro del monitoreo semestral (Septiembre 2015-Febrero 2016) del dragado de mantenimiento del canal de acceso al Puerto Marítimo de Guayaquil, los valores registrados de Plomo en los puntos de monitoreo superficiales históricos BY-17 y BY-33, presentaron valores que oscilan en el rango de 0,0003 a 0,0001 mg/l; con respecto a los puntos de monitoreo superficiales históricos ED-1 a la ED-7, presentaron valores con una mayor concentración (0,0005 mg/l) ubicada en la ED-4 y una menor concentración (0,0001 mg/l) en la ED-2 y ED-7; con esto se concluye que los valores expuestos anteriormente se encuentran por debajo de los criterios de Calidad establecidos en el Anexo 1, Tabla 2 del A. M. No. 097-A (Agua Marina y de Estuarios).

Esta alteración podría estar relacionada con las distintas descargas puntuales y difusas al interior del estuario producidas por industrias asentadas en el norte del estuario o por las actividades agrícolas.









**Figura 6-54 Valores de Plomo correspondiente al monitoreo histórico**

Fuente: Autoridad Portuaria de Guayaquil (Monitoreo Semestral de Cumplimiento de los Trabajos de Dragado Puerto Marítimo de Guayaquil Sept 2014-Feb 2015 y Sept 2015-Feb 2016)

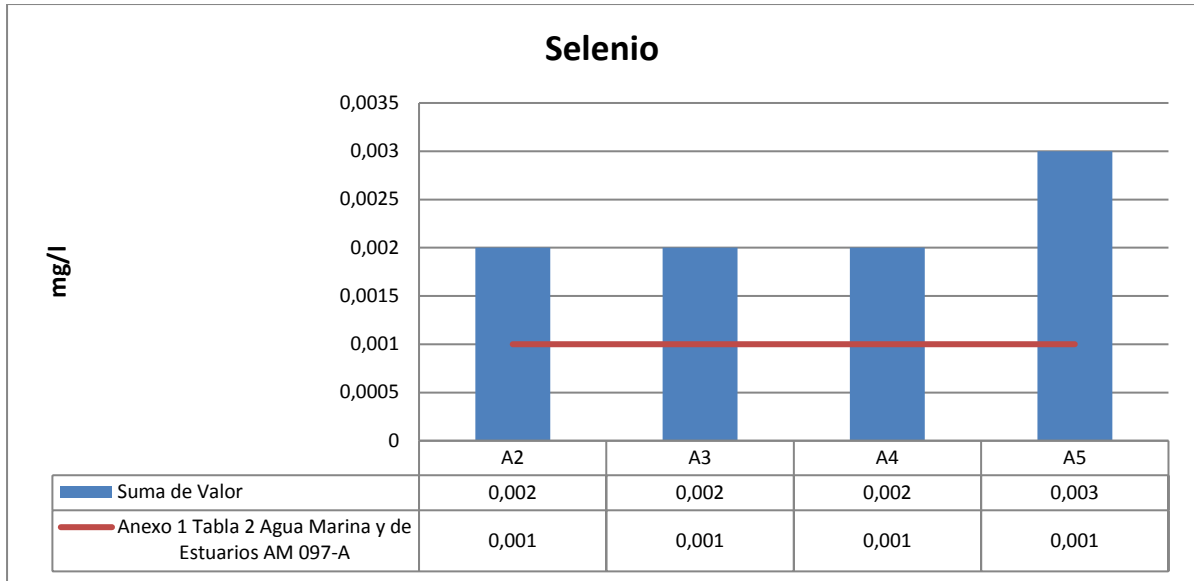
Elaborado por: Cardno

Fecha de elaboración: septiembre 2016

#### 6.9.2.1.1.18 Selenio

Dentro del muestreo actual, todas las muestras superan los criterios de Calidad establecidos en el Anexo 1, Tabla 2 del A. M. No. 097-A (Agua Marina y de Estuarios).

El selenio es un elemento que puede acumularse en la cadena alimenticia, se deposita en el fondo de cuerpos hídricos, las partículas insolubles de selenio permanecen en el suelo mientras que las formas solubles son muy móviles y pueden entrar al agua superficial desde el suelo. El selenio tiene efectos tanto beneficiosos como perjudiciales, es necesario en bajas dosis para mantener buena salud. Sin embargo, la exposición a altos niveles puede producir efectos adversos sobre la salud. La exposición breve a altas concentraciones de selenio puede producir náusea, vómitos y diarrea. La exposición crónica a altas concentraciones de compuestos de selenio puede producir una enfermedad llamada selenosis. Los signos y síntomas principales de la selenosis son pérdida del cabello, uñas quebradizas y anomalías neurológicas (por ejemplo, adormecimiento y otras sensaciones extrañas en las extremidades) (ASTM, 2000).



**Figura 6-55 Valores de Selenio correspondiente al muestreo actual**

Fuente: Resultados de Laboratorio Gruentec

Elaborado por: Cardno

Fecha de muestreo: septiembre 2016

Fecha de elaboración: septiembre 2016

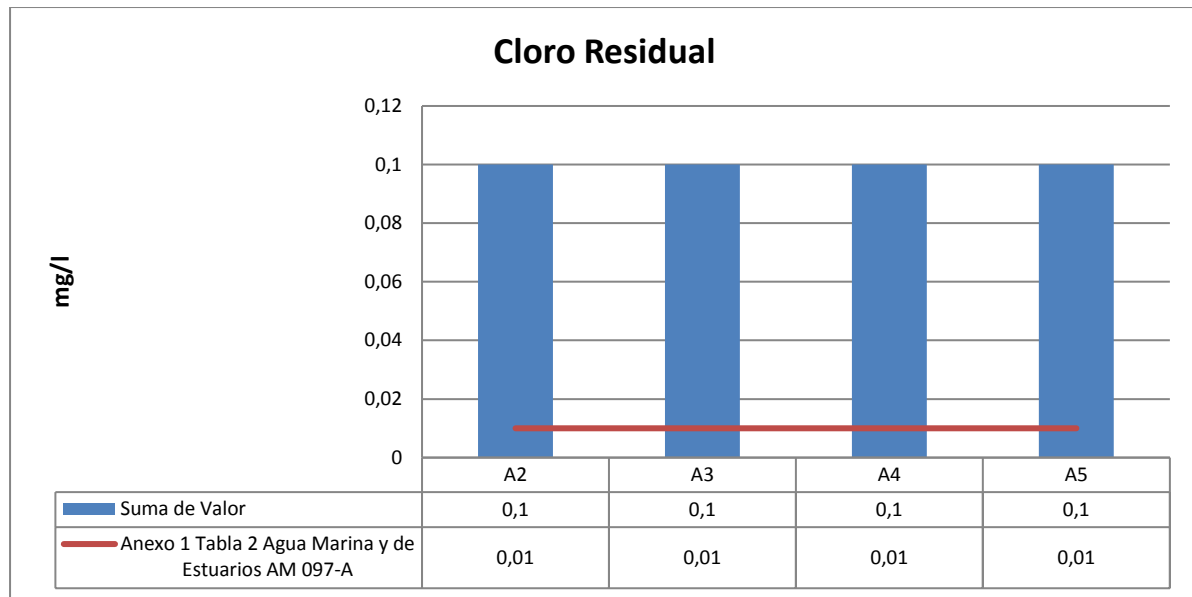
Laboratorio responsable: Gruentec

No se disponen de datos históricos de este parámetro

#### 6.9.2.1.1.19 Cloro Residual

Dentro del muestreo actual, todas las muestras superan los criterios de Calidad establecidos en el Anexo 1, Tabla 2 del A. M. No. 097-A (Agua Marina y de Estuarios). Sin embargo, el límite de cuantificación del laboratorio es mayor al CC. Esto quiere decir que los resultados reportados por el laboratorio no necesariamente estarían por encima del CC, sino que podrían corresponder a cualquier valor comprendido entre cero y el límite de cuantificación.

El cloro residual o libre es de suma importancia en los procesos de potabilización del agua, debiendo mantenerse rangos entre los 0,5 a 2, cantidades superiores pueden afectar a los microorganismos del ambiente, alterando los procesos biológicos propios de cada medio natural.



**Figura 6-56 Valores de Cloro Residual correspondiente al muestreo actual**

Fuente: Resultados de Laboratorio Gruentec

Elaborado por: Cardno

Fecha de muestreo: septiembre 2016

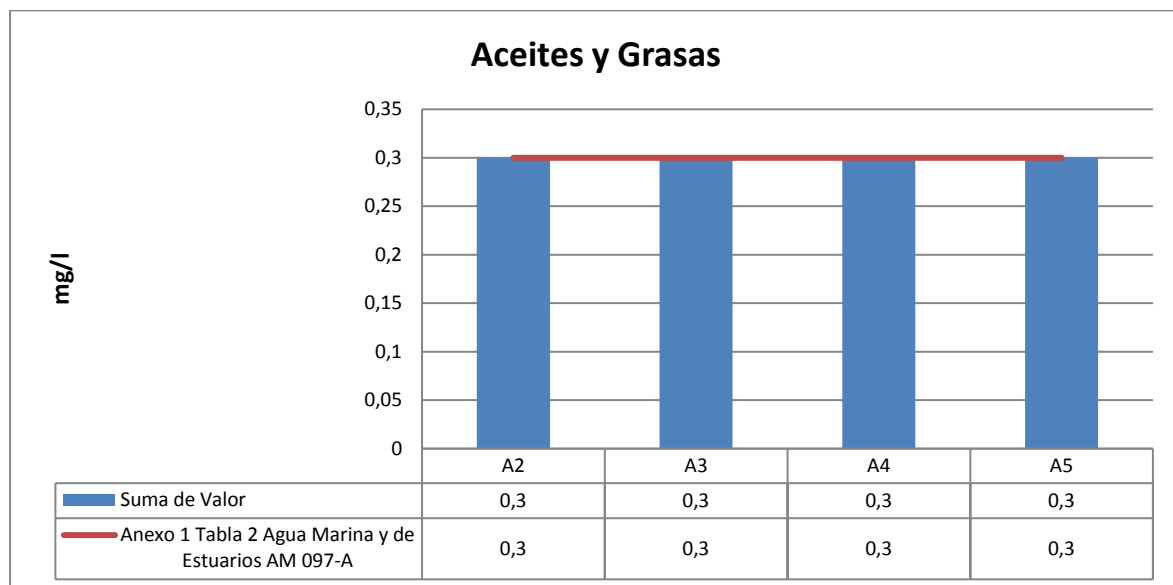
Fecha de elaboración: septiembre 2016

Laboratorio responsable: Gruentec

No se disponen de datos históricos de este parámetro

#### 6.9.2.1.1.20 Aceites y Grasas

Dentro del muestreo actual, todas las muestras se encuentran dentro de los criterios de Calidad establecidos en el Anexo 1, Tabla 2 del A. M. No. 097-A (Agua Marina y de Estuarios).



**Figura 6-57 Valores de Aceites y Grasas correspondientes al muestreo actual**

Fuente: Resultados de Laboratorio Gruentec

Elaborado por: Cardno

Fecha de muestreo: septiembre 2016

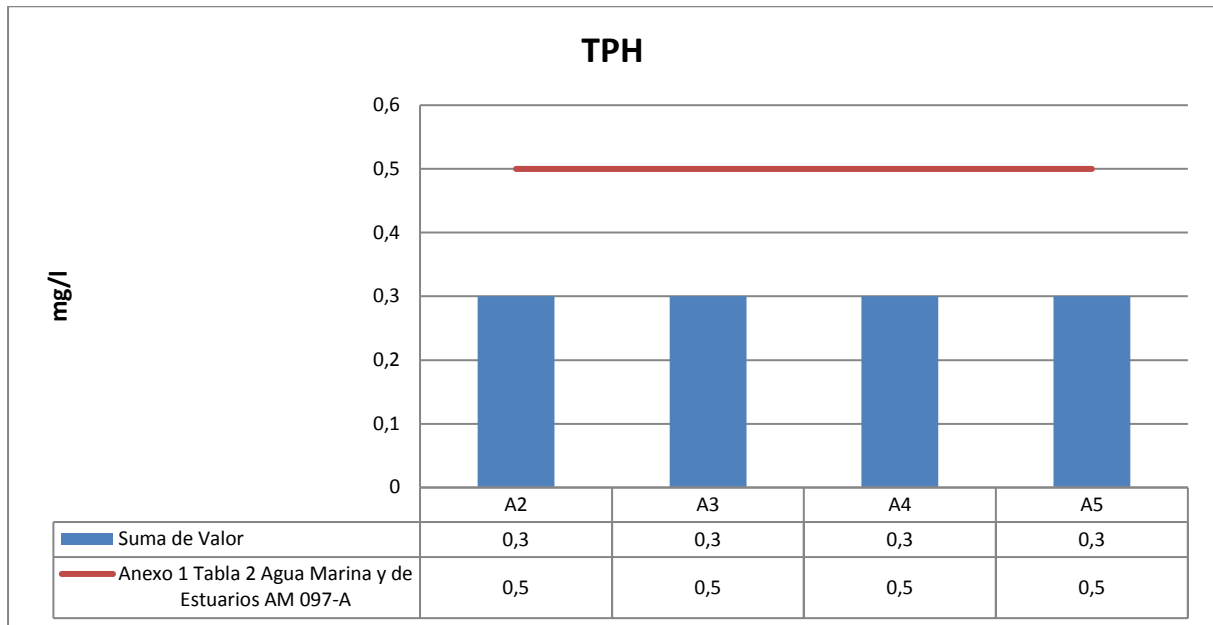
Fecha de elaboración: septiembre 2016

Laboratorio responsable: Gruentec

No se disponen de datos históricos de este parámetro

### 6.9.2.1.1.21 Hidrocarburos Totales de Petróleo (TPH)

Dentro del muestreo actual, todas las muestras se encuentran dentro de los criterios de Calidad establecidos en el Anexo 1, Tabla 2 del A. M. No. 097-A (Agua Marina y de Estuarios).



**Figura 6-58 Valores de TPH correspondientes al muestreo actual**

Fuente: Resultados de Laboratorio Gruentec

Elaborado por: Cardno

Fecha de muestreo: septiembre 2016

Fecha de elaboración: septiembre 2016

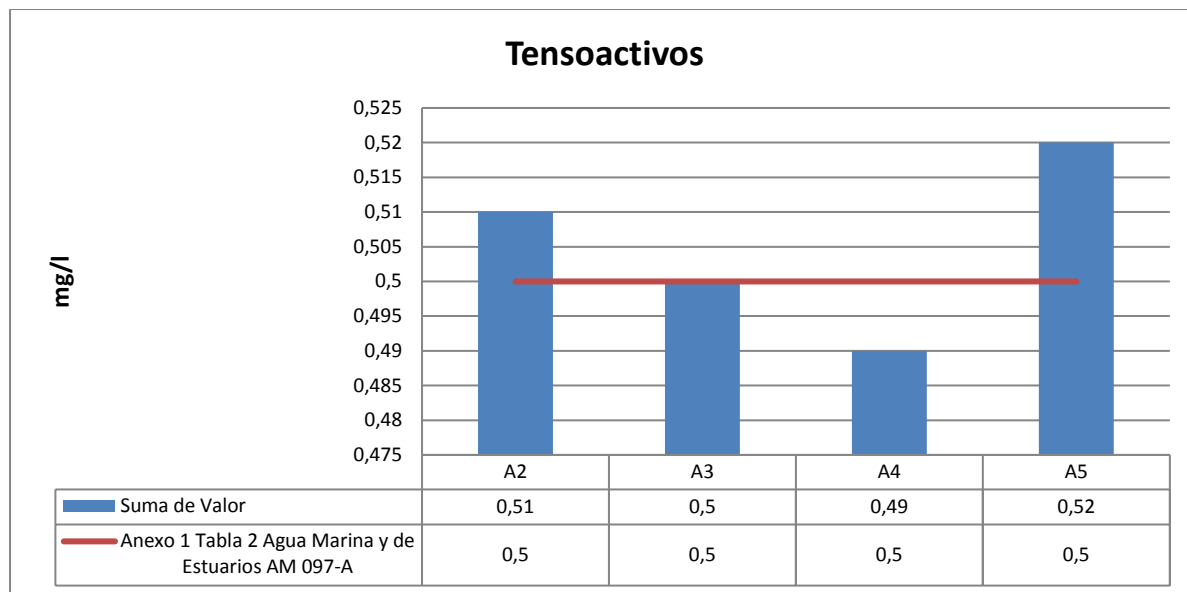
Laboratorio responsable: Gruentec

No se disponen de datos históricos de este parámetro

### 6.9.2.1.1.22 Tensoactivos

Dentro del muestreo actual, las muestras A2 y A5 se encuentran por encima de los criterios de Calidad establecidos en el Anexo 1, Tabla 2 del A. M. No. 097-A (Agua Marina y de Estuarios).

Por su estructura los tensoactivos tienden a estar en superficie, sumergiendo la parte polar en el agua y la apolar fuera de ella. Los tensoactivos por su uso están destinados a acabar vertidos en la naturaleza. Es el peligro de estos compuestos. El mayor destino es al medio acuático y el receptor final el medio marino. Las concentraciones altas de tensoactivos en estos puntos de muestreo, podría estar relacionada con las distintas descargas puntuales y difusas al interior del estuario producidas por industrias asentadas en el norte del estuario o por descarga directa de las aguas residuales urbanas. Tanto en las aguas tratadas como en las no tratadas. Las ciudades costeras vierten al mar.



**Figura 6-59 Valores de Tensoactivos correspondiente al muestreo actual**

Fuente: Resultados de Laboratorio Gruentec

Elaborado por: Cardno

Fecha de muestreo: septiembre 2016

Fecha de elaboración: septiembre 2016

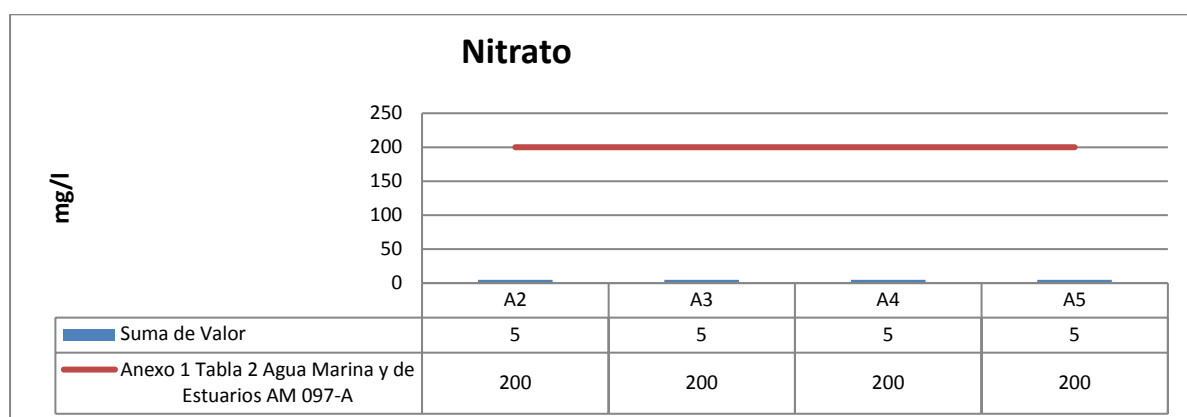
Laboratorio responsable: Gruentec

No se disponen de datos históricos de este parámetro

#### 6.9.2.1.1.23 Nitratos

Dentro del muestreo actual, todas las muestras se encuentran por debajo de los criterios de Calidad establecidos en el Anexo 1, Tabla 2 del A. M. No. 097-A (Agua Marina y de Estuarios).

Los nitratos en sí mismo no presentan peligros latentes a la salud humana, sin embargo, son considerados nutrientes para el crecimiento de algas y consecuentemente causantes de los procesos de eutrofización en Lagos y Lagunas. En aguas de bebida, los nitratos pueden repercutir en una mayor concentración de nitritos.



**Figura 6-60 Valores de Nitrato correspondiente al muestreo actual**

Fuente: Resultados de Laboratorio Gruentec

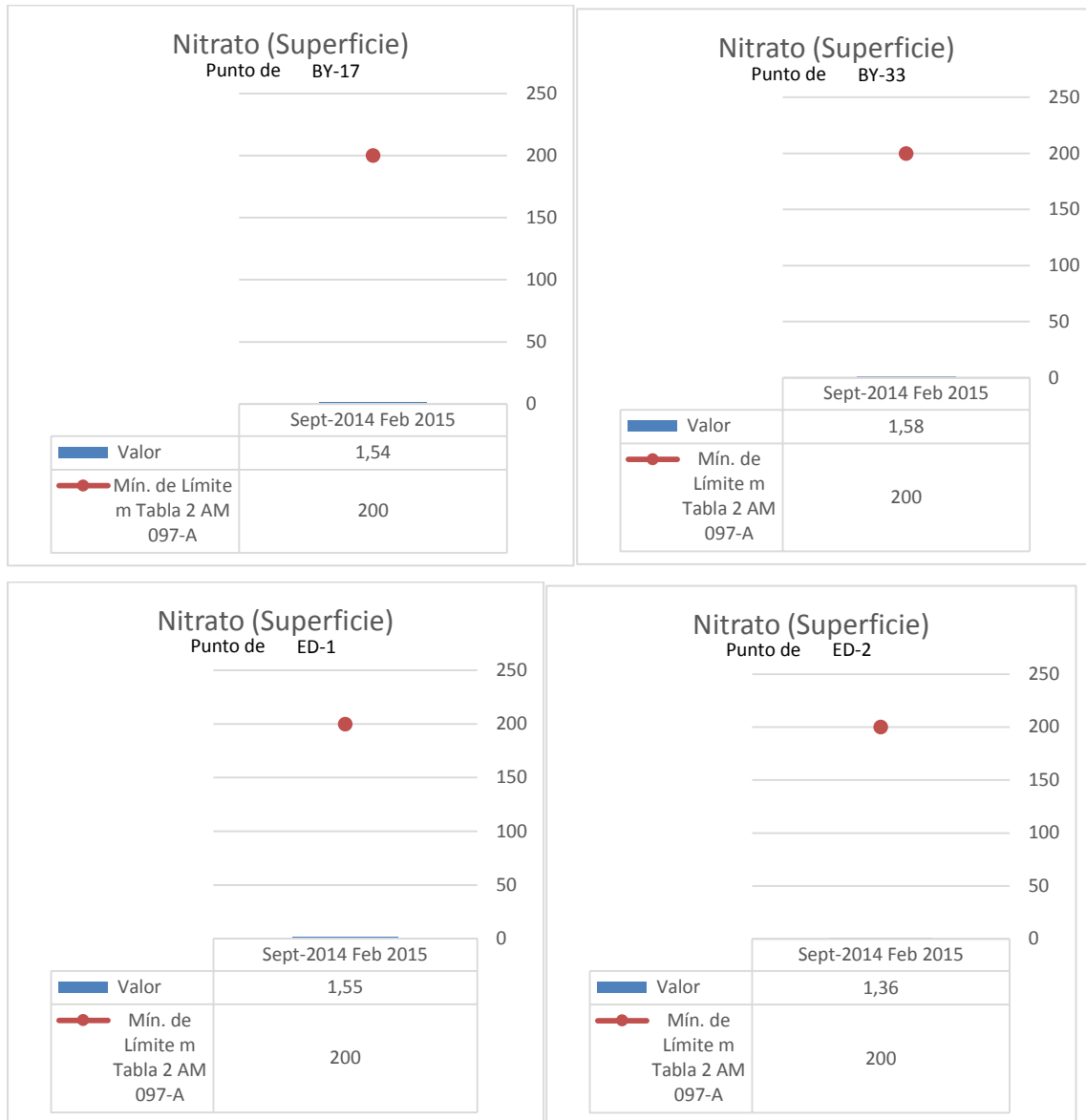
Elaborado por: Cardno

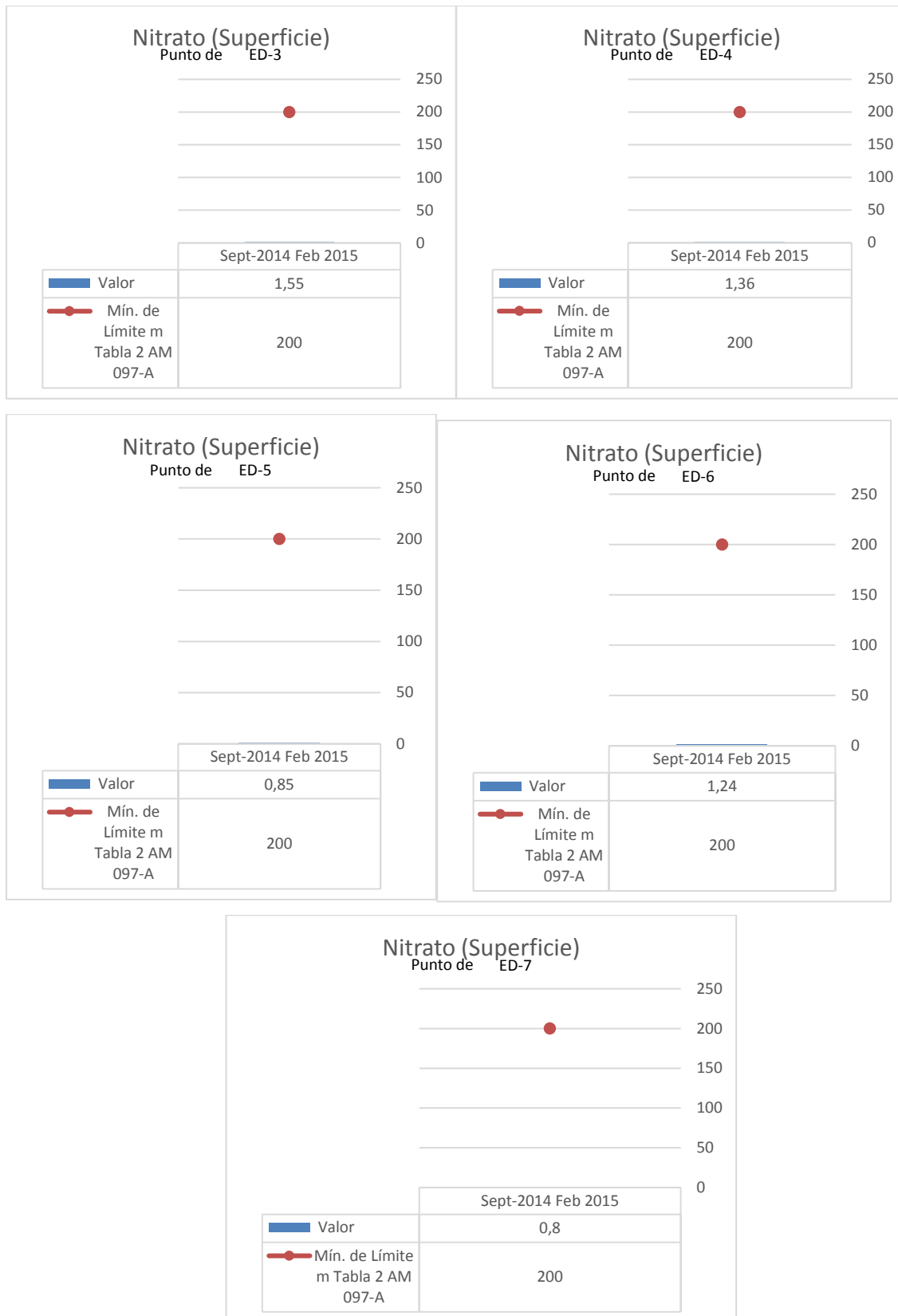
Fecha de muestreo: septiembre 2016

Fecha de elaboración: septiembre 2016

Laboratorio responsable: Gruentec

Dentro del monitoreo semestral (Septiembre 2014-Febrero 2015) del dragado de mantenimiento del canal de acceso al Puerto Marítimo de Guayaquil, los valores registrados de Nitrato en los puntos de monitoreo superficiales y profundos históricos, presentaron valores que se encuentran por debajo de los criterios de Calidad establecidos en el Anexo 1, Tabla 2 del A. M. No. 097-A (Agua Marina y de Estuarios).





**Figura 6-61 Valores de Nitrato correspondiente al monitoreo histórico**

Fuente: Autoridad Portuaria de Guayaquil (Monitoreo Semestral de Cumplimiento de los Trabajos de Dragado Puerto Marítimo de Guayaquil Sept 2014-Feb: Resultados de Laboratorio Gruentec

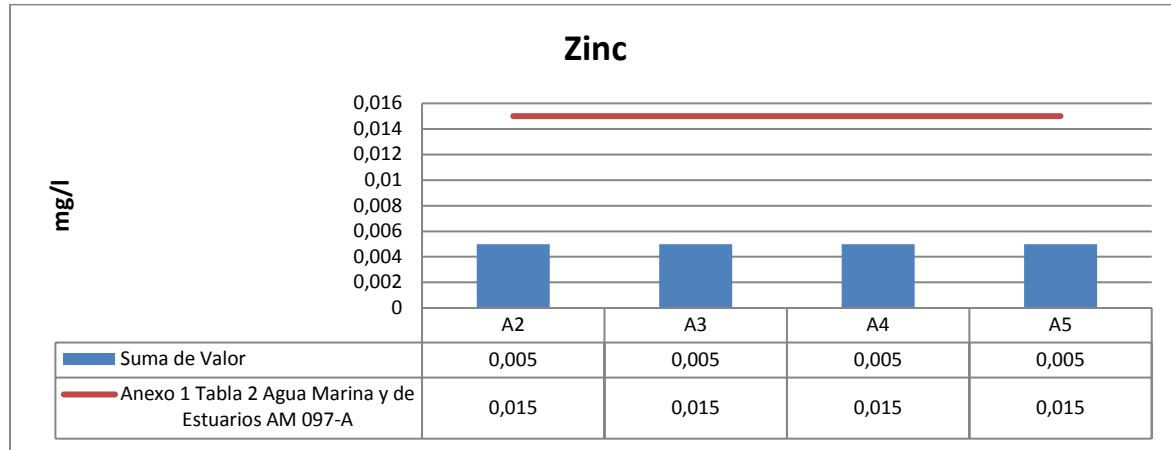
Elaborado por: Cardno

Fecha de elaboración: septiembre 2016

### 6.9.2.1.1.24 Zinc

Dentro del muestreo actual, todas las muestras se encuentran por debajo de los criterios de Calidad establecidos en el Anexo 1, Tabla 2 del A. M. No. 097-A (Agua Marina y de Estuarios).

Al zinc no se le atribuye nivel de clasificación de riesgo para el agua, puesto que no supone un gran peligro. No obstante esto sólo se refiere al zinc elemental, ya que algunos derivados del zinc, como arsenato de zinc y cianuro de zinc, pueden ser peligrosos.



**Figura 6-62 Valores de Zinc correspondientes al muestreo actual**

Fuente: Resultados de Laboratorio Gruentec

Elaborado por: Cardno

Fecha de muestreo: septiembre 2016

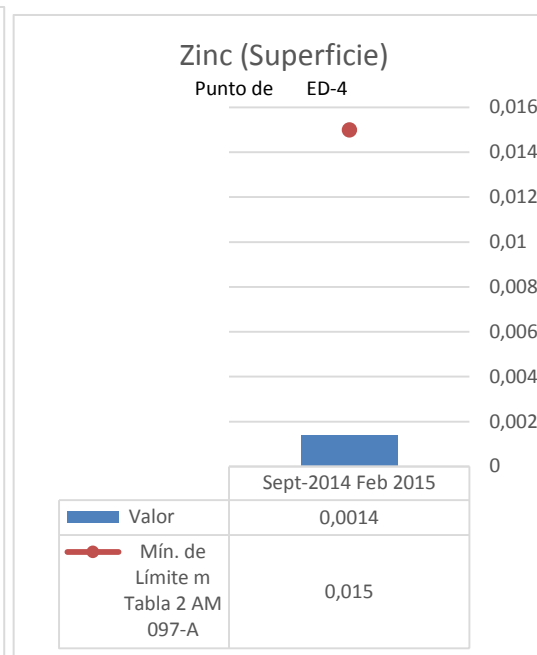
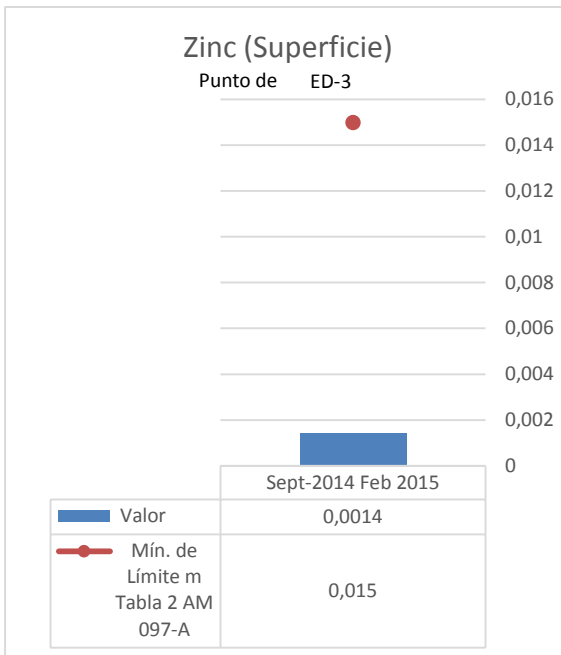
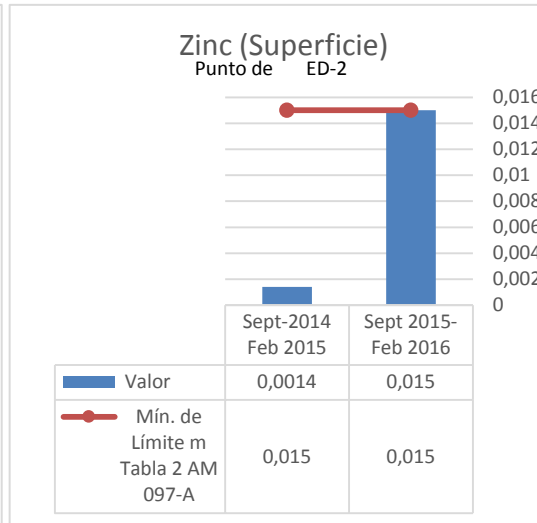
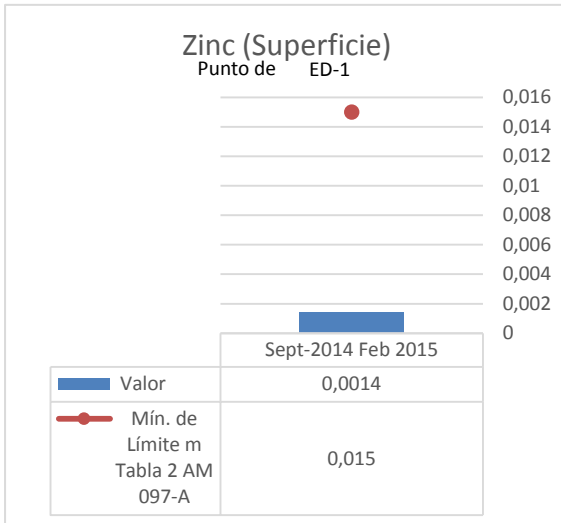
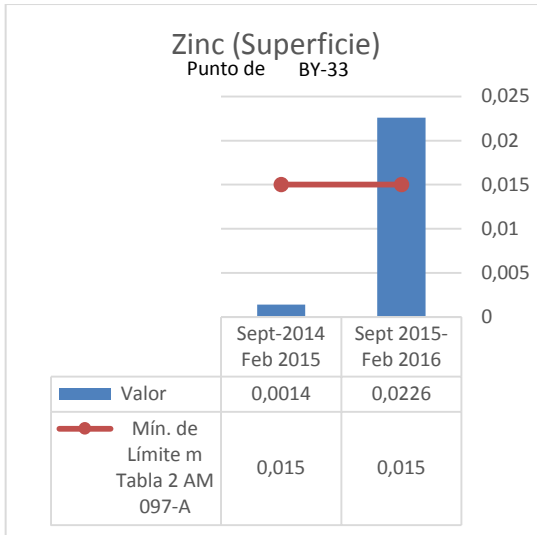
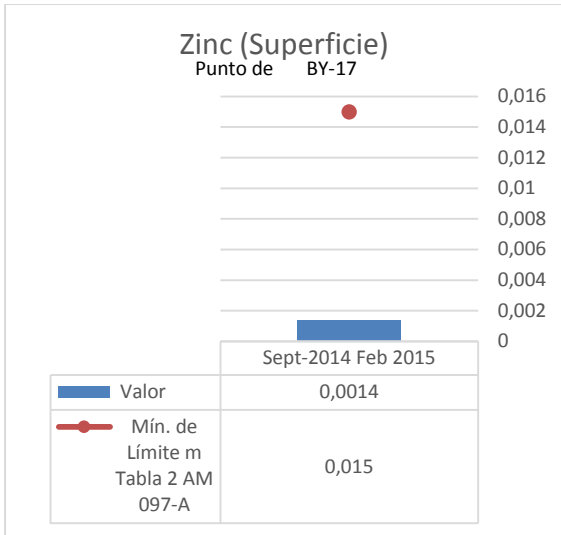
Fecha de elaboración: septiembre 2016

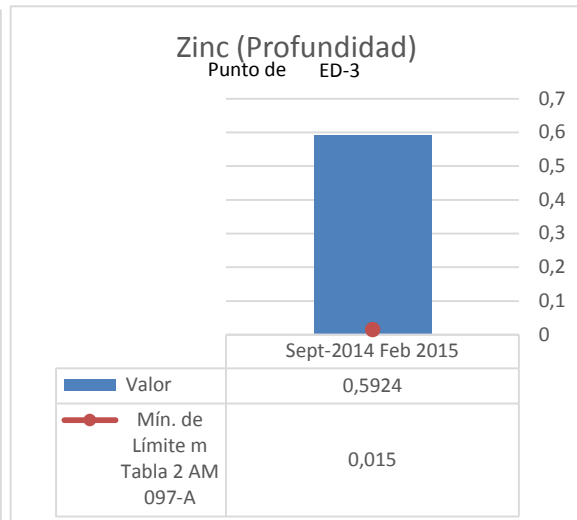
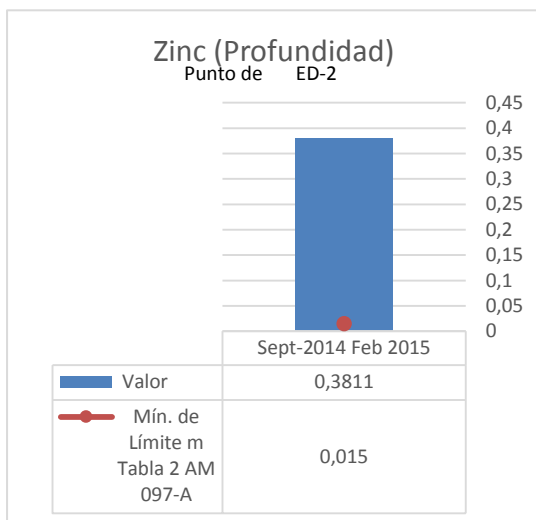
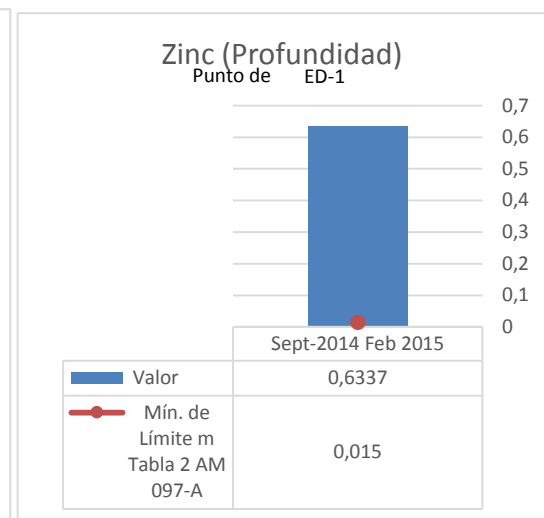
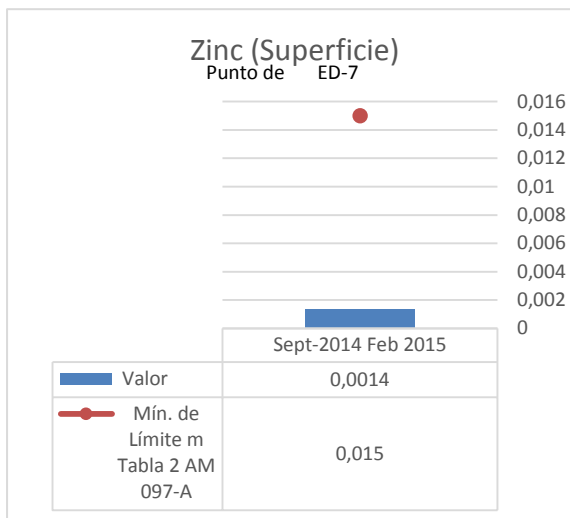
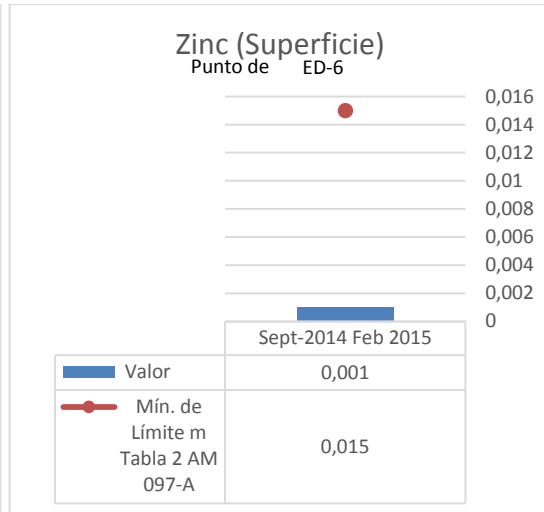
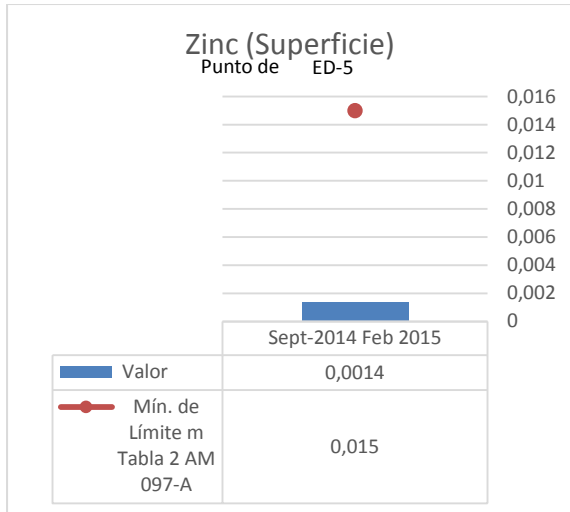
Laboratorio responsable: Gruentec

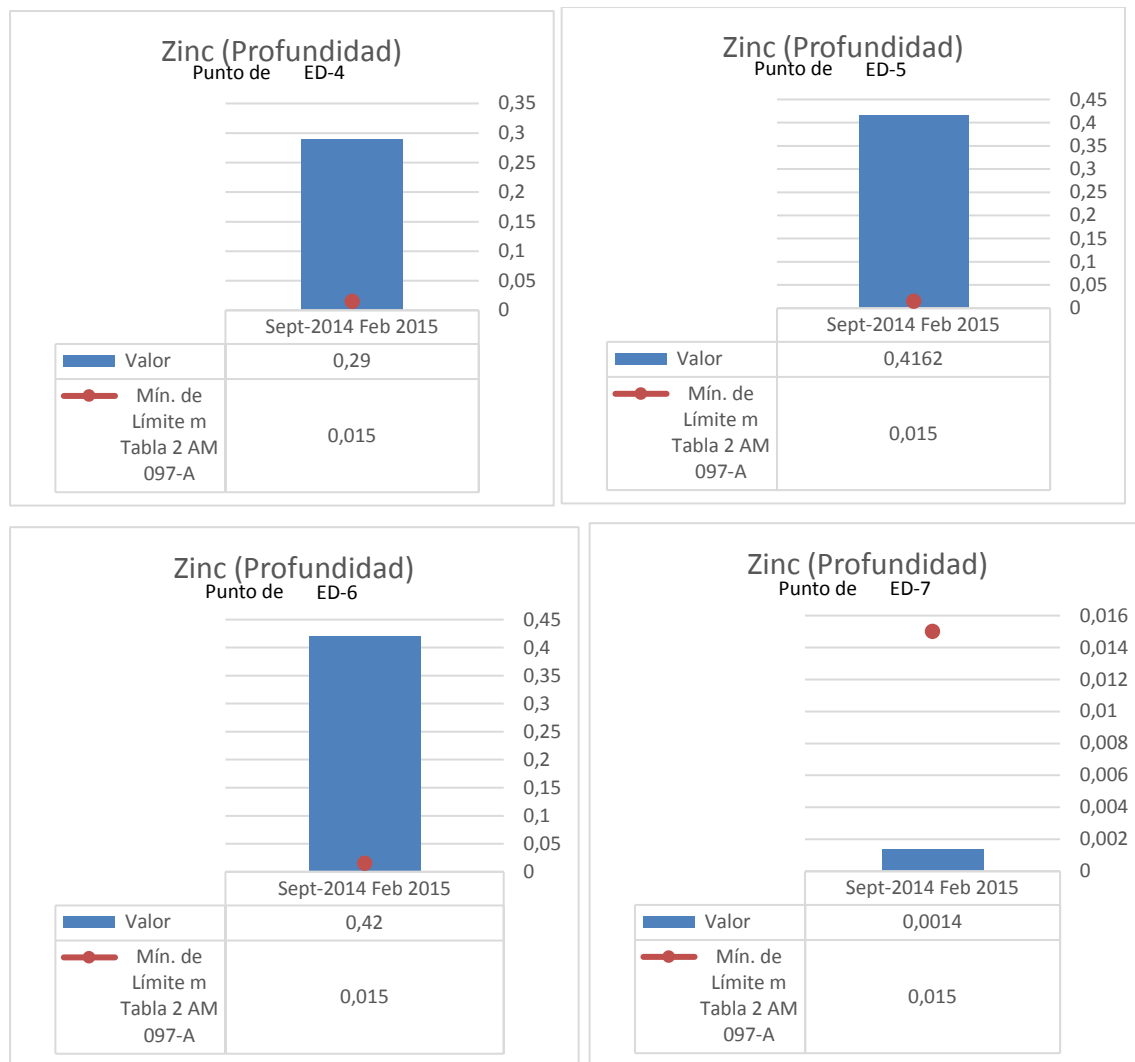
Dentro del monitoreo semestral (Septiembre 2014-Febrero 2015) del dragado de mantenimiento del canal de acceso al Puerto Marítimo de Guayaquil, los valores registrados de Zinc en los puntos de monitoreo superficiales y profundos históricos, presentaron valores que se encuentran por debajo de los criterios de Calidad establecidos en el Anexo 1, Tabla 2 del A. M. No. 097-A (Agua Marina y de Estuarios), a excepción de las muestras profundas ED-1, ED-2, ED-3, ED-4, ED-5 y ED-6, las cuales presentan valores por encima de la normativa ambiental vigente.

Dentro del monitoreo semestral (Septiembre 2015-Febrero 2016) del dragado de mantenimiento del canal de acceso al Puerto Marítimo de Guayaquil, los valores registrados de Zinc en los puntos de monitoreo superficiales históricos BY-17 y BY-33, presentaron valores que oscilan en el rango de 0,0226 a 0,0090 mg/l; con respecto a los puntos de monitoreo superficiales históricos ED-1 a la ED-7, presentaron valores con una mayor concentración (0,015 mg/l) ubicada en la ED-2 y una menor concentración (0,0054 mg/l); con esto se concluye que los valores expuestos anteriormente se encuentran por debajo de los criterios de Calidad establecidos en el Anexo 1, Tabla 2 del A. M. No. 097-A (Agua Marina y de Estuarios), a excepción de la muestra BY-33.

Este metal presenta una concentración alta desde el interior hacia el exterior del estuario, probablemente se deba a que este metal estaría ingresando con los aportes fluviales del río Guayas y sus tributarios







**Figura 6-63 Valores de Zinc correspondiente al monitoreo histórico**

Fuente: Autoridad Portuaria de Guayaquil (Monitoreo Semestral de Cumplimiento de los Trabajos de Dragado Puerto Marítimo de Guayaquil Sept 2014-Feb 2015 y Sept 2015-Feb 2016)

Elaborado por: Cardno

Fecha de elaboración: septiembre 2016

### 6.10 Sedimentos

La importancia del monitoreo de este recurso radica en que ciertas sustancias químicas pueden ingresar al medio acuático a través de procesos naturales o antropogénicos, y éstas pueden alcanzar, en un momento dado, la fase particulada. Estas partículas se pueden depositar en el lecho fluvial o sedimento, donde los contaminantes pueden acumularse en el transcurso del tiempo. Por ello, los sedimentos actúan como reservorios de químicos del medio acuático y de organismos que viven o tienen un contacto directo con dichos químicos. Debido a que los sedimentos constituyen un componente importante de los ecosistemas acuáticos, y son el hábitat de una gran cantidad de organismos bióticos, la exposición de los sedimentos a ciertas sustancias representa un riesgo potencial para la salud de los organismos.

Este monitoreo permitió la caracterización granulométrica de la zona y el análisis físico-química de los sedimentos de fondo del área de estudio y, además, determinar la presencia de elementos ajenos al medio en las condiciones actuales. Debido a la falta de normativa relacionada con límites máximos permisibles en sedimentos, se tomó, únicamente como valores referenciales los criterios de calidad de suelo mostrados en la Tabla 1, Anexo 2 del A. M. No. 097-A.

### **6.10.1 Puntos de Muestreo**

Para la selección de los puntos de muestreo de sedimentos, se tomó como referencia los sitios establecidos para el monitoreo de calidad de las aguas. Se seleccionaron un total de 7 puntos, contemplados en el área del canal y el puerto. El Anexo F.- Registro fotográfico\_F.6A.1.2 presenta el Registro fotográfico de puntos de muestreo de sedimentos de la campaña realizada en septiembre 2016. En Tabla 6-24 y Tabla 6-25 se presenta la ubicación de los puntos de monitoreo actuales e históricos respectivamente.

Página en blanco

**Tabla 6-24 Puntos de Muestreo Actuales de Sedimentos**

ID	CUERPO DE AGUA	Coordenadas UTM Datum WGS84 Zona 17 Sur		Coordenadas Geográficas Datum WGS84		FECHA DE MUESTREO	UBICACIÓN DEL PUNTO EN RELACIÓN A LA INFRAESTRUCTURA A SER CONSTRUIDA
		Este (m)	Norte (m)	Latitud	Longitud		
SED1	Aguas Interiores Marítimas (Canal del Morro)	584520	9705107	2° 40' 3,842" S	80° 14' 22,718" W	08/09/2016	Al norte del área donde se implementará los sitios de atraque y el área de giro
SED2	Aguas Interiores Marítimas (Canal del Morro)	584186	9703030	2° 41' 11,490" S	80° 14' 33,493" W	08/09/2016	Sitio de atraque y área de muelle
SED3	Aguas Interiores Marítimas (Canal del Morro)	584510	9694077	2° 46' 3,053" S	80° 14' 22,817" W	08/09/2016	Canal existente
SED4		583240	9692136	2° 47' 6,292" S	80° 15' 3,909" W	07/09/2016	Área de depósito de sedimentos
SED5	Aguas Interiores Marítimas (Golfo de Guayaquil)	574351	9684330	2° 51' 20,686" S	80° 19' 51,659" W	07/09/2016	Canal de acceso
SED6		561362	9679575	2° 53' 55,771" S	80° 26' 52,303" W	07/09/2016	
SED7	Aguas Interiores Marítimas (Canal del Morro)	583344	9703974	2° 40' 40,764" S	80° 15' 0,780" W	07/09/2016	Al norte del área donde se implementará los sitios de atraque y el área de giro

Fuente: Cardno, salida de campo septiembre 2016

Elaborado por: Cardno

Fecha de muestreo: septiembre 2016

Fecha de elaboración: septiembre 2016

Sistema de referencia: UTM WGS 84 17 Sur

**Tabla 6-25 Puntos de Monitoreo Históricos de Sedimentos**

CÓDIGO	CUERPO DE AGUA	Coordenadas UTM Datum WGS84 Zona 17 Sur		Coordenadas Geográficas Datum WGS84		UBICACIÓN DEL PUNTO EN RELACIÓN A LA INFRAESTRUCTURA A SER CONSTRUIDA
		Este (m)	Norte (m)	Latitud	Longitud	
BY-17	Aguas Interiores Marítimas (Canal del Morro)	585276	9703566	2° 40' 54,012" S	80° 13' 58,204" W	Sitio de atraque y área de muelle
BY-33	Aguas Interiores Marítimas (Canal del Morro)	595140	9713343	2° 35' 35,402" S	80° 8' 38,984" W	Al norte del área donde se implementará los sitios de atraque y el área de giro
ED-1	Aguas Interiores Marítimas (Canal del Morro)	585313	9703566	2° 40' 54,011" S	80° 13' 57,006" W	Sitio de atraque y área de muelle
ED-2	Aguas Interiores Marítimas (Golfo de Guayaquil)	581734	9692299	2° 47' 1,014" S	80° 15' 52,688" W	Área de depósito de sedimentos
ED-3	Aguas Interiores Marítimas (Golfo de Guayaquil)	583138	9691298	2° 47' 33,585" S	80° 15' 7,195" W	Área de depósito de sedimentos
ED-4	Aguas Interiores Marítimas (Golfo de Guayaquil)	582829	9689743	2° 48' 24,232" S	80° 15' 17,171" W	Área de depósito de sedimentos
ED-5	Aguas Interiores Marítimas (Golfo de Guayaquil)	580988	9690553	2° 47' 57,891" S	80° 16' 16,814" W	Área de depósito de sedimentos
ED-6	Aguas Interiores Marítimas (Golfo de Guayaquil)	580532	9695131	2° 45' 28,809" S	80° 16' 31,674" W	Canal existente
ED-7	Aguas Interiores Marítimas (Canal del Morro)	583833	9694637	2° 45' 44,830" S	80° 14' 44,755" W	Canal existente

Fuente: Autoridad Portuaria de Guayaquil, 2016

Elaborado por: Cardno

Fecha de elaboración: septiembre 2016

Sistema de referencia: UTM WGS 84 17 Sur

### **6.10.2 Parámetros Analizados**

Los parámetros fueron clasificados en función de sus características comunes y objetivos del estudio y a su importancia en cuanto a la afectación de la calidad de los sedimentos en el área del proyecto, los mismos que fueron seleccionados con el objeto de establecer valores de línea base o concentraciones de fondo para evaluar posibles afectaciones en los sedimentos.

Las muestras fueron obtenidas mediante una draga tipo Van Veen con una capacidad de 0.05 m<sup>2</sup>; este método funciona muy bien con sedimentos finos limosos-arenosos, lechos coralinos y en condiciones de mar estable. La draga fue arrojada al mar y posee un mecanismo que se cierra al contacto con el lecho marino. Una vez cerrada, la draga fue recogida manualmente y llevada a cubierta. Ya en la embarcación; todas las muestras fueron almacenadas en recipientes adecuados, etiquetados y apropiadamente preservados en cajas térmicas a baja temperatura hasta la recepción en el laboratorio Gruentec, con su respectiva cadena de custodia. Ver Anexo C Respaldos Línea Base\_C.6A.2 Cadenas de Custodia.

Debido a la falta de normativa relacionada con criterios de calidad en sedimentos, se ha tomado, únicamente como valores referenciales los criterios de calidad de suelo mostrados en la Tabla 1, Anexo 2 del AM No. 097-A. Adicionalmente se ha incorporado los criterios del ISQG (Interim Sediment Quality Guidelines) referida como legislación canadiense.

### **6.10.3 Análisis de Resultados**

A continuación se presentan los resultados de los análisis de laboratorio para los parámetros seleccionados y su comparación con los criterios de calidad del suelo del A. M. No. 097-A y las directrices canadienses de calidad de sedimentos para la protección de la vida acuática (ISQG); debido a que, como se mencionó previamente, no existe normativa nacional específica para sedimentos (Anexo C.6A.3.4 Informe de Resultados de Análisis Físico-Químico de Sedimentos):

Página en blanco

Tabla 6-26 Resultados de las Muestras de Sedimentos

Parámetro	Unidades	Tabla 1 ISQG	Anexo 2, Tabla 1 A. M. NO. 097-A	Muestras						
				SED1	SED2	SED3	SED4	SED5	SED6	SED7
<b>Parámetros Generales</b>										
Conductividad	uS/m	-	200	11830	10320	7380	7630	6950	6930	9860
pH	-	-	6-8	8,2	8,3	8,3	8,5	8,7	8,4	9,2
<b>Parámetros Inorgánicos</b>										
Arsénico	mg/kg	5,9	12	3,9	4,6	2,1	2,6	2,6	2,4	5,6
Azufre	mg/kg		250	2836	3179	500	500	500	500	5182
Bario	mg/kg		200	17	20	4,1	4,8	4,7	3,2	13
Boro	mg/kg		1	4	3	3	3	3	3	5
Cobalto	mg/kg		10	10	12	4	5,3	5	3,5	11
Cadmio	mg/kg	0,6	0,5	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Cobre	mg/kg	35,7	25	25	29	3,1	3,8	6	2,5	23
Cromo	mg/kg	37,3	54	28	32	9,2	12	12	13	21
Cromo Hexavalente	mg/kg		0,4	1	1	1	1	1	1	1
Cianuro libre	mg/kg		0,9	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
Estaño	mg/kg		5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Mercurio	mg/kg	0,17	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Molibdeno	mg/kg		5	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3
Níquel	mg/kg		19	17	20	6	8	8	6	14
Plomo	mg/kg	35	19	6,1	7,2	1,7	1,9	2,4	2,1	6,3
Selenio	mg/kg		1	1	1	1	1	1	1	1
Vanadio	mg/kg		76	39	43	14	18	17	16	31
Zinc	mg/kg	123	60	51	64	15	20	23	16	39
<b>Parámetros Orgánicos</b>										
Hidrocarburos Totales de Petróleo	mg/kg		150	50	50	50	50	50	50	50

\*Table 1, ISQG. Canadian Sediment Quality Guidelines for Protection of Aquatic Life (Canadian Council of Ministers of the Environment , 2001)

" Ante la ausencia de normativa específica para analizar sedimentos, se ha utilizado como referencia los LMP de Suelo del A. M. NO. 097-A

Fuente: Resultados de Laboratorio Gruentec

Elaborado por: Cardno

Fecha de muestreo: septiembre 2016

Fecha de elaboración: septiembre 2016

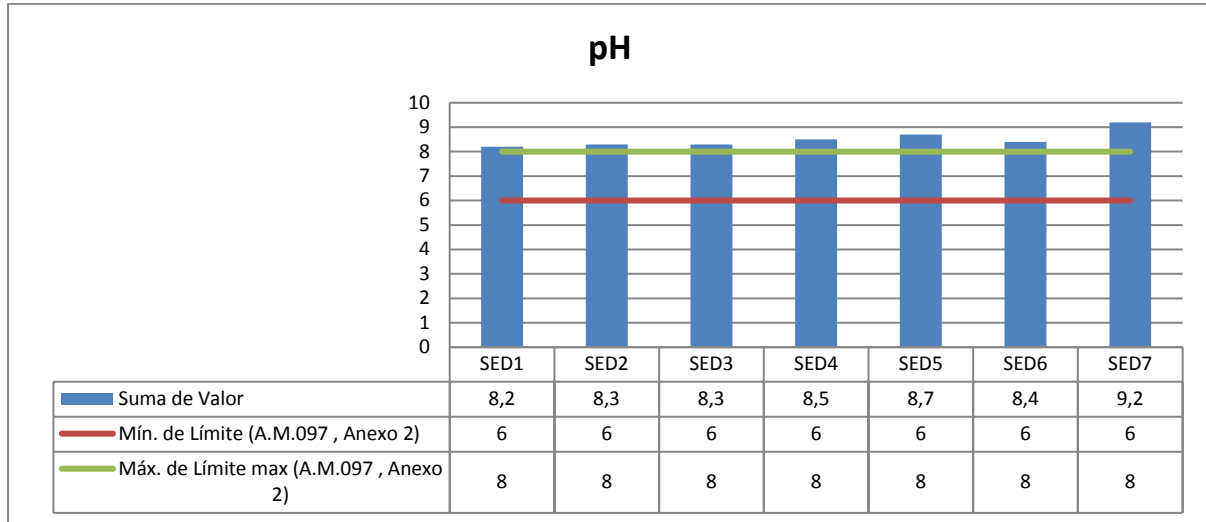
Laboratorio responsable: Gruentec

Página en blanco

### 6.10.3.1 pH

Dentro del muestreo actual, todas las muestras se encuentran fuera del rango de los criterios de calidad de la Tabla 1 (criterios de calidad de suelo) del Anexo 2 del A. M. No. 097-A.

En el mar es donde se da la menor variación de pH aproximadamente de 8 a 8,3 debido a que está muy tamponada, es decir que el agua de mar por la cantidad de sales tiene la característica amortiguadora. A su vez la actividad biológica en determinadas áreas del ecosistema marino causa considerables variaciones diurnas en el pH.



**Figura 6-64 Valores de pH registrados en muestras de sedimentos**

Fuente: Resultados de Laboratorio Gruentec

Elaborado por: Cardno

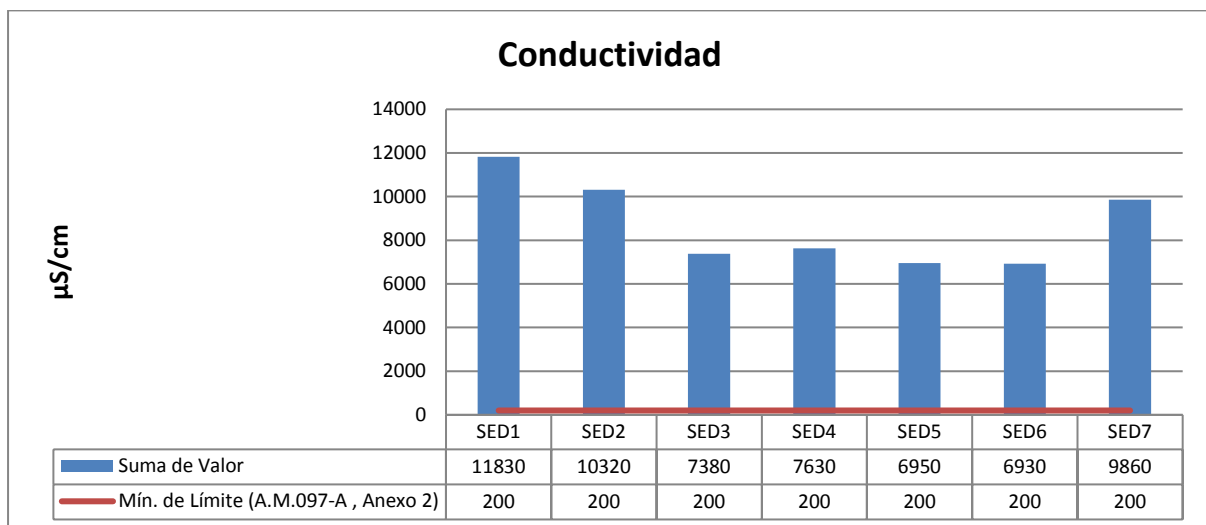
Fecha de muestreo: septiembre 2016

Fecha de elaboración: septiembre 2016

Laboratorio responsable: Gruentec

### 6.10.3.2 Conductividad

Dentro del muestreo actual, todas las muestras se encuentran fuera del rango de los criterios de calidad de la Tabla 1 (criterios de calidad de suelo) del Anexo 2 del A. M. No. 097-A.

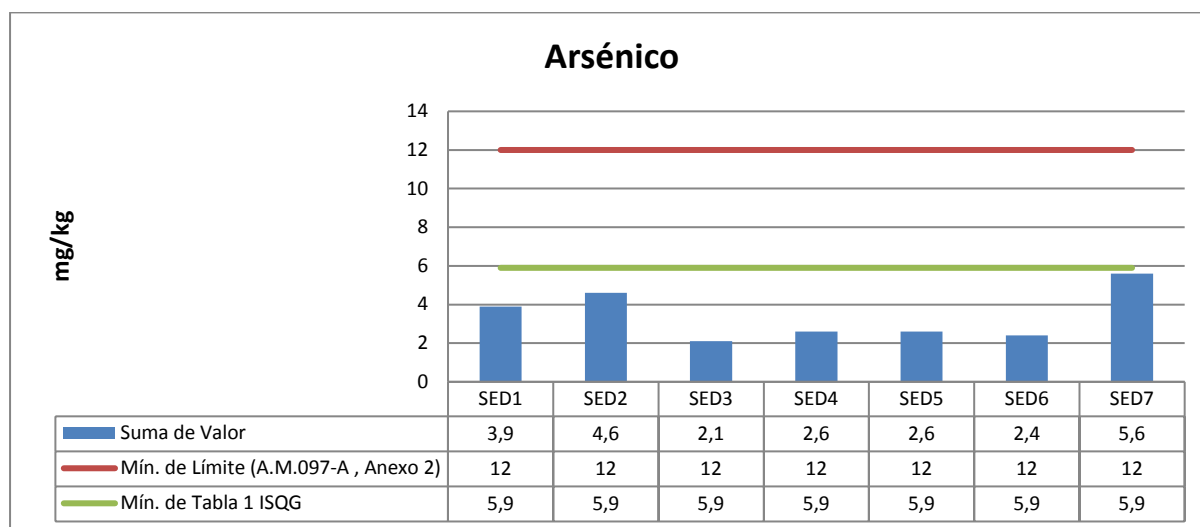


**Figura 6-65 Valores de Conductividad registrados en muestras de sedimentos**

Fuente: Resultados de Laboratorio Gruentec  
Elaborado por: Cardno  
Fecha de muestreo: septiembre 2016  
Fecha de elaboración: septiembre 2016  
Laboratorio responsable: Gruentec

### 6.10.3.3 Arsénico

Dentro del muestreo actual, todas las muestras se encuentran por debajo de los criterios de calidad de la Tabla 1 (criterios de calidad de suelo) del Anexo 2 del A. M. No. 097-A y la Tabla 1 del ISQG.



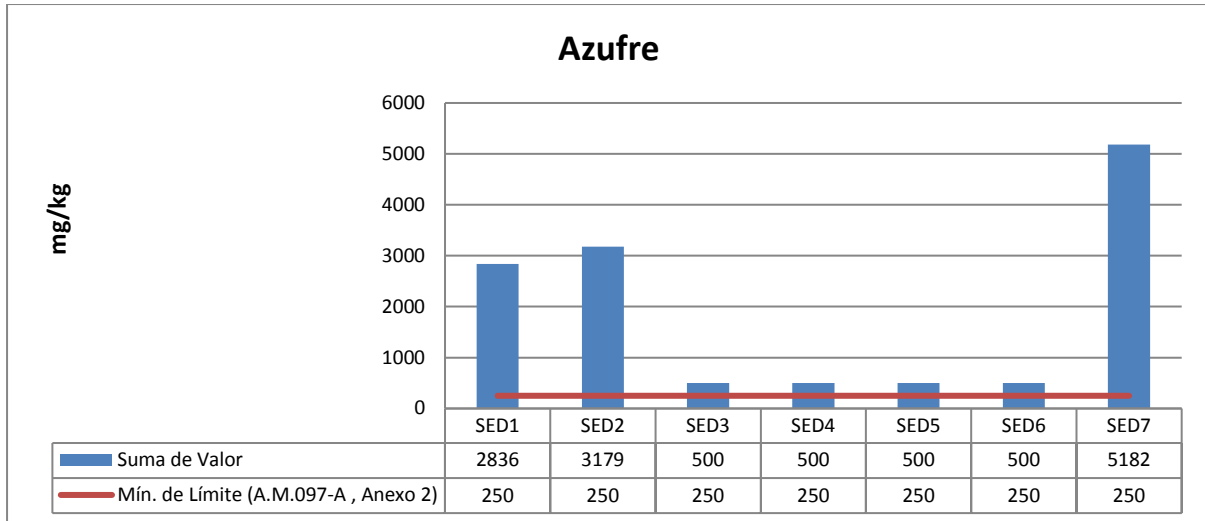
**Figura 6-66 Valores de Arsénico registrados en muestras de sedimentos**

Fuente: Resultados de Laboratorio Gruentec  
Elaborado por: Cardno  
Fecha de muestreo: septiembre 2016  
Fecha de elaboración: septiembre 2016  
Laboratorio responsable: Gruentec

### 6.10.3.4 Azufre

Dentro del muestreo actual, todas las muestras superan los criterios de calidad de la Tabla 1 (criterios de calidad de suelo) del Anexo 2 del A. M. No. 097-A; las muestras SED3, SED4, SED5 y SED6 presentan valores por encima de la normativa debido a los límites de cuantificación del laboratorio, es decir el valor reportado como <500 mg/kg, en realidad corresponde a un valor comprendido entre 0 y 500 mg/kg. Con respecto a las muestras SED1, SED2 y SED7 presentan valores por encima de la normativa.

La fuente principal de sulfuros en ecosistemas marinos es la reducción disimilativa de sulfatos, dada la alta concentración de sulfatos que prevalece en dichos ambientes. Dicha reacción ocurre de forma extensa en lugares donde encontramos altas concentraciones materia orgánica oxidable. Los altos niveles de este parámetro, pueden estar relacionados con los sólidos que entran en el estuario a través del río Guayas, donde existe una gran cantidad de materia orgánica



**Figura 6-67 Valores de Azufre registradas en muestras de sedimentos**

Fuente: Resultados de Laboratorio Gruentec

Elaborado por: Cardno

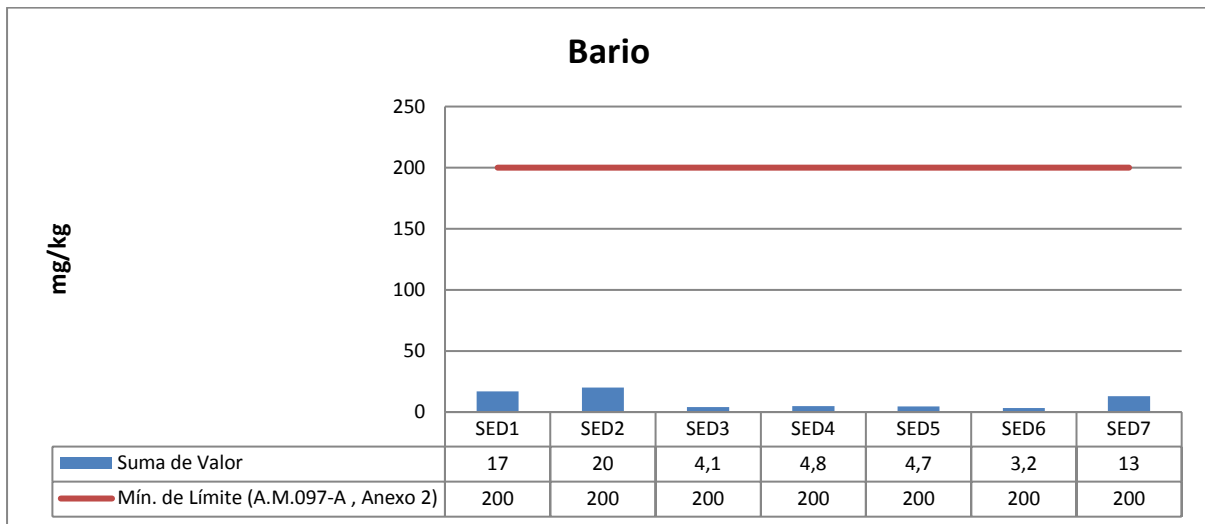
Fecha de muestreo: septiembre 2016

Fecha de elaboración: septiembre 2016

Laboratorio responsable: Gruentec

#### 6.10.3.5 **Bario**

Dentro del muestreo actual, todas las muestras se encuentran por debajo de los criterios de calidad de la Tabla 1 (criterios de calidad de suelo) del Anexo 2 del A. M. No. 097-A.



**Figura 6-68 Valores de Bario registradas en muestras de sedimentos**

Fuente: Resultados de Laboratorio Gruentec

Elaborado por: Cardno

Fecha de muestreo: septiembre 2016

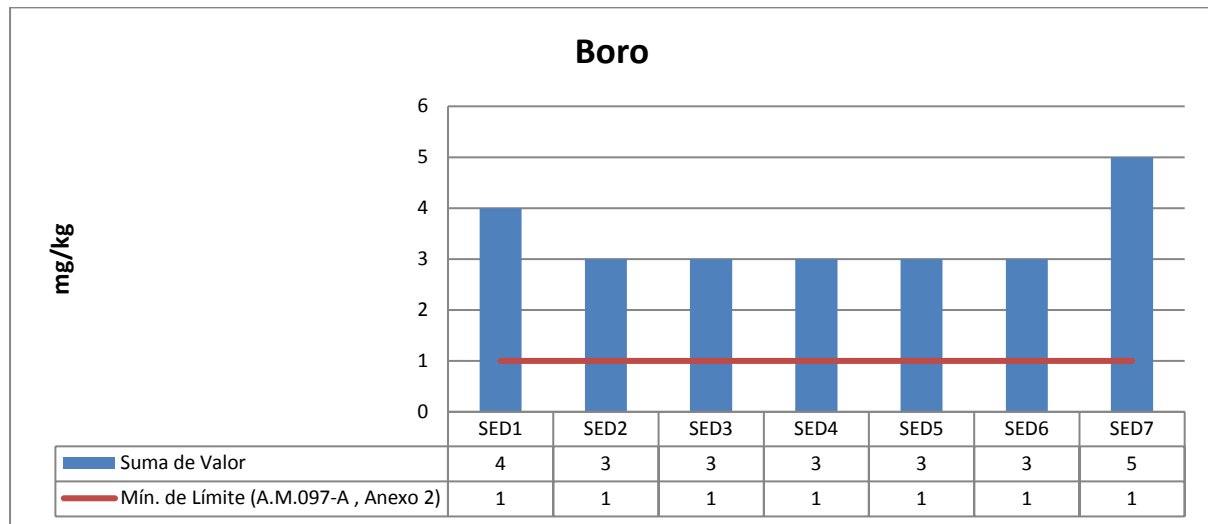
Fecha de elaboración: septiembre 2016

Laboratorio responsable: Gruentec

6.10.3.6 **Boro**

Dentro del muestreo actual, todas las muestras se encuentran por encima de los criterios de calidad de la Tabla 1 (criterios de calidad de suelo) del Anexo 2 del A. M. No. 097-A.

Las mayores concentraciones de boro se encuentran en los sedimentos y la roca sedimentaria, particularmente, en los sedimentos marinos ricos en arcilla. La alta concentración de boro en el agua de mar, garantiza que las arcillas marinas sean ricas en boro en relación a otro tipo de rocas. Las fuentes antropogénicas de boro incluyen los lodos del agua residual y efluentes, combustión de carbón, cristal, componentes de limpieza y agroquímicos, que probablemente podían estar relacionados con las distintas descargas puntuales y difusas al interior del estuario producidas por industrias asentadas en el norte del estuario o por las actividades agrícolas.



**Figura 6-69 Valores de Boro registradas en muestras de sedimentos**

Fuente: Resultados de Laboratorio Gruentec

Elaborado por: Cardno

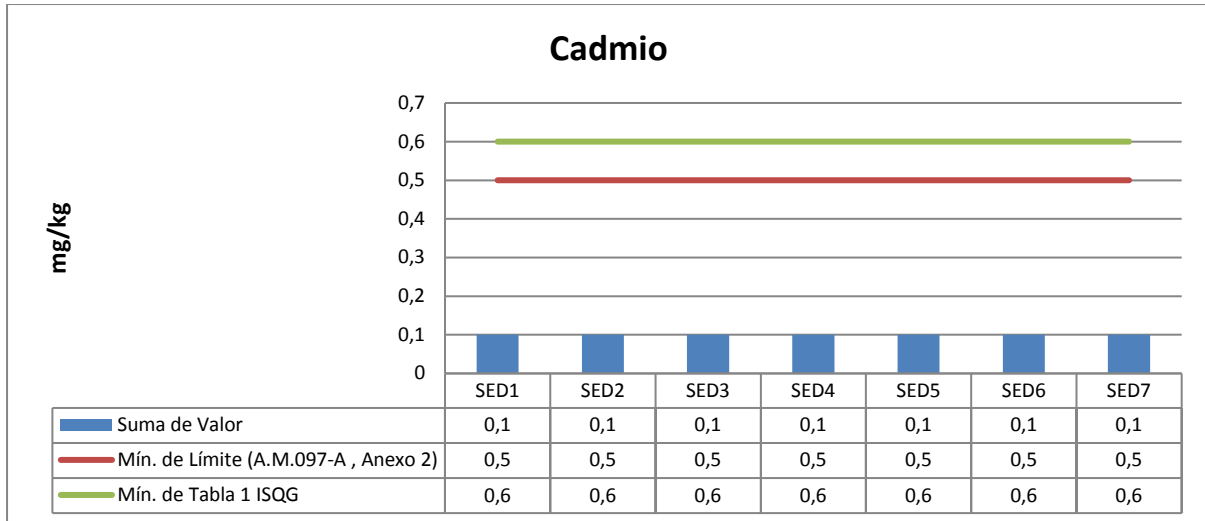
Fecha de muestreo: septiembre 2016

Fecha de elaboración: septiembre 2016

Laboratorio responsable: Gruentec

6.10.3.7 **Cadmio**

Dentro del muestreo actual, todas las muestras se encuentran por debajo de los criterios de calidad de la Tabla 1 (criterios de calidad de suelo) del Anexo 2 del A. M. No. 097-A y la Tabla 1 del ISQG.



**Figura 6-70 Valores de Cadmio registradas en las muestras de sedimentos**

Fuente: Resultados de Laboratorio Gruentec

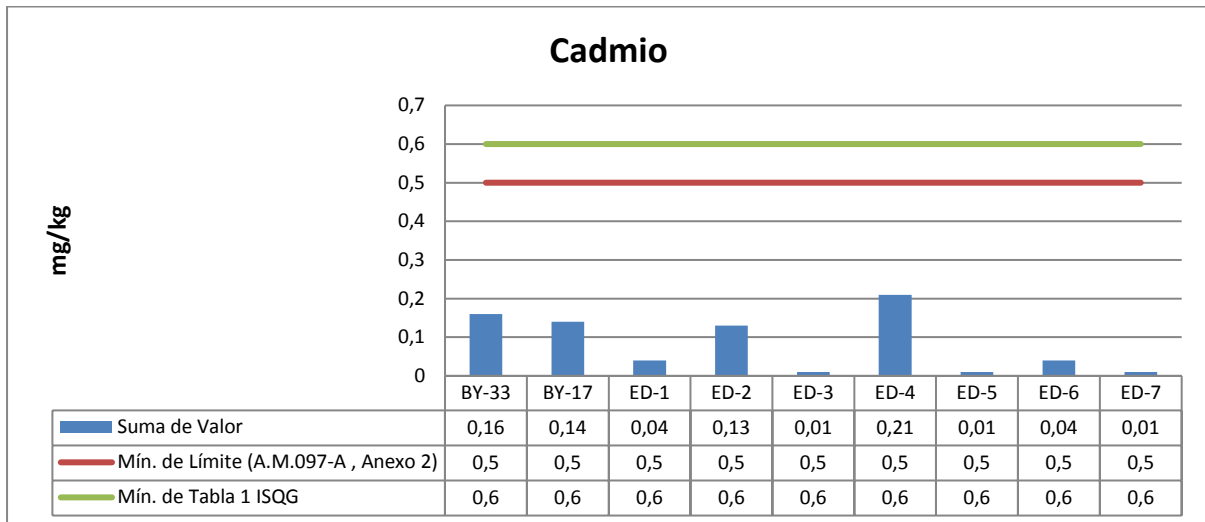
Elaborado por: Cardno

Fecha de muestreo: septiembre 2016

Fecha de elaboración: septiembre 2016

Laboratorio responsable: Gruentec

Dentro del monitoreo semestral (Septiembre 2014-Febrero 2015 y Septiembre 2015-Febrero 2016) del dragado de mantenimiento del canal de acceso al Puerto Marítimo de Guayaquil, los valores registrados de Cadmio en los puntos de monitoreo históricos presentaron valores que se encuentran por debajo de los criterios de calidad de la Tabla 1 (criterios de calidad de suelo) del Anexo 2 del A. M. No. 097-A y la Tabla 1 del ISQG.

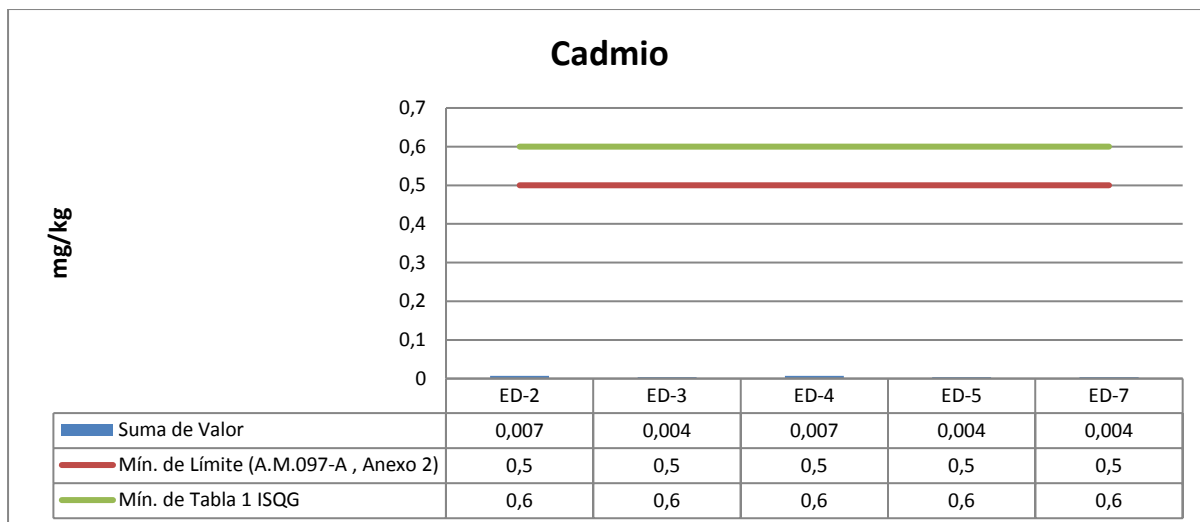


**Figura 6-71 Valores de Cadmio registradas en las muestras históricas de sedimentos**

Fuente: Autoridad Portuaria de Guayaquil (Monitoreo Semestral de Cumplimiento de los Trabajos de Dragado Puerto Marítimo de Guayaquil Sept 2014-Feb 2015)

Elaborado por: Cardno

Fecha de elaboración: septiembre 2016



**Figura 6-72 Valores de Cadmio registradas en las muestras históricas de sedimentos**

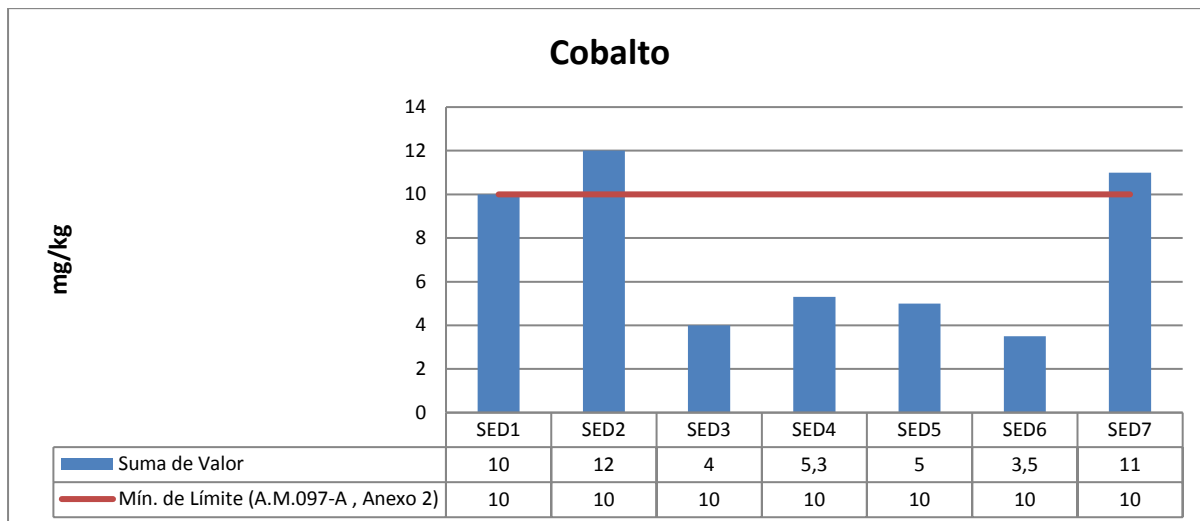
Fuente: Autoridad Portuaria de Guayaquil (Monitoreo Semestral de Cumplimiento de los Trabajos de Dragado Estación Seca Puerto Marítimo de Guayaquil Sept 2015-Feb 2016)

Elaborado por: Cardno

Fecha de elaboración: septiembre 2016

#### 6.10.3.8 Cobalto

Dentro del muestreo actual, las muestras SED2 y SED7 presentan valores por encima de los criterios de calidad de la Tabla 1 (criterios de calidad de suelo) del Anexo 2 del A. M. No. 097-A.



**Figura 6-73 Valores de Cobalto registradas en las muestras de sedimentos**

Fuente: Resultados de Laboratorio Gruentec

Elaborado por: Cardno

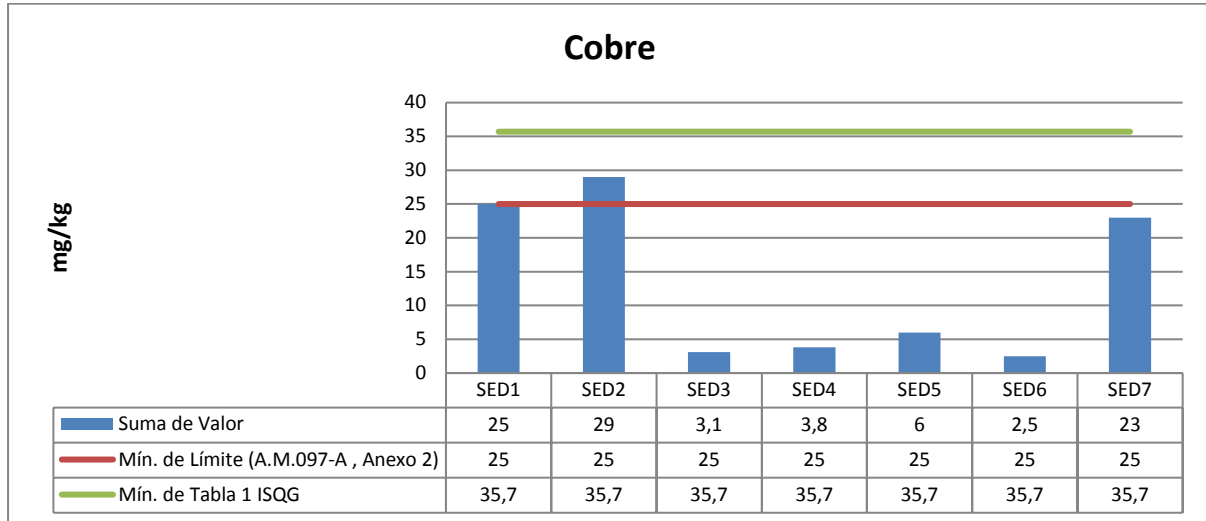
Fecha de muestreo: septiembre 2016

Fecha de elaboración: septiembre 2016

Laboratorio responsable: Gruentec

6.10.3.9 **Cobre**

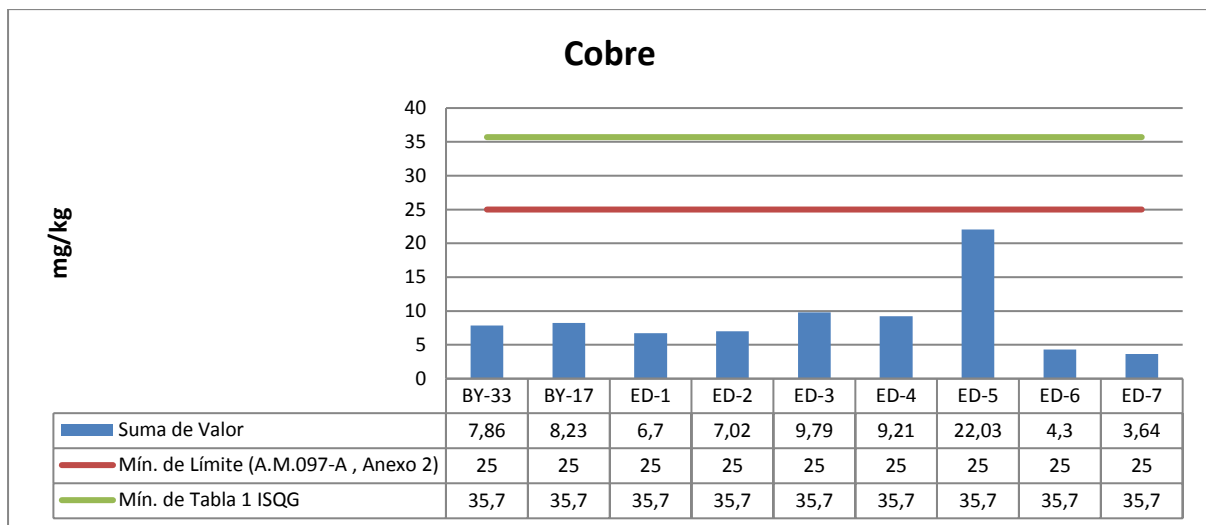
Dentro del muestreo actual, todas las muestras se encuentran por debajo de los criterios de calidad de la Tabla 1 (criterios de calidad de suelo) del Anexo 2 del A. M. No. 097-A, a excepción de la muestra SED2. Con respecto a los LMP establecidos en la legislación canadiense las muestras analizadas se encuentran por debajo de los LMP.



**Figura 6-74 Valores de Cobre registradas en las muestras de sedimentos**

Fuente: Resultados de Laboratorio Gruentec  
 Elaborado por: Cardno  
 Fecha de muestreo: septiembre 2016  
 Fecha de elaboración: septiembre 2016  
 Laboratorio responsable: Gruentec

Dentro del monitoreo semestral (Septiembre 2014-Febrero 2015 y Septiembre 2015-Febrero 2016) del dragado de mantenimiento del canal de acceso al Puerto Marítimo de Guayaquil, los valores registrados de Cobre en los puntos de monitoreo históricos presentaron valores que se encuentran por debajo de los criterios de calidad de la Tabla 1 (criterios de calidad de suelo) del Anexo 2 del A. M. No. 097-A y la Tabla 1 del ISQG.

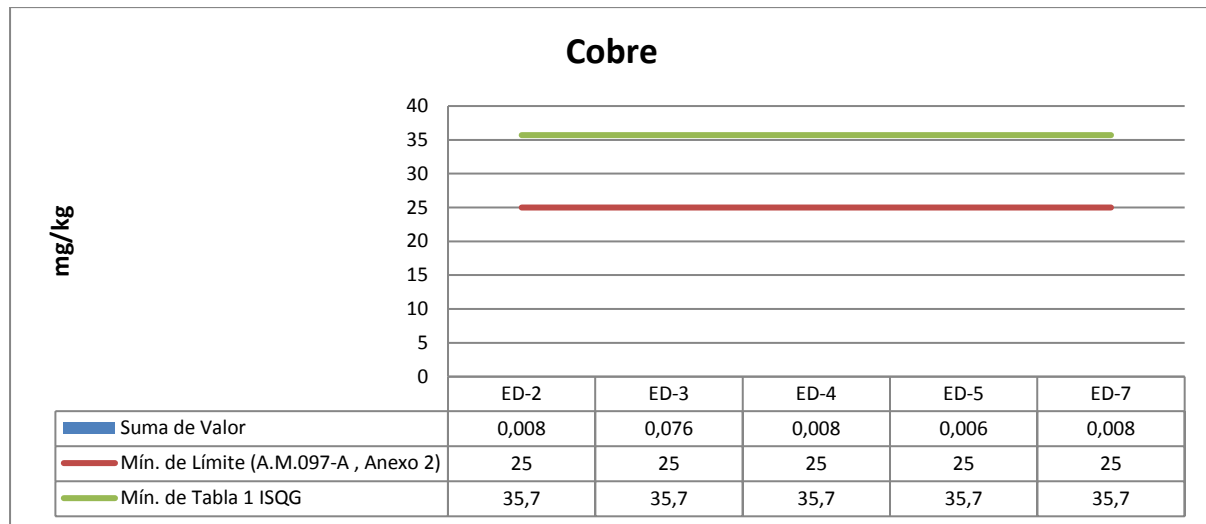


**Figura 6-75 Valores de Cobre registradas en las muestras históricas de sedimentos**

Fuente: Autoridad Portuaria de Guayaquil (Monitoreo Semestral de Cumplimiento de los Trabajos de Dragado Puerto Marítimo de Guayaquil Sept 2014-Feb 2015)

Elaborado por: Cardno

Fecha de elaboración: septiembre 2016



**Figura 6-76 Valores de Cobre registradas en las muestras históricas de sedimentos**

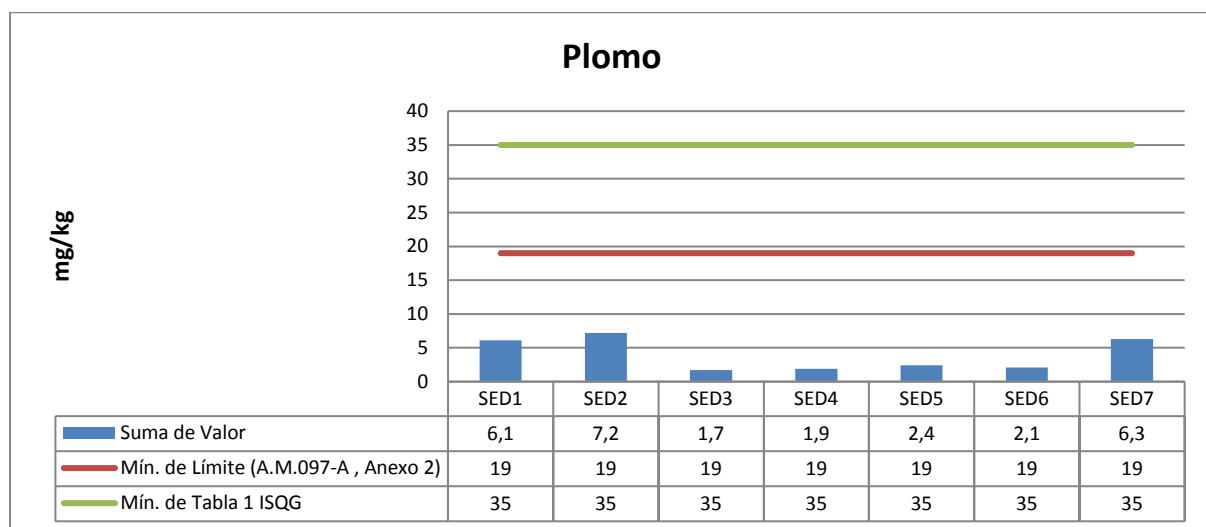
Fuente: Autoridad Portuaria de Guayaquil (Monitoreo Semestral de Cumplimiento de los Trabajos de Dragado Estación Seca Puerto Marítimo de Guayaquil Sept 2015-Feb 2016)

Elaborado por: Cardno

Fecha de elaboración: septiembre 2016

#### 6.10.3.10 Plomo

Dentro del muestreo actual, todas las muestras se encuentran por debajo de los criterios de calidad de la Tabla 1 (criterios de calidad de suelo) del Anexo 2 del A. M. No. 097-A y la Tabla 1 del ISQG.



**Figura 6-77 Valores de Plomo registradas en las muestras de sedimentos**

Fuente: Resultados de Laboratorio Gruentec

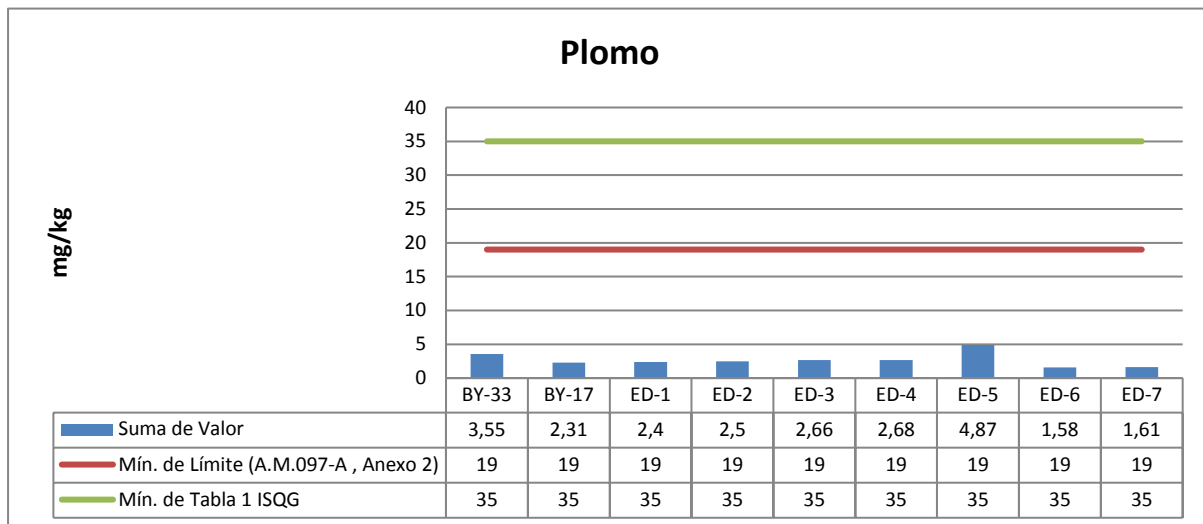
Elaborado por: Cardno

Fecha de muestreo: septiembre 2016

Fecha de elaboración: septiembre 2016

Laboratorio responsable: Gruentec

Dentro del monitoreo semestral (Septiembre 2014-Febrero 2015) del dragado de mantenimiento del canal de acceso al Puerto Marítimo de Guayaquil, los valores registrados de Plomo en los puntos de monitoreo históricos presentaron valores que se encuentran por debajo de los criterios de calidad de la Tabla 1 (criterios de calidad de suelo) del Anexo 2 del A. M. No. 097-A y la Tabla 1 del ISQG. Con respecto al monitoreo semestral (Septiembre 2015-Febrero 2016), los valores registrados de Plomo en los puntos de monitoreo históricos presentaron valores que se encuentran por encima de los LMP de las legislaciones analizadas, a excepción de la muestra ED-7.

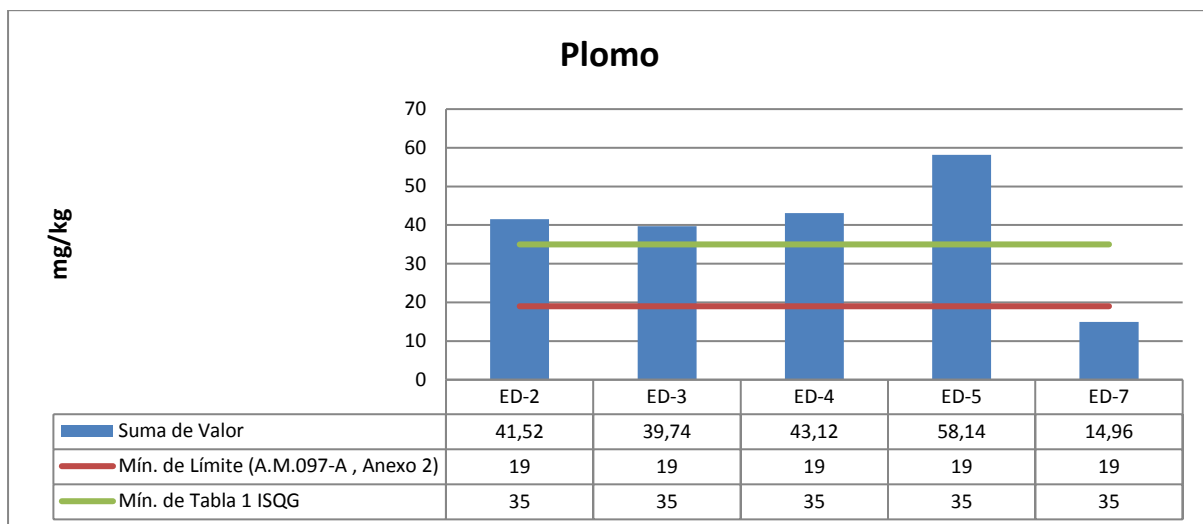


**Figura 6-78 Valores de Plomo registradas en las muestras históricas de sedimentos**

Fuente: Autoridad Portuaria de Guayaquil (Monitoreo Semestral de Cumplimiento de los Trabajos de Dragado Puerto Marítimo de Guayaquil Sept 2014-Feb 2015)

Elaborado por: Cardno

Fecha de elaboración: septiembre 2016



**Figura 6-79 Valores de Plomo registradas en las muestras históricas de sedimentos**

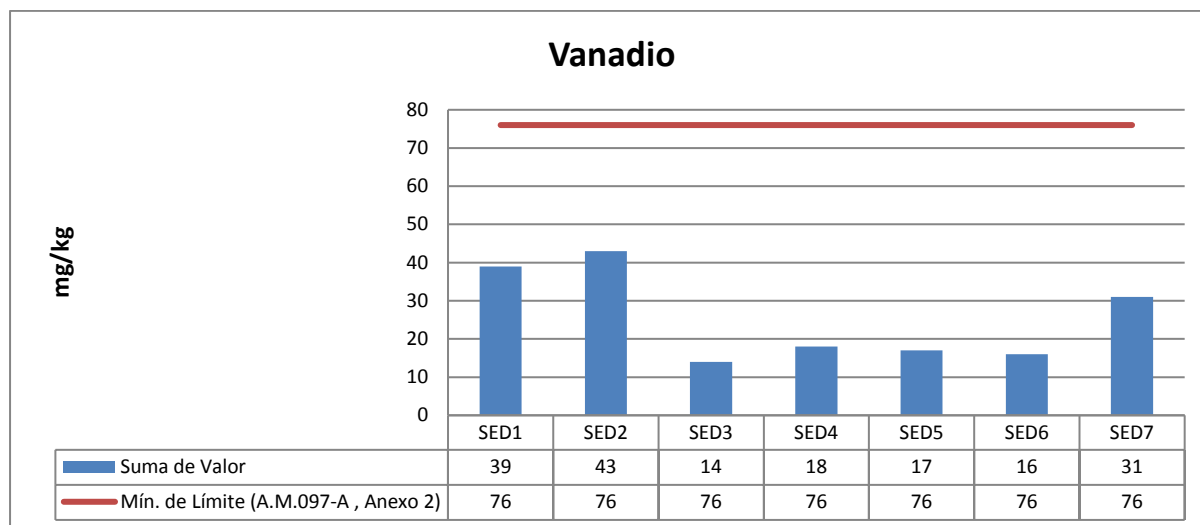
Fuente: Autoridad Portuaria de Guayaquil (Monitoreo Semestral de Cumplimiento de los Trabajos de Dragado Estación Seca Puerto Marítimo de Guayaquil Sept 2015-Feb 2016)

Elaborado por: Cardno

Fecha de elaboración: septiembre 2016

### 6.10.3.11 Vanadio

Dentro del muestreo actual, todas las muestras se encuentran por debajo de los criterios de calidad de la Tabla 1 (criterios de calidad de suelo) del Anexo 2 del A. M. No. 097-A.



**Figura 6-80 Valores de Vanadio registradas en las muestras de sedimentos**

Fuente: Resultados de Laboratorio Gruentec

Elaborado por: Cardno

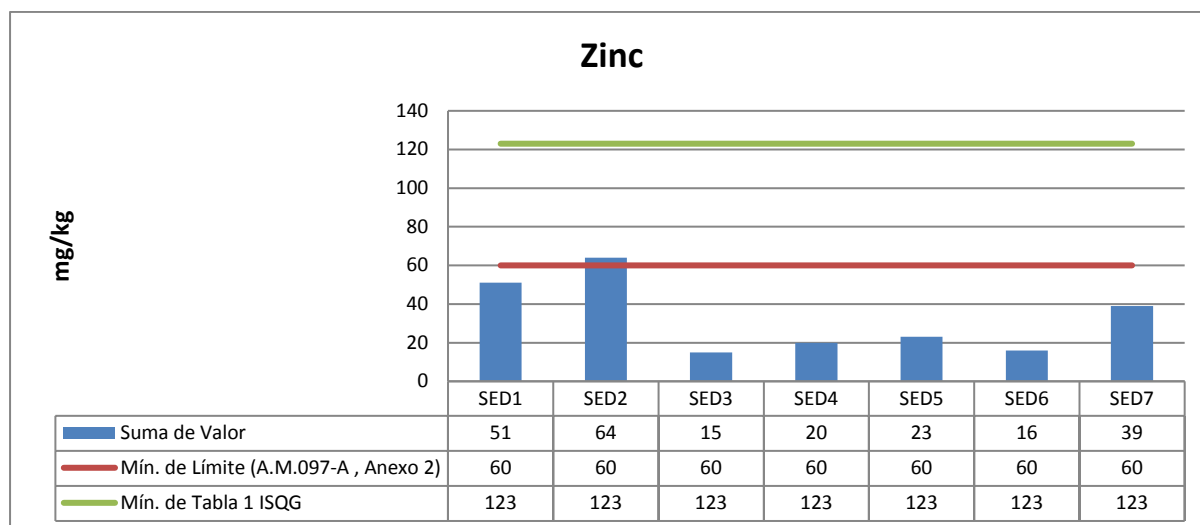
Fecha de muestreo: septiembre 2016

Fecha de elaboración: septiembre 2016

Laboratorio responsable: Gruentec

### 6.10.3.12 Zinc

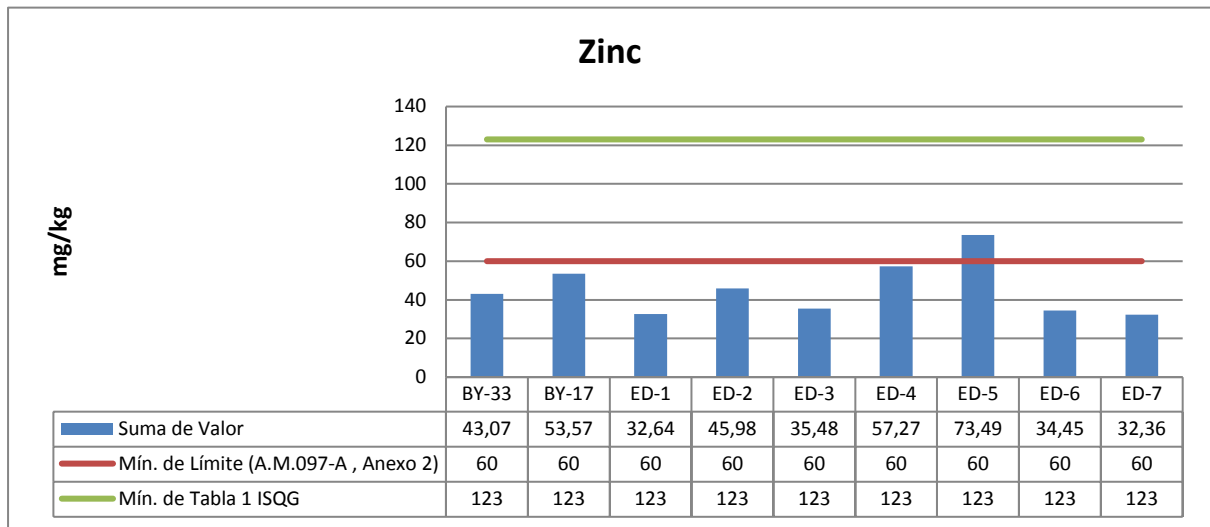
Dentro del muestreo actual, todas las muestras se encuentran por debajo de los criterios de calidad de la Tabla 1 (criterios de calidad de suelo) del Anexo 2 del A. M. No. 097-A, a excepción de la muestra SED2. Con respecto a los LMP establecidos en la legislación canadiense las muestras analizadas se encuentran por debajo de los LMP.



**Figura 6-81 Valores de Zinc registradas en las muestras de sedimentos**

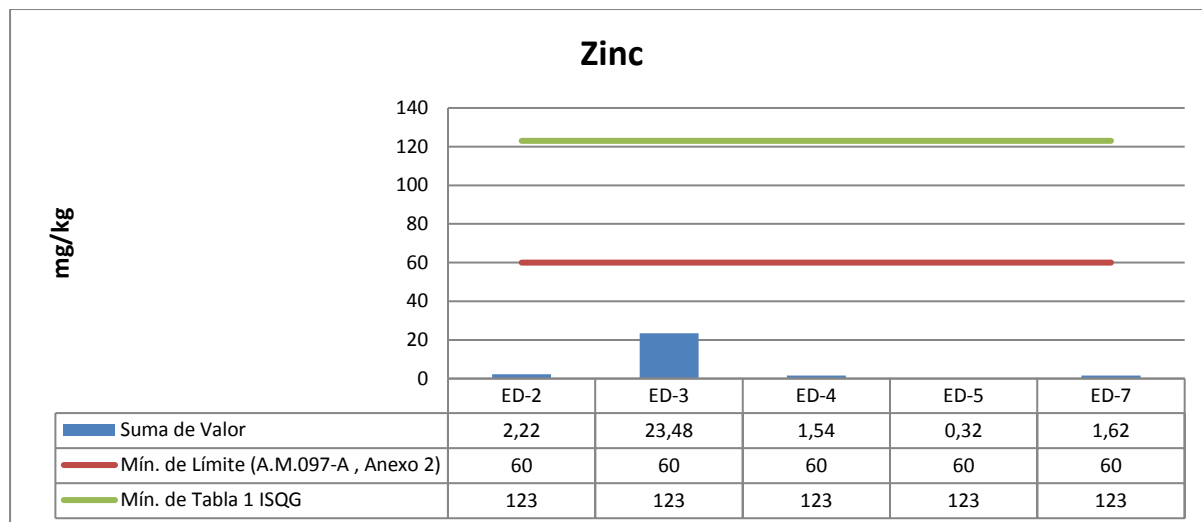
Fuente: Resultados de Laboratorio Gruentec  
 Elaborado por: Cardno  
 Fecha de muestreo: septiembre 2016  
 Fecha de elaboración: septiembre 2016  
 Laboratorio responsable: Gruentec

Dentro del monitoreo semestral (Septiembre 2014-Febrero 2015 y Septiembre 2015-Febrero 2016) del dragado de mantenimiento del canal de acceso al Puerto Marítimo de Guayaquil, los valores registrados de Zinc en los puntos de monitoreo históricos presentaron valores que se encuentran por debajo de los criterios de calidad de la Tabla 1 (criterios de calidad de suelo) del Anexo 2 del A. M. No. 097-A y la Tabla 1 del ISQG.



**Figura 6-82 Valores de Zinc registradas en las muestras históricas de sedimentos**

Fuente: Autoridad Portuaria de Guayaquil (Monitoreo Semestral de Cumplimiento de los Trabajos de Dragado Puerto Marítimo de Guayaquil Sept 2014-Feb 2015)  
 Fuente: Resultados de Laboratorio Gruentec  
 Elaborado por: Cardno  
 Fecha de muestreo: septiembre 2016  
 Fecha de elaboración: septiembre 2016  
 Laboratorio responsable: Gruentec



**Figura 6-83 Valores de Zinc registradas en las muestras históricas de sedimentos**

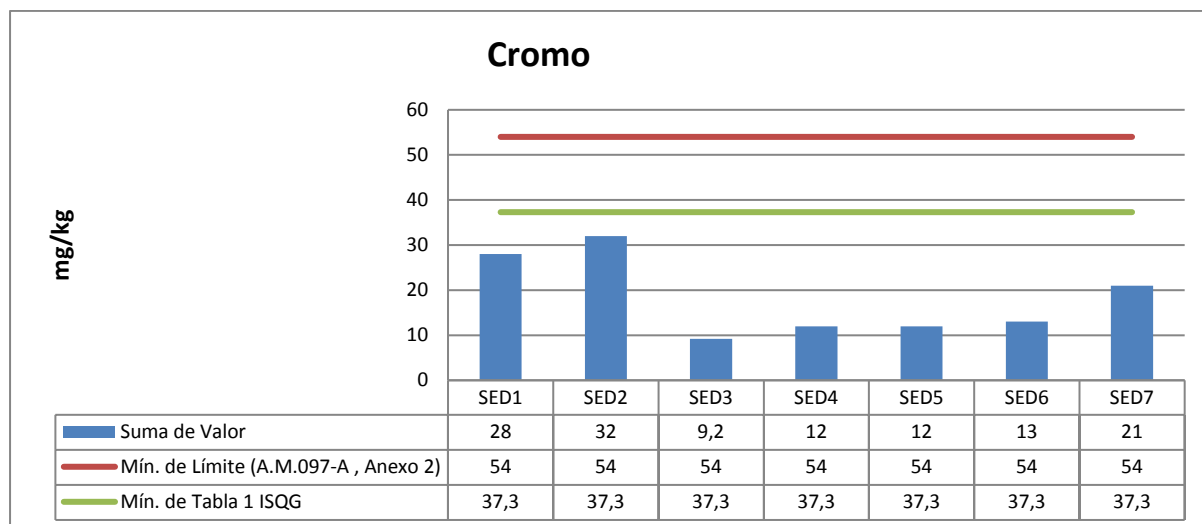
Fuente: Autoridad Portuaria de Guayaquil (Monitoreo Semestral de Cumplimiento de los Trabajos de Dragado Estación Seca Puerto Marítimo de Guayaquil Sept 2015-Feb 2016)

Elaborado por: Cardno

Fecha de elaboración: septiembre 2016

#### 6.10.3.13 Cromo Total

El criterio de calidad establecido en la legislación ecuatoriana para suelos (A.M. 097-A) es de 54 mg/kg. En los resultados obtenidos para todos los puntos dentro del muestreo actual, no se superan los CC para el presente parámetro.



**Figura 6-84 Valores de Cromo registradas en las muestras de sedimentos**

Fuente: Resultados de Laboratorio Gruentec

Elaborado por: Cardno

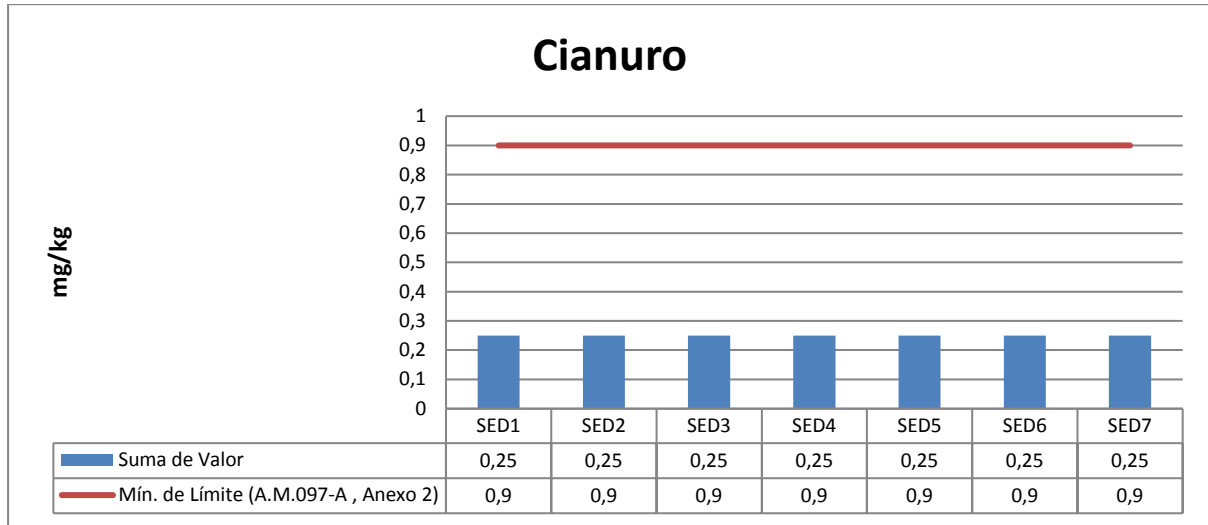
Fecha de muestreo: septiembre 2016

Fecha de elaboración: septiembre 2016

Laboratorio responsable: Gruentec

6.10.3.14 **Cianuro**

Dentro del muestreo actual, todas las muestras se encuentran por debajo de los criterios de calidad de la Tabla 1 (criterios de calidad de suelo) del Anexo 2 del A. M. No. 097-A.



**Figura 6-85 Valores de Cianuro registradas en las muestras de sedimentos**

Fuente: Resultados de Laboratorio Gruentec

Elaborado por: Cardno

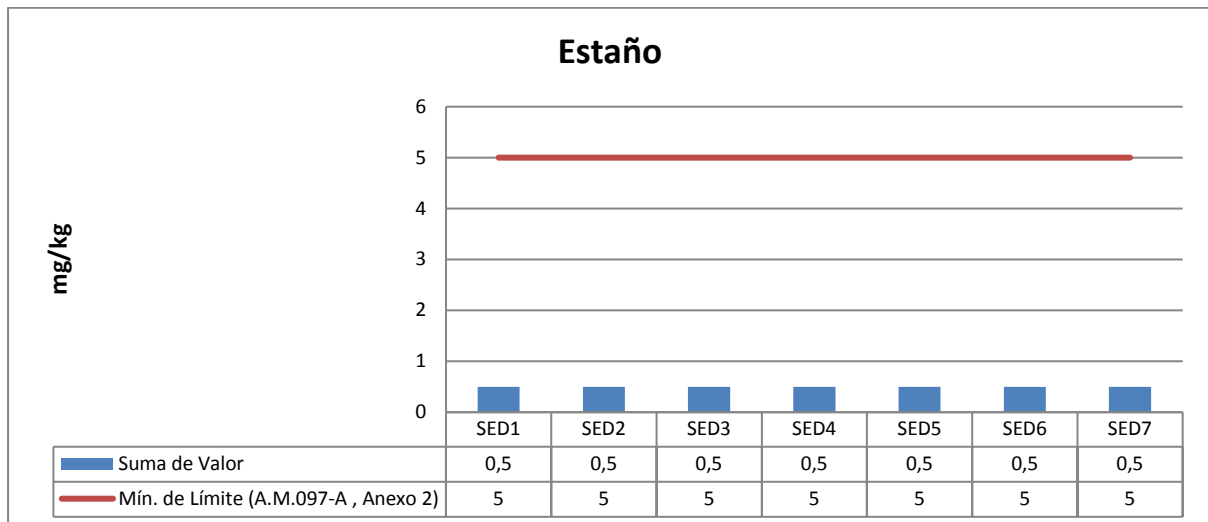
Fecha de muestreo: septiembre 2016

Fecha de elaboración: septiembre 2016

Laboratorio responsable: Gruentec

6.10.3.15 **Estaño**

Dentro del muestreo actual, todas las muestras se encuentran por debajo de los criterios de calidad de la Tabla 1 (criterios de calidad de suelo) del Anexo 2 del A. M. No. 097-A.



**Figura 6-86 Valores de Estaño registradas en las muestras de sedimentos**

Fuente: Resultados de Laboratorio Gruentec

Elaborado por: Cardno

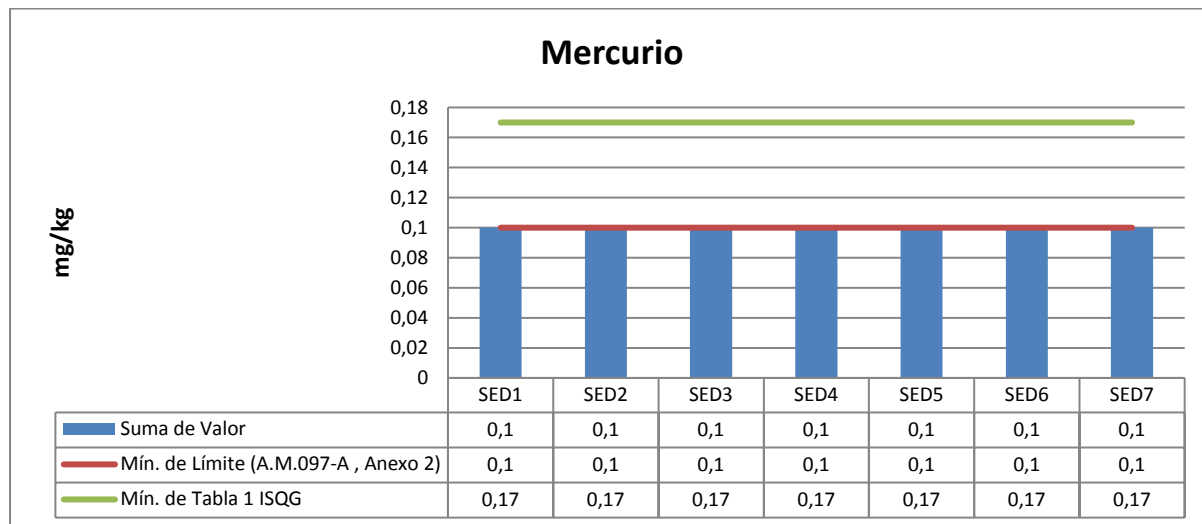
Fecha de muestreo: septiembre 2016

Fecha de elaboración: septiembre 2016

Laboratorio responsable: Gruentec

### 6.10.3.16 Mercurio

Dentro del muestreo actual, todas las muestras se encuentran dentro de los criterios de calidad de la Tabla 1 (criterios de calidad de suelo) del Anexo 2 del A. M. No. 097-A y la Tabla 1 del ISQG.



**Figura 6-87 Valores de Mercurio registradas en las muestras de sedimentos**

Fuente: Resultados de Laboratorio Gruentec

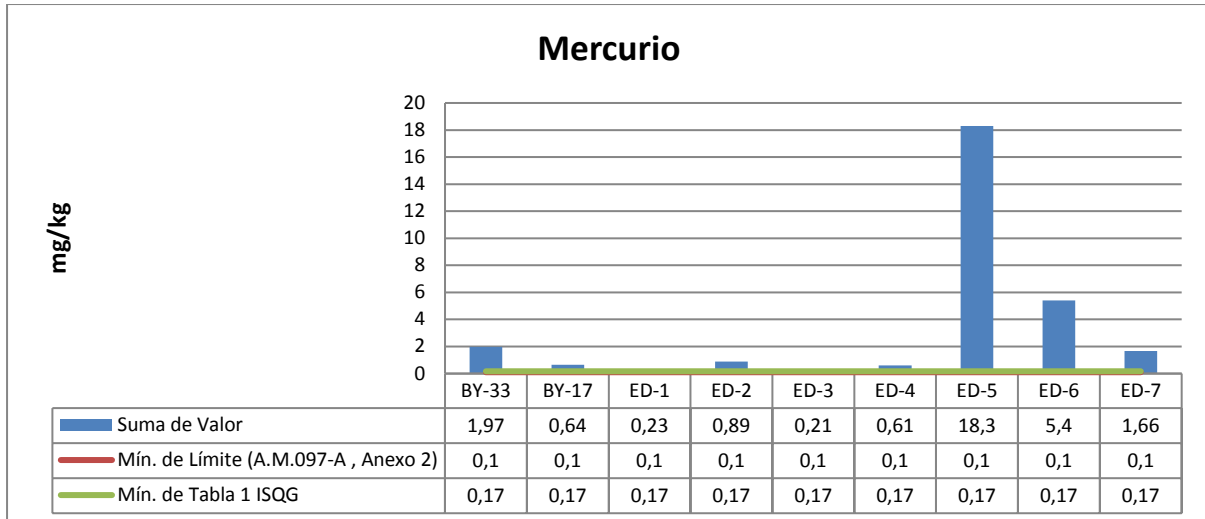
Elaborado por: Cardno

Fecha de muestreo: septiembre 2016

Fecha de elaboración: septiembre 2016

Laboratorio responsable: Gruentec

Dentro del monitoreo semestral (Septiembre 2014-Febrero 2015 y Septiembre 2015-Febrero 2016) del dragado de mantenimiento del canal de acceso al Puerto Marítimo de Guayaquil, los valores registrados de Mercurio en los puntos de monitoreo históricos presentaron valores que se encuentran por encima de los criterios de calidad de la Tabla 1 (criterios de calidad de suelo) del Anexo 2 del A. M. No. 097-A y la Tabla 1 del ISQG, a excepción de las muestras BY-33 y BY-17 las cuales presentan valores por debajo de los LMP de las legislaciones analizadas.

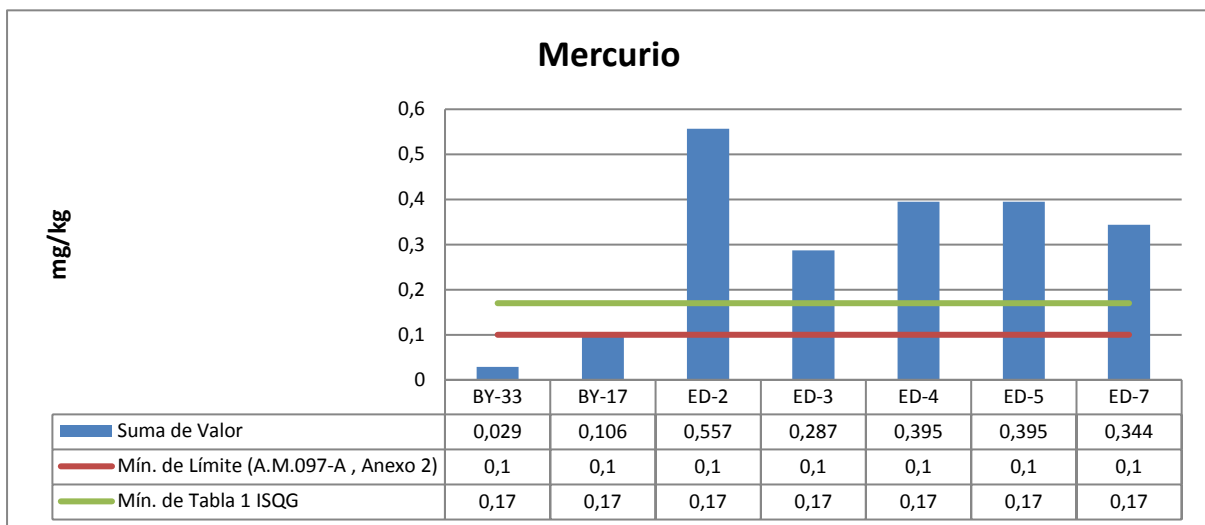


**Figura 6-88 Valores de Mercurio registradas en las muestras históricas de sedimentos**

Fuente: Autoridad Portuaria de Guayaquil (Monitoreo Semestral de Cumplimiento de los Trabajos de Dragado Puerto Marítimo de Guayaquil Sept 2014-Feb 2015)

Elaborado por: Cardno

Fecha de elaboración: septiembre 2016



**Figura 6-89 Valores de Mercurio registradas en las muestras históricas de sedimentos**

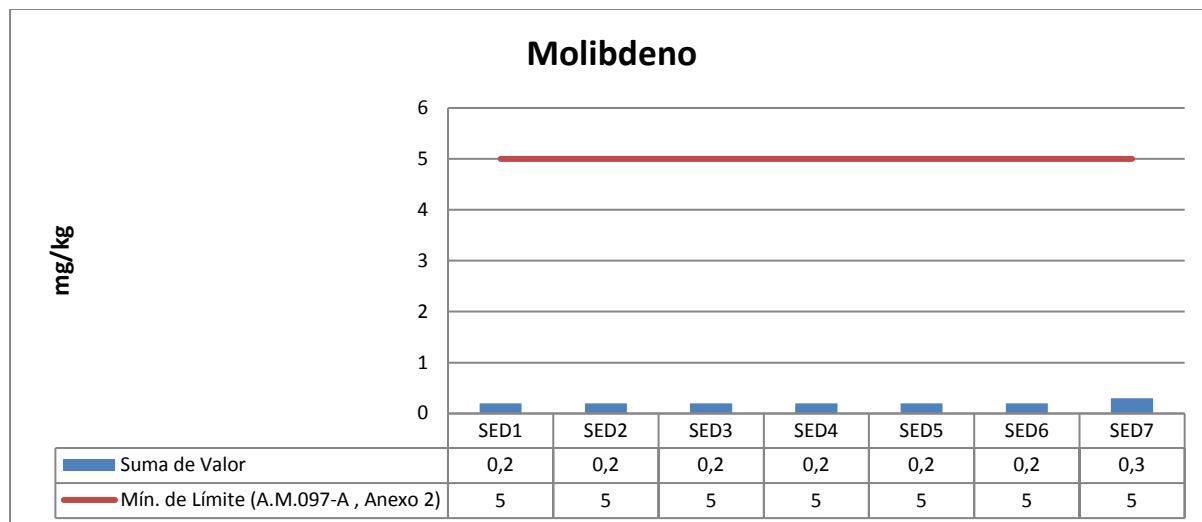
Fuente: Autoridad Portuaria de Guayaquil (Monitoreo Semestral de Cumplimiento de los Trabajos de Dragado Estación Seca Puerto Marítimo de Guayaquil Sept 2015-Feb 2016)

Elaborado por: Cardno

Fecha de elaboración: septiembre 2016

#### 6.10.3.17 **Molibdeno**

Dentro del muestreo actual, todas las muestras se encuentran por debajo de los criterios de calidad de la Tabla 1 (criterios de calidad de suelo) del Anexo 2 del A. M. NO. 097-A.



**Figura 6-90 Valores de Molibdeno registradas en las muestras de sedimentos**

Fuente: Resultados de Laboratorio Gruentec

Elaborado por: Cardno

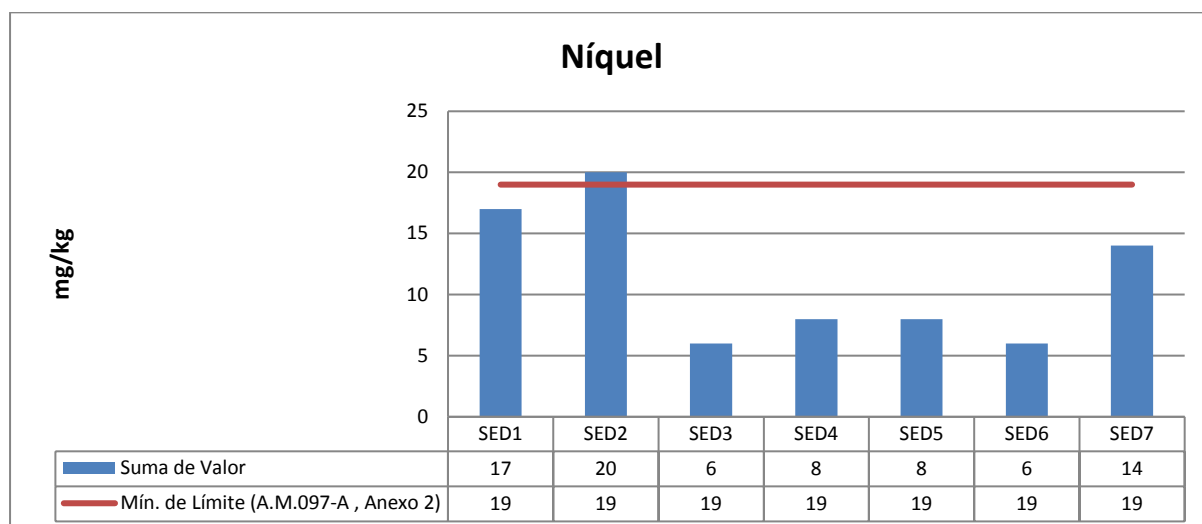
Fecha de muestreo: septiembre 2016

Fecha de elaboración: septiembre 2016

Laboratorio responsable: Gruentec

#### 6.10.3.18 **Níquel**

Dentro del muestreo actual, todas las muestras se encuentran por debajo de los criterios de calidad de la Tabla 1 (criterios de calidad de suelo) del Anexo 2 del A. M. No. 097-A, a excepción de la muestra SED2.



**Figura 6-91 Valores de Níquel registradas en las muestras de sedimentos**

Fuente: Resultados de Laboratorio Gruentec

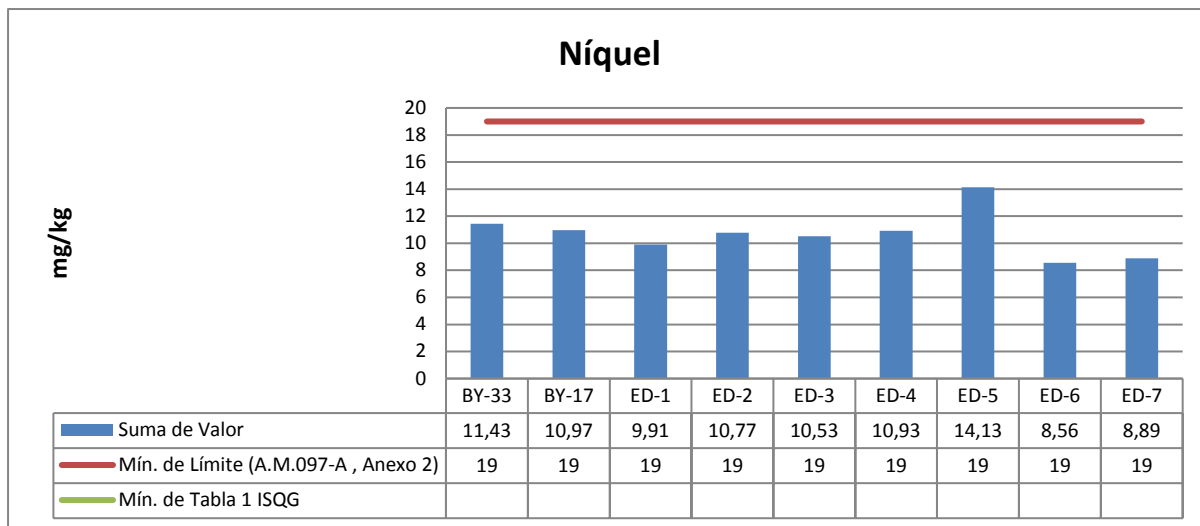
Elaborado por: Cardno

Fecha de muestreo: septiembre 2016

Fecha de elaboración: septiembre 2016

Laboratorio responsable: Gruentec

Dentro del monitoreo semestral (Septiembre 2014-Febrero 2015 y Septiembre 2015-Febrero 2016) del dragado de mantenimiento del canal de acceso al Puerto Marítimo de Guayaquil, los valores registrados de Níquel en los puntos de monitoreo históricos presentaron valores que se encuentran por debajo de los criterios de calidad de la Tabla 1 (criterios de calidad de suelo) del Anexo 2 del A. M. No. 097-A, a excepción de las muestras BY-17, ED-2, ED-3, ED-4, ED-5 que presentan valores altos en relación a los LMP de la legislación ambiental vigente.

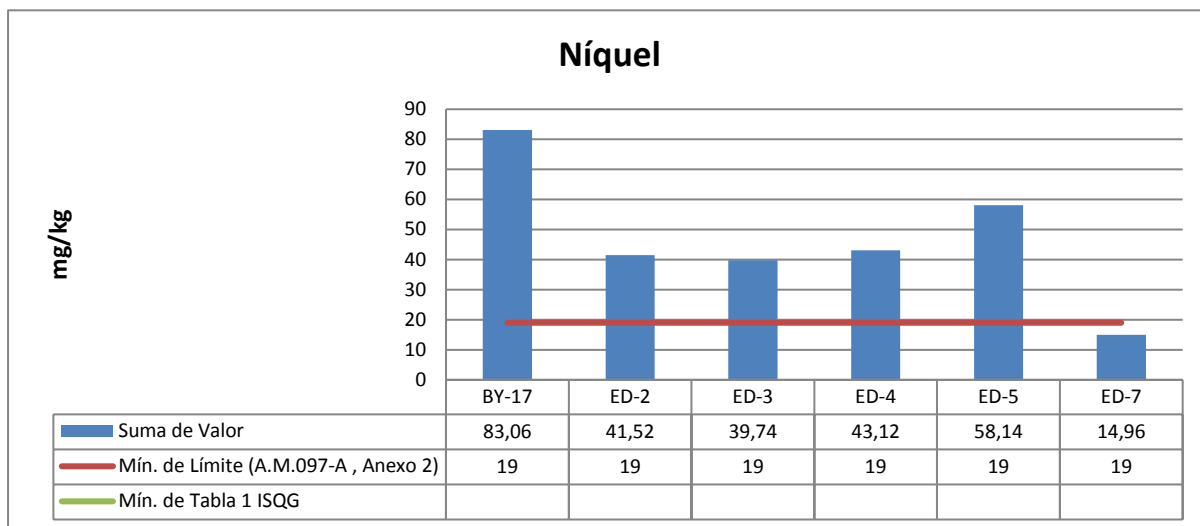


**Figura 6-92 Valores de Níquel registradas en las muestras históricas de sedimentos**

Fuente: Autoridad Portuaria de Guayaquil (Monitoreo Semestral de Cumplimiento de los Trabajos de Dragado Puerto Marítimo de Guayaquil Sept 2014-Feb 2015)

Elaborado por: Cardno

Fecha de elaboración: septiembre 2016



**Figura 6-93 Valores de Níquel registradas en las muestras históricas de sedimentos**

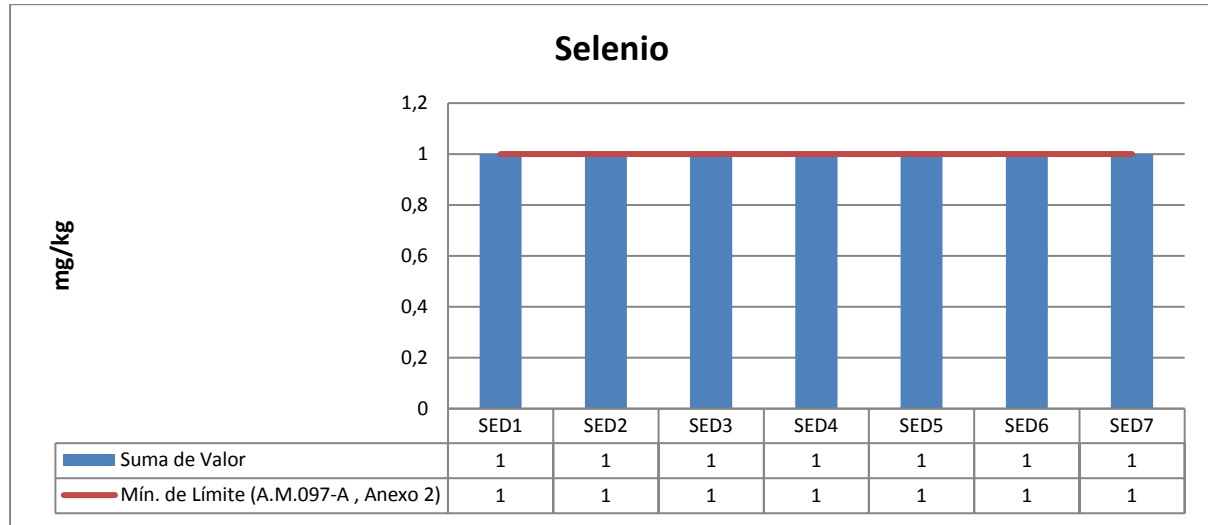
Fuente: Autoridad Portuaria de Guayaquil (Monitoreo Semestral de Cumplimiento de los Trabajos de Dragado Estación Seca Puerto Marítimo de Guayaquil Sept 2015-Feb 2016)

Elaborado por: Cardno

Fecha de elaboración: septiembre 2016

6.10.3.19 **Selenio**

Dentro del muestreo actual, todas las muestras se encuentran por debajo de los criterios de calidad de la Tabla 1 (criterios de calidad de suelo) del Anexo 2 del A. M. No. 097-A.



**Figura 6-94 Valores de Selenio registradas en las muestras de sedimentos**

Fuente: Resultados de Laboratorio Gruentec

Elaborado por: Cardno

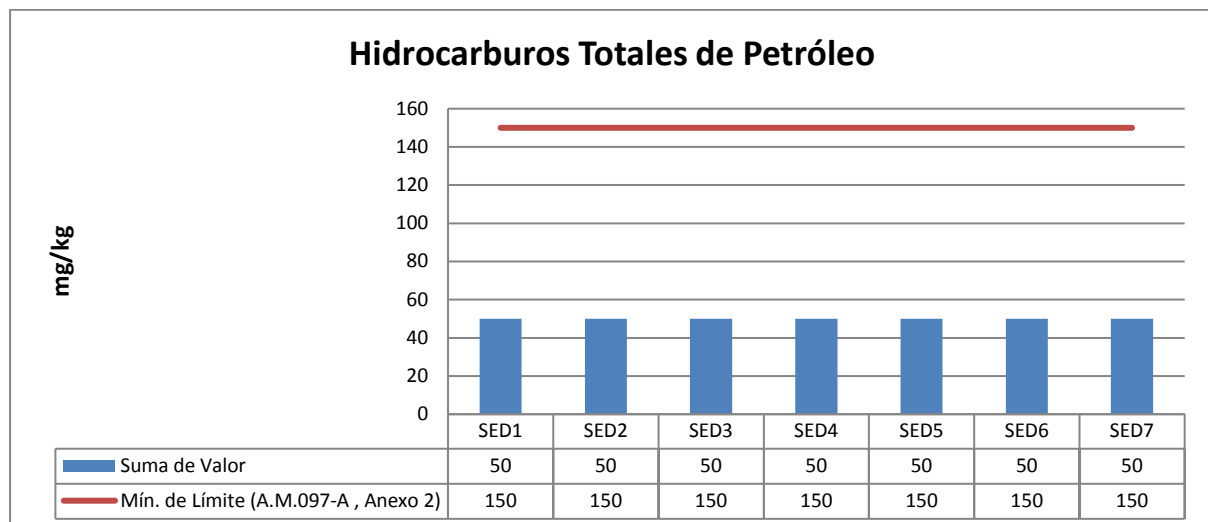
Fecha de muestreo: septiembre 2016

Fecha de elaboración: septiembre 2016

Laboratorio responsable: Gruentec

6.10.3.20 **Hidrocarburos Totales de Petróleo (TPH)**

Dentro del muestreo actual, todas las muestras se encuentran por debajo de los criterios de calidad de la Tabla 1 (criterios de calidad de suelo) del Anexo 2 del A. M. NO. 097-A.



**Figura 6-95 Valores de TPH registradas en las muestras de sedimentos**

Fuente: Resultados de Laboratorio Gruentec

Elaborado por: Cardno

Fecha de muestreo: septiembre 2016

Fecha de elaboración: septiembre 2016

Laboratorio responsable: Gruentec

#### 6.10.4 Conclusiones

En términos generales, los resultados obtenidos presentan valores por debajo de los criterios de calidad CC, utilizados en la presente sección; sin embargo, existen parámetros con valores por encima de estos CC, como es el caso de la conductividad eléctrica, azufre y boro; esta tendencia se puede atribuir a la influencia marina. Por ejemplo, para el caso del azufre, la fuente principal de sulfuros en ecosistemas marinos es la reducción disimilativa de sulfatos, dada la alta concentración de sulfatos que prevalece en dichos ambientes marinos, de igual manera, las mayores concentraciones de boro se encuentran en los sedimentos y la roca sedimentaria, particularmente, en los sedimentos marinos ricos en arcilla.

Los valores por encima de los LMP de los elementos cobre, níquel y zinc de algunas muestras, posiblemente se debe a actividades antrópicas que se realizan en la zona, es decir podría estar relacionada con las distintas descargas puntuales y difusas al interior del estuario producidas por industrias asentadas en el Estero Salado o por las actividades agropecuarias.

Es importante mencionar que estos resultados pueden utilizarse como valores referenciales para entender la dinámica físico-química, geológica, geoquímica e hidrogeológica, no deben utilizarse como un análisis de cumplimiento legal ambiental debido a que, no existe normativa nacional específica para sedimentos y por ende los laboratorios locales tampoco disponen de métodos específicos para la digestión y análisis de la matriz sedimentos.

#### 6.11 Calidad del Aire

La línea base desde el punto de vista de calidad de aire denota el estado de un sistema alterado en un momento en particular, antes de un cambio posterior. Se define también como las condiciones en el momento de la investigación dentro de un área que puede estar influenciada por actividades humanas.

##### 6.11.1 Metodología de Caracterización

###### 6.11.1.1 Equipos

La descripción de los equipos utilizados, el método de análisis y el método de detección se detallan en la Tabla 6-27.

**Tabla 6-27 Descripción de Equipos Utilizados**

EQUIPO	PARÁMETRO TÉCNICA DE ANÁLISIS	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN LÍMITE DE CUANTIFICACIÓN
Teledyne Model T300	Monóxido de carbono (CO) Absorción IR	U.S.EPA, RFCA-1093-093	LD: 0.03 ppm LC: 0,1 – 20 ppm
Teledyne Model T100	Dióxido de azufre (SO <sub>2</sub> ) Fluorescencia	U.S.EPA, EQSA-0495- 0100	LD: 18 ppb LC: 55 – 500 ppm
Teledyne Model 204	Monóxido de nitrógeno (NO) Quimioluminiscencia	U.S.EPA, RFNA-1194-099	LD: 18 ppb LC: 55 – 500 ppb
Teledyne Model 204	Dióxido de nitrógeno (NO <sub>2</sub> ) Quimioluminiscencia	U.S.EPA, RFNA-1194-099	LD: 5 ppb LC: 50 – 500 ppb

EQUIPO	PARÁMETRO TÉCNICA DE ANÁLISIS	MÉTODO	LIMITE DETECCIÓN LÍMITE DE CUANTIFICACIÓN
Teledyne Model 204	Ozono (O3) Absorción UV	U.S.EPA, EQOA-0514- 214	LD: 8 ppb LC: 50 – 500 ppb
Teledyne Model 602 BETA PLUS	Material particulado PM2,5 Atenuación de radiación beta	U.S.EPA, EQPM-0912- 204	LD: 2 ug/m3 LC: 5 – 70 ug/m3
Teledyne Model 602 BETA PLUS	Material particulado PM10 Atenuación de radiación beta	U.S.EPA, EQPM-0912- 205	LD: 2 ug/m3 LD: 2 ug/m3

Fuente: Laboratorio Gruentec, septiembre 2016

Elaborado por: Cardno

Fecha de elaboración: septiembre 2016

### 6.11.1.2 Métodos Utilizados

Los métodos de análisis y límite de detección de los equipos empleados se resumen en la Tabla 6-28.

**Tabla 6-28 Métodos utilizados**

PARÁMETRO	TÉCNICA DE ANÁLISIS	LÍMITE DE CUANTIFICACIÓN
Monóxido de Carbono	Absorción R	0,1 ppm
Dióxido de Nitrógeno	Quimiluminiscencia	0,05 ppm
Dióxido de Azufre	Fluorescencia UV	0,055 ppm
Ozono	Absorción UV	0,05 ppm
Material Particulado PM10	Atenuación de radiación beta	5 ug/m <sup>3</sup>
Material Particulado PM 2,5	Atenuación de radiación beta	5 ug/m <sup>3</sup>

Fuente: Laboratorio Gruentec, septiembre 2016

Elaborado por: Cardno

Fecha de elaboración: septiembre 2016

### 6.11.1.3 Tipo de Medición

En los puntos de monitoreo considerados se realizó una medición continua durante 24 horas, 8 horas, 1 hora y 10 minutos, dependiendo del parámetro a monitorear, los datos se tomaron cada hora para los parámetros de monitoreo de 24 y 8 horas. Para los parámetros de una hora se realizaron 6 mediciones cada diez minutos durante una hora.

### 6.11.1.4 Correcciones Aplicables

Los datos recolectados en campo están en condiciones de presión y temperatura de la localidad del monitoreo, para realizar la comparación respectiva con los límites máximos permitidos se deben llevar estos valores a Condiciones de Referencia esto es: a 25 °C de temperatura y 760 mm. Hg. de presión.

Para esta corrección se aplica la siguiente ecuación:

$$C_c = C_o \times \frac{760 \text{ mmHg}}{P_{bl}} \times \left[ \frac{(273,15+t^{\circ}C)K}{298,15K} \right]^j$$

Dónde:

Cc = Concentración Corregida

Co = Concentración Observada

Pbl = Presión Atmosférica Local

t°C = Temperatura Local

ƒ= Factor de conversión a ug/m<sup>3</sup>: CO=1144,26 ug/(m<sup>3</sup>ppm); NO<sub>2</sub>= 1879 ug/(m<sup>3</sup>ppm); SO<sub>2</sub>= 2615,45 ug/(m<sup>3</sup>ppm); O<sub>3</sub>= 1961,59 ug/(m<sup>3</sup>ppm)

### 6.11.1.5 Control de Calidad

El control de calidad de los resultados obtenidos se realizará aplicando lo que se señala dentro del método interno de Gruentec MM-AIR-02, el cual consta lo siguiente:

- > **Calibración de los equipos de monitoreo.-** Anualmente se realiza la calibración en el laboratorio.
- > **Respaldo de datos.-** Codificación adecuada de datos descargados de los equipos para permitir una rápida y correcta identificación de los archivos, así como el respaldo tanto en la computadora portátil, como en una memoria externa.
- > **Personal Técnico Calificado.-** Para el manejo e instalación de equipos se tiene el personal calificado por el laboratorio para la realización del monitoreo.
- > **Chequeo de equipos.-** Se realiza un chequeo de equipos antes de salir del laboratorio, así como un chequeo constante durante la realización del monitoreo de 24 horas, para identificar posibles señales de alarma de los equipos y tomar las acciones correctivas que apliquen.

### 6.11.2 Puntos de Monitoreo

El monitoreo de calidad de aire ambiente fue efectuado por el laboratorio Gruntec, el cual se encuentra acreditado por el Servicio de Acreditación Ecuatoriano (SAE). El punto de monitoreo corresponde a la ubicación de un receptor sensible y se presenta a continuación.

**Tabla 6-29 Puntos de Monitoreo de Calidad de Aire**

ID	Ubicación	Coordenadas UTM		Coordenadas Geográficas		Ubicación en relación a la Infraestructura por construir
		Datum WGS84 Zona 17 Sur		Datum WGS84		
		Este (m)	Norte (m)	Latitud	Longitud	
CA_PO SORJA	Campamento Herdoiza Crespo (Sector de "Las Piscinas")	582500	9702894	2° 41' 15,953" S	80° 15' 28,091" W	Punto de muestreo localizado en el predio de DPWORD, cerca del área donde se implementará las facilidades anexas, patio de contenedores y sitios de atranque.

Fuente: Laboratorio Gruentec, septiembre 2016

Elaborado por: Cardno

Fecha de elaboración: septiembre 2016

Sistema de referencia: UTM WGS 84 17 Sur

Si bien la calidad de aire tiene una dinámica regional, el punto analizado es representativo de la dinámica local de dicho componente.

### 6.11.3 Parámetros analizados

A continuación se presenta una tabla con los parámetros analizados y los LMP con los cuales se ha comparado los resultados del monitoreo.

**Tabla 6-30 Listado de Parámetros Analizados durante el Muestreo de Calidad de Aire en el Área del Proyecto y sus Respectivos Límites Máximos Permisibles**

CONTAMINANTE	LEGISLACIÓN
PM <sub>10</sub>	El promedio aritmético de monitoreo continuo durante 24 horas, no deberá exceder 100 µg/m <sup>3</sup> .
PM <sub>2,5</sub>	El promedio aritmético de monitoreo continuo durante 24 horas, no deberá exceder 50 µg/m <sup>3</sup> .
NO <sub>2</sub>	La concentración máxima en una (1) hora no deberá exceder 200 µg/m <sup>3</sup> .
SO <sub>2</sub>	La concentración en un periodo de 10 minutos no deberá exceder 500 µg/m <sup>3</sup> .
SO <sub>2</sub>	La concentración SO <sub>2</sub> en 24 horas no deberá exceder 125 µg/m <sup>3</sup> .
CO	La concentración de monóxido de carbono de las muestras determinadas de forma continua, en un período de ocho (8) horas, no deberá exceder 10 000 µg/m <sup>3</sup> .
CO	La concentración de monóxido de carbono en un periodo de una hora, no deberá exceder 30 000 µg/m <sup>3</sup> .
O <sub>3</sub>	La máxima concentración de ozono, obtenida mediante muestra continua en un período de ocho (8) horas, no deberá exceder de 100 µg/m <sup>3</sup> .

Fuente: Anexo 4 del Acuerdo Ministerial 097-A

Elaborado por: Cardno

Fecha de elaboración: septiembre 2016

### 6.11.4 Análisis de Resultados

En la siguiente tabla se muestra el resumen de los valores obtenidos en el monitoreo considerado para el presente proyecto (Anexo C.- Respaldo Línea Base\_C.6A.3.1 Calidad de Aire).

**Tabla 6-31 Resultado de Monitoreo de Calidad de Aire**

PARÁMETROS	UNIDAD	LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES	FECHA	VALOR CORREGIDO	CUMPLIMIENTO
CA_POSORJA					
CO	ug/m <sup>3</sup>	10000	12/09/2016 17:00 al 13/09/2016 16:00	<114	Si Cumple
CO	ug/m <sup>3</sup>	30000		<114	Si Cumple
NO <sub>2</sub>	ug/m <sup>3</sup>	200		< 94	Si Cumple
NO <sub>x</sub>	ug/m <sup>3</sup>	N/A		< 94	Si Cumple
SO <sub>2</sub>	ug/m <sup>3</sup>	125		< 125	Si Cumple
SO <sub>2</sub>	ug/m <sup>3</sup>	500		< 125	Si Cumple
O <sub>3</sub>	ug/m <sup>3</sup>	100		< 98	Si Cumple
PM <sub>10</sub>	ug/m <sup>3</sup>	100		8	Si Cumple
PM <sub>2,5</sub>	ug/m <sup>3</sup>	50		16	Si Cumple

Fuente: Laboratorio Gruentec, septiembre 2016

Elaborado por: Cardno

Fecha de elaboración: septiembre 2016

### 6.11.5 Conclusiones

Durante el monitoreo realizado para el presente estudio, todos los parámetros analizados (Monóxido de Carbono (CO), Óxido de Nitrógeno (NO<sub>2</sub>), Óxidos de Azufre (SO<sub>2</sub>), Ozono (O<sub>3</sub>) y Material Particulado (PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub>) se encuentran por debajo de los LMP establecidos en el A. M. No. 097-A.

### 6.12 Ruido

La medición de los niveles de ruido expresados en dB(A)<sup>11</sup>, permitió la caracterización del área de estudio. Los valores medidos del nivel de ruido de fondo, servirán como referencia para efectuar una evaluación comparativa de estos valores con aquellos de ruido ambiente en operación dentro del área de estudio, y con valores de ruido para futuros monitoreos en el sector; además, se permitirá establecer, su cumplimiento con la Legislación Ambiental Ecuatoriana

#### 6.12.1 Metodología de Caracterización

La medición de los niveles de ruido ambiente fue realizada por el laboratorio Gruntec; el cual se encuentra acreditado ante el SAE. La metodología utilizada por el laboratorio es mediante el método interno MM-RU-01 basado en la ISO 1996-2 y el Anexo 5 Niveles Máximos de Emisión de Ruido y Metodología de Medición para Fuentes Fijas y Fuentes Móviles y Niveles de Vibración y Metodología de Medición del A. M. No. 097-A. El cual indica que el sonómetro deberá estar colocado sobre un trípode a una altura igual o superior a 1,5 m de altura desde el suelo, y direccionado el micrófono hacia la fuente con una inclinación de 45 a 90 grados, sobre su plano horizontal.

La medición de los niveles de ruido se efectuó con el sonómetro previamente calibrado; en el cual se realizó la medición de los Niveles de Presión Sonora (NPS) del calibrador con el sonómetro antes y después de la medición, cuyos valores fueron colocados en el informe de mediciones.

La metodología utilizada para la toma de muestras de ruido fue el Método de 15 segundos (Leq 15s), el cual indica que se debe tomar y reportar un mínimo de 5 muestras, de 15 segundos cada una.

Adicionalmente con la finalidad de validar los niveles de ruido durante las mediciones y facilitar el análisis y comparación de las muestras, se reportaron el NPS mínimo (LAmín) y el NPS máximo (LAmáx) medidos de cada muestra.

Para caracterizar el ruido ambiente se realizaron mediciones diurnas y nocturnas en las áreas donde se implementarán infraestructuras del proyecto. Para cada medición se realizó una ficha en la cual se describe: la metodología utilizada, caracterización de la fuente emisora, horario de emisión de ruido, condiciones de la medición, marco legal aplicable, parámetros de medición y diagramas.

#### 6.12.1.1 Equipos de Medición

Los equipos que el laboratorio utilizó para la medición del ruido residual y ruido total, y los certificados de calibración (Ver Anexo C Respaldo Línea Base\_C.6A.4.3- Certificados de Calibración Ruido) son los que se describen a continuación:

Tabla 6-32 Equipos Utilizados

INSTRUMENTO	ESPECIFICACIONES
	Instrumento Tipo CR-172A

<sup>11</sup> Decibel A [dB(A)]: Unidad adimensional utilizada para expresar el logaritmo de la razón entre una cantidad medida y una cantidad de referencia. El decibel se utiliza para describir niveles de presión, de potencia o de intensidad sonora.

INSTRUMENTO	ESPECIFICACIONES
Sonómetro Integrador Optimus CIRRUS	Certificado de Calibración No: 20745 Validez: Julio 12, 2016-Julio 12, 2018
	Nº de Serie: G071261
	Identificación Gruentec: SONO-09E/SOMIC-09E
	Salida: 1000 Hz, 114 dB – 94 dB
	Precisión de señal de salida: ±0,5 dB (94 dB), ±0,8 dB (114 dB)
Calibrador Acústico EXTECH	Nº de Serie: Z093024
	Certificado de Calibración No: 20745 Validez: Julio 12, 2016-Julio 12, 2018
	Modelo 407766
	Estándares: ANSI S1.4, Tipo 2; IEC 60651-1979, Tipo 2*; IEC 60804-1985, Tipo 2**
	Modelo 3500
Anemómetro Kestrel	Serie 1970103
	Estándares de Calibración: National Institute of Standards and Technology (NIST)
	Wind Speed: 2.2 to 216.0 km/h Ambient Temperature: -10.0 to 55.0 °C Globe Temperature – Tg: -10.0 to 55.0 °C Relative Humidity: 0 to 100% Pressure: 10.0 to 1654.7 hPa  mbar Compass: 0 to 360°
Rangos de operación	

Fuente: Cardno, septiembre 2016

Elaborado por: Cardno

Fecha de elaboración: septiembre 2016

### 6.12.1.2 Descripción del Procedimiento de Campo

La medida de la intensidad acústica en decibeles [dB(A)]<sup>12</sup> se realizó mediante la utilización de un sonómetro (decibelímetro), de acuerdo a los siguientes procedimientos técnicos:

#### 6.12.1.2.1 Condiciones Ambientales

Las mediciones no deben efectuarse en condiciones adversas que puedan afectar el proceso de medición por ejemplo: presencia de lluvia, truenos.

El micrófono debe ser protegido con una pantalla protectora contra el viento durante las mediciones.

Las mediciones deben llevarse a cabo, solamente, cuando la velocidad del viento sea igual o menor a 5 m/s.

<sup>12</sup> **Decibel [dB(A)]:** Unidad adimensional utilizada para expresar el logaritmo de la razón entre una cantidad medida y una cantidad de referencia. El decibel es utilizado para describir niveles de presión, de potencia o de intensidad sonora.

#### **6.12.1.2.2 Ubicación del Sonómetro**

El sonómetro deberá estar colocado sobre un trípode a una altura igual o superior a 1,5 m de altura desde el suelo, direccionando el micrófono hacia la fuente con una inclinación de 45 a 90 grados, sobre su plano horizontal. Durante la medición el operador debe estar alejado del equipo al menos 1 metro.

#### **6.12.1.2.3 Mediciones In-Situ**

Se registró para cada uno de los sitios de monitoreo: la hora, las condiciones climáticas, y las principales fuentes generadoras de ruido importantes, durante la medición.

La metodología utilizada para la toma de muestras de ruido fue el *Método de 15 segundos (Leq 15s)*, el cual indica que se debe tomar y reportar un mínimo de 5 muestras, de 15 segundos cada una.

La ubicación exacta de los sitios de medición se estableció mediante un equipo de posicionamiento global de precisión (GPS).

#### **6.12.2 Sitios de Monitoreo**

Los puntos identificados para la realización del monitoreo de ruido ambiente, se encuentran ubicados en el área donde se implementará el proyecto. En la siguiente tabla se detalla la ubicación de los puntos de monitoreo identificados.

Página en blanco

**Tabla 6-33 Ubicación de Puntos de Monitoreo**

UBICACIÓN	PUNTO DE MUESTREO	Coordenadas UTM Datum WGS84 Zona 17 Sur		Coordenadas Geográficas Datum WGS84		INFRAESTRUCTURA POR CONSTRUIR MÁS PRÓXIMA
		Este (m)	Norte (m)	Latitud	Longitud	
Área de terrenos baldíos, con vegetación de matorral espinosa, ubicada aproximadamente a 700 m al sur del proyecto.	PR-03	582604	9702068	2° 41' 42,851" S	80° 15' 24,707" W	Facilidades anexas y Patio de contenedores
Área con vegetación de matorral espinosa, ubicada en el área del proyecto.	PR-04	582406	9702815	2° 41' 18,528" S	80° 15' 31,134" W	Punto de muestreo localizado en el predio de DP World, cerca del área donde se implementará las facilidades anexas, patio de contenedores y sitios de atraque.
Área con vegetación de matorral espinosa, ubicada aproximadamente a 800 m al noroeste del área del proyecto.	PR-LINDERO CAMARONERA	581743	9703295	2° 41' 2,908" S	80° 15' 52,614" W	Punto de monitoreo localizado en el lindero del predio de DP World donde se implementará las facilidades anexas, patio de contenedores y sitios de atraque.
Área con vegetación de matorral espinosa, ubicada aproximadamente a 1000 m al suroeste del área del proyecto.	PR-PCA-SR_CEDENO	581482	9702140	2° 41' 40,528" S	80° 16' 1,044" W	Punto Crítico de Afectación localizado a 1000 m aproximadamente del área donde se construirá facilidades anexas, patio de contenedores y sitios de atraque.
Punto ubicado en alta mar	PR-05_ALTAMAR	582917	9691863	2° 47' 15,189" S	80° 15' 14,364" W	Punto de monitoreo en el área donde se implementará el canal de acceso

Fuente: Cardno, salida de campo, septiembre 2016

Elaborado por: Cardno

Fecha de elaboración: septiembre 2016

Sistema de referencia: UTM WGS 84 17 Sur

Página en blanco

### 6.12.3 Análisis de Resultados

Dentro del área del proyecto se establecieron varios puntos de medición de ruido diurno y nocturno, los cuales se encuentran en el área donde se implementará el proyecto. Los resultados emitidos por el laboratorio (Ver Anexo C.- Respaldos Línea Base\_C.6A.3.3 Ruido) se presentan a continuación:

**Tabla 6-34 Niveles de ruido medidos en horario diurno**

ID	FECHA	HORA	LEQ dB (A)	OBSERVACIONES
PR-03 D	05/09/2016	17:15	34	No se identifica una fuente principal emisora de ruido. Aves e insectos fueron contribuciones adicionales de emisión de ruido.
PR-04 D	05/09/2016	11:45	42	No se identifica una fuente principal emisora de ruido. Aves, insectos y presencia de viento fueron contribuciones adicionales de emisión de ruido.
PR-05_ALTAMAR D	07/09/2016	13:22	56	No se identifica una fuente principal emisora de ruido. Aves, presencia de viento y oleaje fueron contribuciones adicionales de emisión de ruido.
PR-LINDERO_CA MARONERA D	06/09/2016	17:31	35	No se identifica una fuente principal emisora de ruido. Aves, insectos y presencia de viento fueron contribuciones adicionales de emisión de ruido.
PR-PCA_SR_CED EÑO D	06/09/2016	10:52	36	No se identifica una fuente principal emisora de ruido. Aves, insectos y presencia de viento fueron contribuciones adicionales de emisión de ruido.

Fuente: Laboratorio Gruentec, septiembre 2016

Elaborado por: Cardno

Fecha de elaboración: septiembre 2016

**Tabla 6-35 Niveles de ruido medidos en horario nocturno**

ID	Fecha	Hora	LEQ dB (A)	Observaciones
PR-03 N	06/09/2016	22:40	32	No se identifica una fuente principal emisora de ruido. Aves e insectos fueron contribuciones adicionales de emisión de ruido.
PR-04 N	06/09/2016	23:23	42	No se identifica una fuente principal emisora de ruido. Aves e insectos fueron contribuciones adicionales de emisión de ruido.
PR-LINDER O_CAMA RONER A N	06/09/2016	21:23	34	No se identifica una fuente principal emisora de ruido. Aves, insectos y presencia de viento fueron contribuciones adicionales de emisión de ruido.

PR-PCA_SR_CEDENÓN	06/09/2016	22:06	36	No se identifica una fuente principal emisora de ruido. Aves, insectos y presencia de viento fueron contribuciones adicionales de emisión de ruido.
-------------------	------------	-------	----	--

Fuente: Laboratorio Gruentec, septiembre 2016

Elaborado por: Cardno

Fecha de elaboración: septiembre 2016

No se realizó el monitoreo nocturno del punto PR-05\_ALTAMAR, debido que este se encontraba ubicado en alta mar, y las condiciones de seguridad no lo permitían.

#### 6.12.4 Conclusiones

De acuerdo a los resultados obtenidos en los monitoreos tanto diurnos como nocturnos, en la Tabla 6-36 se establece los valores de fondo para cada punto.

**Tabla 6-36 Valores de Ruido de Fondo**

ID	Ubicación	Valor de Fondo (dB (A))	Tipo
PR-03 D	Área de terrenos baldíos, con vegetación de matorral espinosa, ubicada aproximadamente a 700 m al sur del proyecto.	34	Diurno
PR-04 D	Área con vegetación de matorral espinosa, ubicada en el área del proyecto.	42	
PR-05_ALTAMAR D	Punto ubicado en alta mar	56	
PR-LINDERO_CAMARON ERA D	Área con vegetación de matorral espinosa, ubicada aproximadamente a 800 m al noroeste del área del proyecto.	35	
PR-PCA_SR_SEDEÑO D	Área con vegetación de matorral espinosa, ubicada aproximadamente a 1000 m al suroeste del área del proyecto.	36	
PR-03 N	Área de terrenos baldíos, con vegetación de matorral espinosa, ubicada aproximadamente a 700 m al sur del proyecto.	32	Nocturno
PR-04 N	Área con vegetación de matorral espinosa, ubicada en el área del proyecto.	42	
PR-LINDERO_CAMARON ERA N	Área con vegetación de matorral espinosa, ubicada aproximadamente a 800 m al noroeste del área del proyecto.	34	
PR-PCA_SR_SEDEÑO N	Área con vegetación de matorral espinosa, ubicada aproximadamente a 1000 m al suroeste del área del proyecto.	36	

Fuente: Laboratorio Gruentec, septiembre 2016

Elaborado por: Cardno

Fecha de elaboración: septiembre 2016

#### 6.13 Paisaje Natural

Conceptualmente se define al paisaje como una parte del espacio sobre la superficie terrestre que comprende un estudio de las relaciones de los ecosistemas presentes y constituye una entidad reconocible.

La evaluación del paisaje no sólo comprende la interacción de los elementos naturales sino su relación con los elementos antrópicos. El Paisaje es un elemento dinámico, que permanece en continua evolución y transformación aunque ésta no sea perceptible. Su característica dinámica depende de procesos naturales del medio biótico y abiótico y procesos antrópicos, considerando al hombre como un componente elemental de la naturaleza. A pesar de esta influencia las dinámicas a largo plazo tienden a restaurar el equilibrio causado por cambios bruscos y llevar el conjunto a fases más estables (C. Troll-1971; Zonneveld-1979).

### **6.13.1 Metodología de caracterización del paisaje natural**

Para el análisis del paisaje natural de la zona, es necesario tomara en cuenta aquellos componentes propios de la zona que permiten definir y caracterizar los diferentes paisajes naturales. Estos componentes incluyen: geología, geomorfología, suelos, hidrología, vegetación, fauna, uso de terreno, y arqueología.

La metodología empleada en el análisis del paisaje natural de la zona es el método de Canter (Environmental Impact Assessment, 1996, Capítulo 13, Predicción y estudios de impactos visuales) que se basa en información recopilada en campo, a la cual se le da la siguiente valoración: de (3 = alta, 2 = media, 1 = baja 0 = ninguna) y analizando los siguientes componentes:

**Tabla 6-37 Valoración Método de Carter**

Valoración	Ponderación
Alta	3
Media	2
Baja	1
Ninguna	0

Fuente: Cardno, septiembre 2016

Elaborado por: Cardno

Fecha de elaboración: septiembre 2016

#### **6.13.1.1 Estado Natural**

Es una medida que evalúa la cercanía de cada componente al estado natural, sin cambios antropogénicos. Cualitativamente una calificación alta implica que no existen cambios antrópicos significativos, media que hay evidencia de algunos cambios significativos y baja que el componente ha sido visiblemente alterado.

#### **6.13.1.2 Escasez**

Es una medida que evalúa la rareza de un componente estético, dentro del contexto del ambiente donde ocurra. Alta significa que el componente estético no es común en la Región evaluada. Media significa que el componente estético está presente, y no es raro. Baja significa que el componente estético es común.

#### **6.13.1.3 Estética**

Es una medida que evalúa la apreciación y las consideraciones sobre la calidad sensorial del componente (Sentidos), especialmente la capacidad de agrado hacia el observador. Es importante decir que la cuantificación de esta variable es subjetiva ya que dependerá del criterio y conocimiento que tenga el observador sobre el área analizada. Un valor alto significa que el valor visual es considerado muy atractivo. Media significa que el valor visual es considerado atractivo. Baja significa que el valor visual no tiene un valor especial para el observador.

#### 6.13.1.4 **Importancia para la Conservación**

Es una medida que evalúa la importancia para la conservación de la zona, incluyendo su relevancia: turística, histórica, arqueológica, ecológica o de interés arquitectónico. Una calificación cuantitativa alta significa que es un área muy importante para la conservación (como parques nacionales, reservas, bosques protectores). Media significa que es un área importante para la conservación (como pantanos y bosques maduros). Baja significa que son áreas intervenidas.

#### 6.13.2 **Resultados**

En la siguiente tabla se presenta un resumen de la evaluación del Paisaje de la zona de estudio, en la cual se muestra un valor promedio de la valoración considerada por cada especialista.

**Tabla 6-38 Valoración del paisaje natural**

FACTORES	COMPONENTES				
	Geología y Geomorfología	Hidrología	Flora	Fauna	Resumen de Componentes
Estado Natural	1	1	2	1	1,25
Escasez	1	2	2	1	1,5
Estética	1	2	3	3	2,25
Importancia para la Conservación	2	2	3	3	2,5
General	1,25	1,75	2,5	2	1,88

Fuente: Cardno, septiembre 2016

Elaborado por: Cardno

Fecha de elaboración: septiembre 2016

#### 6.13.2.1 **Estado Natural**

El sector estudiado se localiza fisiográficamente en el Gran Paisaje de la costa ecuatoriana y dentro de ella en la región de la Península de Santa Elena. En el área, los paisajes se han formado sobre un patrón estructural del buzamiento de los estratos y plegamiento de las rocas sedimentarias del Miembro Zapotal.

Si bien en el área existen remanentes de vegetación semi desidua, el alto grado de intervención en las cercanías del área del proyecto hacen que el estado natural se califique como 1 (bajo).

En cuanto a hidrología, el área se ubica en el canal del morro y recibe la influencia del estero salado y las descargas y efluentes provenientes de las zonas pobladas de Guayaquil. Esto, sumado al hecho de que la caracterización físico-química del recurso hidrológico del área de estudio mostró rastros de intervención antrópica, hace que el estado natural del componente hidrológico del paisaje natural sea calificado como 1 (bajo).

La Flora en el área del proyecto está conformada por los ecosistemas Manglar de Jama Zapotillo y el Bosque bajo y Arbustal deciduo de Tierras bajas del Jama Zapotillo. El Manglar no se ha visto alterado significativamente por actividades antrópicas, a excepción del aprovechamiento de recursos no maderables a una escala artesanal su estado de conservación permanece cercano a su condición natural. Por otro lado, el caso Bosque bajo y Arbustal deciduo es un ecosistema altamente degradado de forma general, ya que ha sufrido presiones antrópicas desde hace mucho tiempo, por la expansión de la frontera agrícola y la urbanización de sus territorios. De esta forma el estado natural de la flora se ha valorado como 2 (Medio).

La fauna es una función del estado de conservación de las formaciones vegetales, si bien en el Manglar se conserva su composición de fauna casi inalterada, la afectación en el medio Acuático (Canal el Morro) y Bosque bajo y arbustal deciduo es considerable, por tanto se ha valorado como 1 (Bajo).

#### **6.13.2.2 Escasez**

Las geoformas y tipos de paisaje del área de estudio comprenden la mayor parte del Gran Paisaje de la costa ecuatoriana y no son únicas ni en temas geomorfológicos ni hidrológicos, por el contrario son comunes. En el tema específico de hidrología, debido a escasez de agua en los ecosistemas costeros secos se ha dado una mayor importancia al recurso hídrico; es por ello que se le da una valoración de 1 (Bajo) a la geomorfología y un valor de 2 (medio) a la hidrología.

La extensión del ecosistema Manglar se ha reducido considerablemente des la década de los setenta (Cornejo, 2014), sin embargo, ahora se ve protegido por un esfuerzos de conservación y una legislación particular. Por otro lado Bosque bajo y arbustal deciduo, presenta una fisionomía restringida a la región Costa desde Manabí hasta El Oro, por lo cual se ha valorado con 2 (Media).

La fauna más conspicua en el área del proyecto está representada por las aves marinas que son comunes en toda la costa tropical del Pacífico, por lo que se ha valorado con 1 (Baja).

#### **6.13.2.3 Estética**

Debido al alto grado de intervención en el área, la geomorfología no se considera estética y ha sido calificada como 1 (Bajo), mientras la presencia del océano presenta un contraste entre la parte continental y marina, sumado a su potencial atractivo turístico, resulta interesante su apreciación, esto da una valoración de 2 (Medio).

Las fisionomías de los ecosistemas presentes en el área del proyecto muestran una estructura particular y llamativa, esto se debe a las características que presentan las especies como adaptación al medio, por lo que se ha valorado con 3 (Alta) tanto para Flora como para Fauna.

#### **6.13.2.4 Importancia para la Conservación**

La demanda creciente por agua y suelo utilizable provoca que cada día se busque formas de optimización y preservación de estos recursos, por tal motivo es importante la conservación de esta área, teniendo así una calificación 2 (Media) para ambos criterios.

Como se mencionó antes, tanto el Manglar como el Bosque bajo Arbustal deciduo, han sufrido presiones antrópicas graves. La composición de especies de Flora y Fauna para estos ecosistemas no es común y altamente especializada; de esta forma tanto para Flora como para la Fauna se ha valorado con 3 (Alta).

Página en blanco