

 SOCIEDAD PORTUARIA REGIONAL DE BUENAVENTURA S.A.	Actualización del Plan de Manejo Ambiental para las Obras de Dragado de Profundización del Canal de Acceso al Puerto de Buenaventura	Página 1 de 45
---	---	---------------------------

4. Demanda uso y afectación de recursos

	Actualización del Plan de Manejo Ambiental para las Obras de Dragado de Profundización del Canal de Acceso al Puerto de Buenaventura	Página 2 de 45
---	---	---

CAPÍTULO 4

DEMANDA USO Y AFECTACION DE RECURSOS NATURALES

4.1 AGUAS SUPERFICIALES	4
4.2 Aguas subterráneas	5
4.3 Vertimientos	5
4.4 Ocupación de cauces	40
4.5 Materiales de construcción	41
4.6 Aprovechamiento forestal	41
4.7 Emisiones atmosféricas	41
4.8 Residuos sólidos	42

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 4-1– Esquema de ubicación sitios de monitoreo	10
Figura 4-2Comparación resultados metales en sedimentos con norma EPA	27
Figura 4-3Comparación resultados calidad de agua con norma	29
Figura 4-4Comparación resultados calidad de sedimentos con norma	30
Figura 4-5Dispersión de la temperatura del agua desde el canal de dragado según el modelo matemático	33
Figura 4-6Dispersión de la temperatura del agua desde el canal de dragado al botadero	33
Figura 4-7Dispersión del OD del agua del agua desde el canal de dragado según el modelo matemático.	34
Figura 4-8. Dispersión del OD del agua desde el canal de dragado al botadero	35
Figura 4-9 Dispersión de los SST del agua desde el canal de dragado según el modelo matemático	35
Figura 4-10 Dispersión de los SST (mg/l) del agua desde el canal de dragado al botadero	36
Figura 4-11Dispersión del Hg del agua desde el canal de dragado según el modelo matemático	37
Figura 4-12 Dispersión del Hg (µg/l) del agua desde el canal de dragado al botadero	37
Figura 4-13 Dispersión del Pb del agua desde el canal de dragado según el modelo matemático	38
Figura 4-14 Dispersión del Pb (µg/l) del agua desde el canal de dragado al botadero	39
Figura 4-15 Dispersión del Cd del agua desde el canal de dragado según el modelo matemático	39
Figura 4-16 Dispersión del Cd (µg/l) del agua desde el canal de dragado al botadero	40
Figura 4-17 Niveles de altura del botadero en transecto 1	44
Figura 4-18 Niveles de altura del botadero en transecto 2	44
Figura 4-19 Niveles de altura del botadero en transecto 3	45

	Actualización del Plan de Manejo Ambiental para las Obras de Dragado de Profundización del Canal de Acceso al Puerto de Buenaventura	Página 3 de 45
---	---	-------------------------------------

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 4-1 Demanda de agua superficial del proceso de dragado	4
Tabla 4-2 Generación de vertidos en el proceso de dragado	5
Tabla 4-3– Resumen de las actividades realizadas durante el monitoreo previo al dragado.	8
Tabla 4-4– Parámetros de Campo durante el monitoreo previo al dragado.....	9
Tabla 4-5– Registro de Laboratorio Material a Dragar	10
Tabla 4-6– Registro de Laboratorio calidad de agua 1 marea baja durante el monitoreo previo al dragado.	11
Tabla 4-7– Registro de Laboratorio calidad de agua 2 marea baja durante el monitoreo previo al dragado.	12
Tabla 4-8– Registro de Laboratorio calidad de agua 3 marea baja durante el monitoreo previo al dragado.	13
Tabla 4-9– Registro de Laboratorio calidad de agua 1 Marea Alta durante el monitoreo previo al dragado.....	14
Tabla 4-10– Registro de Laboratorio calidad de agua 2 Marea Alta durante el monitoreo previo al dragado.	15
Tabla 4-11– Registro de Laboratorio calidad de agua 3 marea Alta durante el monitoreo previo al dragado.	16
Tabla 4-12– Registro de Laboratorio calidad de Sedimentos durante el monitoreo previo al dragado.....	17
Tabla 4-13– Registro de Laboratorio Calidad de Agua Durante el Dragado Marea Baja.	17
Tabla 4-14– Registro de Laboratorio Calidad de Agua Durante el Dragado Marea Alta.	18
Tabla 4-15– Registro de Laboratorio Calidad de Sedimentos Durante el Dragado.	19
Tabla 4-16– Registro de Laboratorio calidad de agua 1 marea baja posterior al dragado.....	20
Tabla 4-17– Registro de Laboratorio calidad de agua 2 marea baja durante el monitoreo posterior al dragado. ...	21
Tabla 4-18– Registro de Laboratorio calidad de agua 3 marea baja durante el monitoreo posterior al dragado. ...	22
Tabla 4-19– Registro de Laboratorio calidad de agua 1 Marea Alta durante el monitoreo posterior al dragado. ...	23
Tabla 4-20– Registro de Laboratorio calidad de agua 2 Marea Alta durante el monitoreo posterior al dragado. ...	24
Tabla 4-21– Registro de Laboratorio calidad de agua 3 marea Alta durante el monitoreo posterior al dragado. ...	25
Tabla 4-22– Registro de Laboratorio calidad de Sedimentos durante el monitoreo posterior al dragado.....	26
Tabla 4-23 Estimado de emisiones atmosféricas por funcionamiento de la draga	41
Tabla 4-24 Generación de residuos sólidos del proceso de dragado	42

4.1 AGUAS SUPERFICIALES

En la Tabla 4-1 se relaciona el proceso de dragado con la demanda de agua y la posible fuente de aporte.

Tabla 4-1 Demanda de agua superficial del proceso de dragado

Actividad	Demanda de agua	Fuente
Transporte de equipo o Draga al sitio de faena	Consumo de agua del personal que opera los equipos.	Agua de consumo humano se tomará del acueducto del municipio de Buenaventura Para el lavado de equipos de usará el agua marina.
Instalación y puesta en marcha en la faena de dragado	Consumo de agua del personal que opera los equipos.	
Corte de material y succión	Consumo de agua del personal que opera los equipos. Agua de lavado de equipos	
Almacenamiento en depósito de la draga.	Consumo de agua del personal que opera los equipos. Agua de lavado de equipos.	
Disposición de draga para transporte a botadero	Consumo de agua del personal que opera los equipos. Agua de lavado de equipos.	
Transporte de material a botadero	Consumo de agua del personal que opera los equipos.	
Liberación del material dragado	Consumo de agua del personal que opera los equipos. Agua de lavado de equipos.	

Los cuerpos de agua que se utilizarán son:

El acueducto de Buenaventura se abastece del río Escalerete.

El agua de la bahía donde se ubica el dragado estará localizada a lo largo del canal navegable y la zona de atraque del puerto de Buenaventura.

4.2 Aguas subterráneas

El proceso de dragado no utilizará aguas subterráneas.

4.3 Vertimientos

En la Tabla 4-2 se relaciona el proceso de dragado con la generación de vertimientos líquidos y su tratamiento.

Tabla 4-2 Generación de vertidos en el proceso de dragado

Actividad	Vertimiento	Tratamiento
Transporte de equipo o Draga al sitio de faena	Actividades domésticas del personal a cargo del dragado. Aguas de sentinas de la embarcación	Está prohibido arrojar aguas servidas en la bahía.
Instalación y puesta en marcha de la faena de dragado	Actividades domésticas del personal a cargo del dragado. Aguas de sentinas de la embarcación	
Corte de material y succión	Actividades domésticas del personal a cargo del dragado. Aguas de sentinas de la embarcación	

 SOCIEDAD PORTUARIA REGIONAL DE BUENAVENTURA S.A.	Actualización del Plan de Manejo Ambiental para las Obras de Dragado de Profundización del Canal de Acceso al Puerto de Buenaventura	Página 6 de 45
---	---	---------------------------

Tabla 4-2 Generación de vertidos en el proceso de dragado (Continuación)

Actividad	Vertimiento	Tratamiento
Almacenamiento en depósito de la draga.	Actividades domésticas del personal a cargo del dragado. Aguas de sentinas de la embarcación	Está prohibido arrojar aguas servidas en la bahía.
Disposición de draga para transporte a botadero	Actividades domésticas del personal a cargo del dragado. Aguas de sentinas de la embarcación	
Transporte de material a botadero	Actividades domésticas del personal a cargo del dragado. Aguas de sentinas de la embarcación	
Liberación del material dragado	Actividades domésticas del personal a cargo del dragado. Aguas de sentinas de la embarcación	

	Actualización del Plan de Manejo Ambiental para las Obras de Dragado de Profundización del Canal de Acceso al Puerto de Buenaventura	Página 7 de 45
---	---	-------------------------------------

La draga a utilizarse contará con sistema de tratamiento de sus aguas residuales, generando un efluente que cumpla con la norma colombiana, la cual a la fecha es la siguiente: Artículo 72, del Decreto 1594 de 1984, vigente transitoriamente según Decreto 3930 de 2010.

REFERENCIA	USUARIO EXISTENTE	USUARIO NUEVO
pH	5 a 9 unidades	5 a 9 unidades
Temperatura	$\leq 40^{\circ}\text{C}$	$\leq 40^{\circ}\text{C}$
Material flotante	Ausente	Ausente
Grasas y aceites	Remocion $\geq 80\%$ en carga	Remocion $\geq 80\%$ en carga
Solidos suspendidos, domesticos o industriales.	Remocion $\geq 50\%$ en carga	Remocion $\geq 80\%$ en carga

Igualmente se debe consultar el Convenio internacional para prevenir la contaminación por los buques del 2 de Noviembre 1973 Convenio MARPOL, (Con el protocolo de Londres del 17 de Febrero de 1978 y Enmiendas posteriores), Anexo IV Reglas para prevenir la contaminación por las aguas sucias de los buques.

	Actualización del Plan de Manejo Ambiental para las Obras de Dragado de Profundización del Canal de Acceso al Puerto de Buenaventura	Página 8 de 45
---	---	---------------------------------

Durante las faenas de dragado, se realizaron monitoreos de agua de la bahía en 16 estaciones, distribuidas entre la zona de atraque, el canal navegable y el sitio de botadero. A continuación se presentan los resultados de los monitoreos realizados en 2010.

RESULTADOS DE MONITOREOS DE CALIDAD DE AGUA Y SEDIMENTOS EN FAENAS DE DRAGADO DURANTE EL AÑO 2010

Tabla 4-3– Resumen de las actividades realizadas durante el monitoreo previo al dragado.

Empresa	Sociedad Portuaria Regional de Buenaventura S.A.	
Fecha de Monitoreos	Abril 05 - 07 de 2010	
Actividad realizada	Monitoreo ambiental de la calidad de material a dragar, aguas y sedimentos antes del dragado de mantenimiento en la zona de muelles y maniobras de la SPRBun S.A.	
Consultoría Ambiental	DBO Ingeniería Ltda.	
Puntos de Monitoreo		
Estación	Coordenadas Polares	
	N (Norte)	W (Occidente)
Botadero E1	03°46'00"	77°21'00"
Botadero E2*	03°46'29.8"	77°21'11.9"
Norte del botadero E3	03°48'59.6"	77°21'17.9"
Botadero E4	03°48'14.6"	77°22'05.6"
Frente a punta barca E5*	03°49'58.5"	77°23'05.2"
Norte punta barca E6	03°51'13.0"	77°24'19.7"
Frente ensenada del tigre E7	03°53'27.1"	77°25'04.4"
Frente a bahía Málaga punta Magdalena E8*	03°55'11.4"	77°27'03.7"
Norte de punta Magdalena E9*	03°56'55.8"	77°28'33.1"
Sur de las bocas del San Juan E10	03°58'55.0"	77°31'02.1"
Occidente de las bocas del San Juan E11*	03°59'24.8"	77°37'29.6"
Frente a Isla Palma E12	03°54'26.7"	77°22'35.4"
Frente al Botadero E13*	03°46'59.6"	77°19'23.1"
Sur del Botadero E14	03°45'29.4"	77°20'54.0"
Sur del Botadero E15	03°45'31.2"	77°19'35.0"
Frente a Punta Piedra E16	03°52'57.3"	77°27'03.7"

*Estaciones con control previo al Dragado.

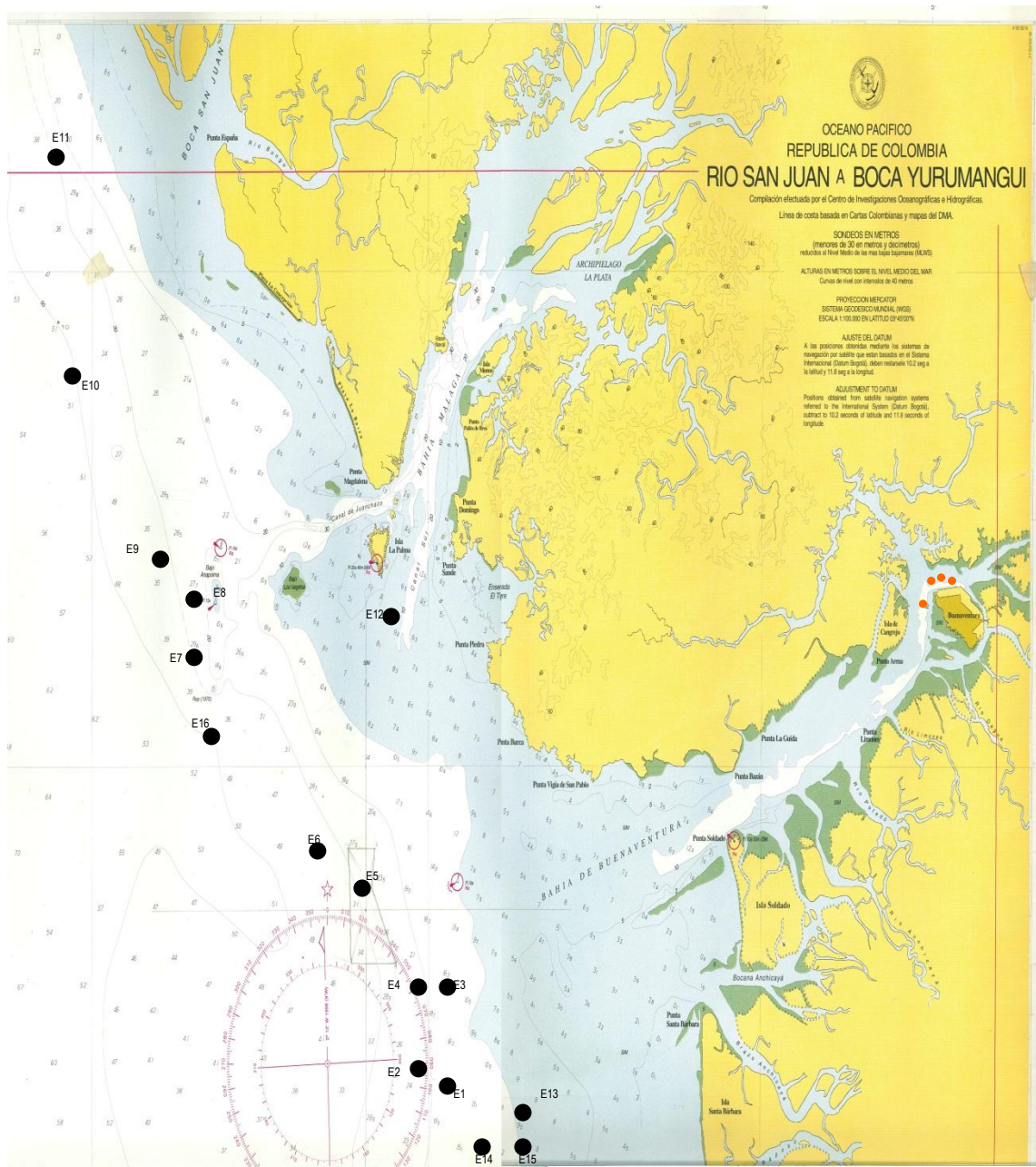
	Actualización del Plan de Manejo Ambiental para las Obras de Dragado de Profundización del Canal de Acceso al Puerto de Buenaventura	Página 9 de 45
---	---	---------------------------------

Adicionalmente a las estaciones fijadas en el PMA, los consultores determinaron cuatro estaciones para realizar una caracterización previa de la calidad fisicoquímica del material a dragar.

Frente a Muelle Petrolero	03°53'35.8"	77°03'54.4"
Frente a Muelle granelero	03°53'7.5"	77°04'56.9"
Frente a la Bodega 3	03°53'42.0"	77°04'32.8"
Zona de Fondeo	03°53'39.2"	77°05'10.4"

Tabla 4-4— Parámetros de Campo durante el monitoreo previo al dragado.

Parámetros de campo muestras de agua zona de Muelles y maniobras – SPRBun. S.A.				
Estación	pH		Temperatura	
	Sup	75%	Sup	75%
Botadero E1	7.4	7.4	28.4	28.2
Botadero E2	7.5	7.4	28.2	28.0
Norte del botadero E3	7.5	7.4	29.0	28.9
Botadero E4	7.6	7.4	29.1	28.7
Frente a punta barca E5	7.5	7.3	29.5	29.1
Norte punta barca E6	7.3	7.3	28.6	28.3
Frente ensenada del tigre E7	7.7	7.5	28.4	28.4
F. bahía Málaga punta Magdalena E8	7.2	7.3	29.5	29.1
Norte de punta Magdalena E9	7.4	7.3	29.1	29.0
Sur de las bocas del San Juan E10	7.6	7.5	29.3	28.5
Occid de las bocas del San Juan E11	7.8	7.8	28.9	28.3
Frente a Isla Palma E12	7.2	7.4	28.9	28.7
Frente al Botadero E13	7.6	7.3	28.7	28.5
Sur del Botadero E14	7.5	7.5	29.0	28.8
Sur del Botadero E15	7.5	7.3	29.1	28.7
Frente a Punta Piedra E16	7.7	7.4	28.6	28.6



● Sitios de Monitoreo del Material a Dragar ● Estaciones de monitoreo

Figura 4-1– Esquema de ubicación sitios de monitoreo

Tabla 4-5– Registro de Laboratorio Material a Dragar

Parámetro	Estación 1	Estación 2	Estación 3	Estación 4
pH (und)	6.92	7.00	6.88	6.90
Hg (mg/Kg)	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
Cr +6 (mg/Kg)	7.01	4.33	5.12	4.99
Cu (mg/Kg)	35.8	31.44	41.8	61.2
Cd (mg/Kg)	0.19	0.08	0.04	<0.01
Pb (mg/Kg)	0.094	0.068	<0.066	<0.066
Zn (mg/Kg)	46.0	54.9	49.6	42.8
Hidrocarburos %	0.04	0.01	0.02	0.02
Carbono Orgánico Total %	2.98	4.75	5.04	2.60
Sulfuro Acido Volátil	3.01	2.96	3.17	2.88
Calcio (mg/Kg)	4.58	8.97	9.15	5.44

Tabla 4-6– Registro de Laboratorio calidad de agua 1 marea baja durante el monitoreo previo al dragado.

Estación	Parámetro											
	OD (mg/L)		Hg (mg/L)		Pb (mg/L)		Cd (mg/L)		Cr +6 (mg/L)		SST (mg/L)	
	Sup	75%	Sup	75%	Sup	75%	Sup	75%	Sup	75%	Sup	75%
Botadero E1	Se valora durante el Dragado										21.3	26.3
Botadero E2	4.8	4.8	<0.001	<0.001	<0.066	<0.066	<0.01	<0.01	<0.2	<0.2	20.6	25.4
Norte del botadero E3	Se valora durante el Dragado										22.5	22.9
Botadero E4	Se valora durante el Dragado										26.5	28.0
Frente a punta barca E5	5.0	4.9	<0.001	<0.001	<0.066	<0.066	<0.01	<0.01	<0.2	<0.2	19.5	22.3
Norte punta barca E6	Se valora durante el Dragado										18.7	22.1
F. ensenada del tigre E7	Se valora durante el Dragado										22.6	25.6
F. pta Magdalena E8	5.2	5.2	<0.001	<0.001	<0.066	<0.066	<0.01	<0.01	<0.2	<0.2	24.5	24.3
N. de punta Magdalena E9	5.1	5.0	<0.001	<0.001	<0.066	<0.066	<0.01	<0.01	<0.2	<0.2	16.8	18.0
Sur bocas del San Juan E10	Se valora durante el Dragado										19.5	19.9
Occi bocas San Juan E11	5.3	5.0	<0.001	<0.001	<0.066	<0.066	<0.01	<0.01	<0.2	<0.2	15.6	20.3
Frente a Isla Palma E12	Se valora durante el Dragado										18.9	21.3
Frente al Botadero E13	5.0	4.8	<0.001	<0.001	<0.066	<0.066	<0.01	<0.01	<0.2	<0.2	22.2	26.9
Sur del Botadero E14	Se valora durante el Dragado										13.6	14.7
Sur del Botadero E15	Se valora durante el Dragado										19.8	20.1
Frente a Punta Piedra E16	Se valora durante el Dragado										17.6	19.8

Tabla 4-7– Registro de Laboratorio calidad de agua 2 marca baja durante el monitoreo previo al dragado.

Estación	Parámetro											
	OD (mg/L)		Hg (mg/L)		Pb (mg/L)		Cd (mg/L)		Cr +6 (mg/L)		SST (mg/L)	
	Sup	75%	Sup	75%	Sup	75%	Sup	75%	Sup	75%	Sup	75%
Botadero E1	Se valora durante el Dragado										22.7	26.0
Botadero E2	4.8	4.7	<0.001	<0.001	<0.066	<0.066	<0.01	<0.01	<0.2	<0.2	21.8	23.8
Norte del botadero E3	Se valora durante el Dragado										20.9	23.1
Botadero E4	Se valora durante el Dragado										24.8	25.9
Frente a punta barca E5	4.9	4.9	<0.001	<0.001	<0.066	<0.066	<0.01	<0.01	<0.2	<0.2	19.2	22.5
Norte punta barca E6	Se valora durante el Dragado										18.0	21.7
F. ensenada del tigre E7	Se valora durante el Dragado										21.1	21.9
F. pta Magdalena E8	5.1	5.0	<0.001	<0.001	<0.066	<0.066	<0.01	<0.01	<0.2	<0.2	20.9	25.9
N. de punta Magdalena E9	5.0	5.0	<0.001	<0.001	<0.066	<0.066	<0.01	<0.01	<0.2	<0.2	16.5	20.2
Sur bocas del San Juan E10	Se valora durante el Dragado										19.3	19.8
Occi bocas San Juan E11	5.2	5.1	<0.001	<0.001	<0.066	<0.066	<0.01	<0.01	<0.2	<0.2	16.9	22.4
Frente a Isla Palma E12	Se valora durante el Dragado										17.3	25.8
Frente al Botadero E13	4.9	4.8	<0.001	<0.001	<0.066	<0.066	<0.01	<0.01	<0.2	<0.2	21.7	23.3
Sur del Botadero E14	Se valora durante el Dragado										15.0	16.0
Sur del Botadero E15	Se valora durante el Dragado										16.8	19.5
Frente a Punta Piedra E16	Se valora durante el Dragado										13.4	17.3

Tabla 4-8– Registro de Laboratorio calidad de agua 3 marca baja durante el monitoreo previo al dragado.

Estación	Parámetro											
	OD (mg/L)		Hg (mg/L)		Pb (mg/L)		Cd (mg/L)		Cr +6 (mg/L)		SST (mg/L)	
	Sup	75%	Sup	75%	Sup	75%	Sup	75%	Sup	75%	Sup	75%
Botadero E1	Se valora durante el Dragado										23.2	26.1
Botadero E2	5.0	5.1	<0.001	<0.001	<0.066	<0.066	<0.01	<0.01	<0.2	<0.2	21.0	24.8
Norte del botadero E3	Se valora durante el Dragado										25.8	26.9
Botadero E4	Se valora durante el Dragado										24.3	25.6
Frente a punta barca E5	5.1	5.0	<0.001	<0.001	<0.066	<0.066	<0.01	<0.01	<0.2	<0.2	22.3	24.0
Norte punta barca E6	Se valora durante el Dragado										17.5	21.5
F. ensenada del tigre E7	Se valora durante el Dragado										23.8	27.1
F. pta Magdalena E8	5.1	5.1	<0.001	<0.001	<0.066	<0.066	<0.01	<0.01	<0.2	<0.2	25.1	28.0
N. de punta Magdalena E9	5.2	5.1	<0.001	<0.001	<0.066	<0.066	<0.01	<0.01	<0.2	<0.2	19.4	20.0
Sur bocas del San Juan E10	Se valora durante el Dragado										21.3	23.9
Occi bocas San Juan E11	5.3	5.2	<0.001	<0.001	<0.066	<0.066	<0.01	<0.01	<0.2	<0.2	17.6	22.4
Frente a Isla Palma E12	Se valora durante el Dragado										19.6	21.3
Frente al Botadero E13	5.3	5.0	<0.001	<0.001	<0.066	<0.066	<0.01	<0.01	<0.2	<0.2	24.6	25.8
Sur del Botadero E14	Se valora durante el Dragado										18.4	19.6
Sur del Botadero E15	Se valora durante el Dragado										23.6	24.1
Frente a Punta Piedra E16	Se valora durante el Dragado										15.6	18.6

Tabla 4-9– Registro de Laboratorio calidad de agua 1 Marea Alta durante el monitoreo previo al dragado.

Estación	Parámetro											
	OD (mg/L)		Hg (mg/L)		Pb (mg/L)		Cd (mg/L)		Cr +6 (mg/L)		SST (mg/L)	
	Sup	75%	Sup	75%	Sup	75%	Sup	75%	Sup	75%	Sup	75%
Botadero E1	Se valora durante el Dragado										26.3	28.4
Botadero E2	5.3	5.2	<0.001	<0.001	<0.066	<0.066	<0.01	<0.01	<0.2	<0.2	22.2	27.3
Norte del botadero E3	Se valora durante el Dragado										27.4	29.4
Botadero E4	Se valora durante el Dragado										25.0	30.2
Frente a punta barca E5	5.3	5.2	<0.001	<0.001	<0.066	<0.066	<0.01	<0.01	<0.2	<0.2	22.8	29.8
Norte punta barca E6	Se valora durante el Dragado										20.9	27.5
F. ensenada del tigre E7	Se valora durante el Dragado										22.2	23.4
F. pta Magdalena E8	5.2	5.2	<0.001	<0.001	<0.066	<0.066	<0.01	<0.01	<0.2	<0.2	20.2	26.6
N. de punta Magdalena E9	5.4	5.0	<0.001	<0.001	<0.066	<0.066	<0.01	<0.01	<0.2	<0.2	18.5	24.9
Sur bocas del San Juan E10	Se valora durante el Dragado										20.2	28.7
Occi bocas San Juan E11	5.4	5.2	<0.001	<0.001	<0.066	<0.066	<0.01	<0.01	<0.2	<0.2	20.4	27.9
Frente a Isla Palma E12	Se valora durante el Dragado										17.5	23.1
Frente al Botadero E13	5.1	5.1	<0.001	<0.001	<0.066	<0.066	<0.01	<0.01	<0.2	<0.2	22.3	29.1
Sur del Botadero E14	Se valora durante el Dragado										20.3	25.0
Sur del Botadero E15	Se valora durante el Dragado										24.9	28.3
Frente a Punta Piedra E16	Se valora durante el Dragado										21.3	26.1

Tabla 4-10– Registro de Laboratorio calidad de agua 2 Marea Alta durante el monitoreo previo al dragado.

Estación	Parámetro											
	OD (mg/L)		Hg (mg/L)		Pb (mg/L)		Cd (mg/L)		Cr +6 (mg/L)		SST (mg/L)	
	Sup	75%	Sup	75%	Sup	75%	Sup	75%	Sup	75%	Sup	75%
Botadero E1	Se valora durante el Dragado										29.6	32.5
Botadero E2	5.3	5.3	<0.001	<0.001	<0.066	<0.066	<0.01	<0.01	<0.2	<0.2	25.2	30.7
Norte del botadero E3	Se valora durante el Dragado										30.2	33.6
Botadero E4	Se valora durante el Dragado										30.0	34.5
Frente a punta barca E5	5.4	5.1	<0.001	<0.001	<0.066	<0.066	<0.01	<0.01	<0.2	<0.2	25.6	30.1
Norte punta barca E6	Se valora durante el Dragado										24.3	26.8
F. ensenada del tigre E7	Se valora durante el Dragado										19.9	27.1
F. pta Magdalena E8	5.3	5.2	<0.001	<0.001	<0.066	<0.066	<0.01	<0.01	<0.2	<0.2	22.8	24.6
N. de punta Magdalena E9	5.4	5.3	<0.001	<0.001	<0.066	<0.066	<0.01	<0.01	<0.2	<0.2	21.9	29.7
Sur bocas del San Juan E10	Se valora durante el Dragado										25.8	27.6
Occi bocas San Juan E11	5.3	5.2	<0.001	<0.001	<0.066	<0.066	<0.01	<0.01	<0.2	<0.2	23.9	25.0
Frente a Isla Palma E12	Se valora durante el Dragado										19.6	26.6
Frente al Botadero E13	5.2	5.0	<0.001	<0.001	<0.066	<0.066	<0.01	<0.01	<0.2	<0.2	24.2	28.1
Sur del Botadero E14	Se valora durante el Dragado										20.6	24.7
Sur del Botadero E15	Se valora durante el Dragado										29.8	30.9
Frente a Punta Piedra E16	Se valora durante el Dragado										20.7	23.3

Tabla 4-11– Registro de Laboratorio calidad de agua 3 marea Alta durante el monitoreo previo al dragado.

Estación	Parámetro											
	OD (mg/L)		Hg (mg/L)		Pb (mg/L)		Cd (mg/L)		Cr +6 (mg/L)		SST (mg/L)	
	Sup	75%	Sup	75%	Sup	75%	Sup	75%	Sup	75%	Sup	75%
Botadero E1	Se valora durante el Dragado										27.5	30.6
Botadero E2	5.1	5.1	<0.001	<0.001	<0.066	<0.066	<0.01	<0.01	<0.2	<0.2	23.6	29.9
Norte del botadero E3	Se valora durante el Dragado										30.9	34.1
Botadero E4	Se valora durante el Dragado										34.6	38.6
Frente a punta barca E5	5.4	5.3	<0.001	<0.001	<0.066	<0.066	<0.01	<0.01	<0.2	<0.2	23.6	28.0
Norte punta barca E6	Se valora durante el Dragado										27.8	30.7
F. ensenada del tigre E7	Se valora durante el Dragado										20.9	22.4
F. pta Magdalena E8	5.2	5.0	<0.001	<0.001	<0.066	<0.066	<0.01	<0.01	<0.2	<0.2	25.1	28.5
N. de punta Magdalena E9	5.2	5.3	<0.001	<0.001	<0.066	<0.066	<0.01	<0.01	<0.2	<0.2	23.7	27.5
Sur bocas del San Juan E10	Se valora durante el Dragado										22.5	27.6
Occi bocas San Juan E11	5.0	5.1	<0.001	<0.001	<0.066	<0.066	<0.01	<0.01	<0.2	<0.2	25.0	27.8
Frente a Isla Palma E12	Se valora durante el Dragado										18.4	22.2
Frente al Botadero E13	5.1	5.0	<0.001	<0.001	<0.066	<0.066	<0.01	<0.01	<0.2	<0.2	23.6	25.2
Sur del Botadero E14	Se valora durante el Dragado										21.9	25.1
Sur del Botadero E15	Se valora durante el Dragado										24.5	31.4
Frente a Punta Piedra E16	Se valora durante el Dragado										20.0	25.2

	Actualización del Plan de Manejo Ambiental para las Obras de Dragado de Profundización del Canal de Acceso al Puerto de Buenaventura	Página 17 de 45
---	---	----------------------------------

Tabla 4-12– Registro de Laboratorio calidad de Sedimentos durante el monitoreo previo al dragado.

Estación	Parámetro					
	Materia Orgánica %	Hg (mg/Kg)	Pb (mg/Kg)	Cd (mg/Kg)	Fosforo (mg/Kg)	Nitrógeno (mg/Kg)
Botadero E2	4.27	0.002	1.19	0.12	20.19	6.30
Frente a punta barca E5	3.21	<0.001	0.98	0.08	22.33	5.11
F. pta Magdalena E8	3.66	<0.001	0.77	0.05	20.89	3.04
N. de punta Magdalena E9	2.58	<0.001	0.84	<0.01	17.56	3.11
Occi bocas San Juan E11	2.47	<0.001	<0.066	<0.01	15.69	2.98
Frente al Botadero E13	5.06	0.001	3.68	0.09	25.10	6.31

Tabla 4-13– Registro de Laboratorio Calidad de Agua Durante el Dragado Marea Baja.

Estación	Parámetro											
	OD (mg/L)		Hg (ug/L)		Pb (ug/L)		Cd (ug/L)		Cr +6 (mg/L)		SST (mg/L)	
	Sup	75%	Sup	75%	Sup	75%	Sup	75%	Sup	75%	Sup	75%
Botadero E1	4.8	4.8	<0.001	<0.001	0.74	0.83	0.58	0.57	<0.2	<0.2	179.0	203.4
Botadero E2	4.9	4.7	<0.001	<0.001	0.86	0.81	0.62	0.63	<0.2	<0.2	157.6	170.9
Norte del botadero E3	5.2	5.0	<0.001	<0.001	<0.59	<0.59	0.69	0.74	<0.2	<0.2	160.1	164.8
Botadero E4	5.3	5.3	<0.001	<0.001	<0.59	<0.59	<0.52	0.72	<0.2	<0.2	103.6	145.5
Frente a punta barca E5	5.3	5.1	<0.001	<0.001	<0.59	<0.59	<0.52	<0.52	<0.2	<0.2	57.4	63.6
Norte punta barca E6	4.9	5.0	<0.001	<0.001	<0.59	<0.59	0.56	0.58	<0.2	<0.2	63.9	68.0
F. ensenada del tigre E7	5.5	5.4	<0.001	<0.001	<0.59	<0.59	<0.52	<0.52	<0.2	<0.2	45.7	52.4
F. pta Magdalena E8	5.6	5.1	<0.001	<0.001	<0.59	<0.59	<0.52	<0.52	<0.2	<0.2	40.3	47.9
N. de punta Magdalena E9	5.7	5.3	<0.001	<0.001	<0.59	<0.59	<0.52	<0.52	<0.2	<0.2	38.9	40.8
Sur bocas de San Juan E10	5.9	5.5	<0.001	<0.001	<0.59	<0.59	0.54	0.59	<0.2	<0.2	37.0	43.6
Occi bocas San Juan E11	5.6	5.4	<0.001	<0.001	<0.59	<0.59	<0.52	<0.52	<0.2	<0.2	41.5	49.5
Frente a Isla Palma E12	5.8	5.3	<0.001	<0.001	<0.59	<0.59	<0.52	<0.52	<0.2	<0.2	40.6	47.6
Frente al Botadero E13	5.6	5.5	<0.001	<0.001	<0.59	<0.59	0.67	0.87	<0.2	<0.2	63.9	65.0
Sur del Botadero E14	5.5	5.1	<0.001	<0.001	<0.59	0.60	0.75	0.75	<0.2	<0.2	58.9	63.4
Sur del Botadero E15	5.0	4.8	<0.001	<0.001	0.61	0.64	0.60	0.66	<0.2	<0.2	75.3	81.5
Frente a Punta Piedra E16	5.2	5.0	<0.001	<0.001	<0.59	<0.59	0.55	0.61	<0.2	<0.2	33.9	47.9

Tabla 4-14– Registro de Laboratorio Calidad de Agua Durante el Dragado Marea Alta.

Estación	Parámetro											
	OD (mg/L)		Hg (ug/L)		Pb (ug/L)		Cd (ug/L)		Cr +6 (mg/L)		SST (mg/L)	
	Sup	75%	Sup	75%	Sup	75%	Sup	75%	Sup	75%	Sup	75%
Botadero E1	5.0	4.9	<0.001	<0.001	<0.59	0.63	0.67	0.71	<0.2	<0.2	145.6	157.6
Botadero E2	5.1	5.0	<0.001	<0.001	0.65	0.65	0.55	0.76	<0.2	<0.2	137.9	140.5
Norte del botadero E3	5.2	5.0	<0.001	<0.001	<0.59	<0.59	0.69	0.78	<0.2	<0.2	142.0	145.6
Botadero E4	5.5	5.3	<0.001	<0.001	<0.59	<0.59	<0.52	<0.52	<0.2	<0.2	146.8	151.5
Frente a punta barca E5	5.8	5.6	<0.001	<0.001	<0.59	<0.59	<0.52	<0.52	<0.2	<0.2	77.6	78.8
Norte punta barca E6	5.7	5.5	<0.001	<0.001	<0.59	<0.59	<0.52	<0.52	<0.2	<0.2	67.8	70.3
F. ensenada del tigre E7	5.6	5.6	<0.001	<0.001	<0.59	<0.59	<0.52	<0.52	<0.2	<0.2	70.6	77.4
F. pta Magdalena E8	5.5	5.2	<0.001	<0.001	<0.59	<0.59	<0.52	<0.52	<0.2	<0.2	54.7	64.8
N. de punta Magdalena E9	5.8	5.3	<0.001	<0.001	<0.59	<0.59	<0.52	<0.52	<0.2	<0.2	50.7	56.6
Sur bocas de San JuanE10	5.4	5.4	<0.001	<0.001	<0.59	<0.59	<0.52	<0.52	<0.2	<0.2	49.8	47.4
Occi bocas San Juan E11	5.7	5.6	<0.001	<0.001	<0.59	<0.59	<0.52	<0.52	<0.2	<0.2	48.8	53.0
Frente a Isla Palma E12	5.5	5.6	<0.001	<0.001	<0.59	<0.59	<0.52	<0.52	<0.2	<0.2	46.8	58.9
Frente al Botadero E13	5.3	5.1	<0.001	<0.001	<0.59	<0.59	<0.52	0.53	<0.2	<0.2	78.9	89.7
Sur del Botadero E14	5.2	5.1	<0.001	<0.001	0.61	0.61	0.75	0.78	<0.2	<0.2	83.7	97.6
Sur del Botadero E15	5.2	5.1	<0.001	<0.001	0.63	0.60	0.62	0.66	<0.2	<0.2	86.6	100.5
Frente a Punta Piedra E16	5.3	5.1	<0.001	<0.001	<0.59	<0.59	<0.52	<0.52	<0.2	<0.2	46.5	56.3

Tabla 4-15– Registro de Laboratorio Calidad de Sedimentos Durante el Dragado.

Estación	Parámetro					
	Materia Orgánica	Hg (ug/Kg)	Pb (mg/Kg)	Cd (mg/Kg)	Fosforo (mg/Kg)	Nitrógeno (mg/Kg)
Botadero E1	64.63	<0.001	2.75	0.83	21.35	6.45
Botadero E2	71.45	<0.001	3.47	0.91	27.45	6.47
Norte del botadero E3	58.89	<0.001	3.69	0.54	30.50	6.19
Botadero E4	59.05	<0.001	2.74	0.63	19.85	5.98
Frente a punta barca E5	64.36	<0.001	2.49	0.59	22.64	3.88
Norte punta barca E6	47.58	<0.001	1.11	<0.52	20.03	3.09
F. ensenada del tigre E7	50.00	<0.001	1.45	<0.52	23.75	3.15
F. pta Magdalena E8	57.45	<0.001	1.38	<0.52	24.56	2.85
N. de punta Magdalena E9	49.07	<0.001	0.65	<0.52	25.76	4.16
Sur bocas de San Juan E10	41.24	<0.001	0.87	<0.52	20.78	9.77
Occi bocas San Juan E11	47.28	<0.001	4.03	<0.52	19.29	12.03
Frente a Isla Palma E12	38.41	<0.001	2.17	<0.52	23.00	5.79
Frente al Botadero E13	58.97	<0.001	3.49	0.70	24.76	8.38
Sur del Botadero E14	60.75	<0.001	2.66	0.61	27.65	4.59
Sur del Botadero E15	63.46	<0.001	2.78	<0.52	20.47	6.15
Frente a Punta Piedra E16	49.39	<0.001	0.63	<0.52	29.98	7.32

RESULTADOS MONITOREOS POSTERIOR EL DRAGADO

Tabla 4-16– Registro de Laboratorio calidad de agua 1 marea baja posterior al dragado.

Estación	Parámetro												
	OD (mg/L)		Hg (mg/L)		Pb (mg/L)		Cd (mg/L)		Cr +6 (mg/L)		SST (mg/L)		
	Sup	75%	Sup	75%	Sup	75%	Sup	75%	Sup	75%	Sup	75%	
Botadero E1	No hay evaluación posterior al Dragado										51.4	56.2	
Botadero E2	4.9	4.7	0.002	0.001	0.071	0.070	<0.01	<0.01	<0.2	<0.2	42.6	45.7	
Norte del botadero E3	No hay evaluación posterior al Dragado										43.5	48.2	
Botadero E4	No hay evaluación posterior al Dragado										52.4	48.0	
Frente a punta barca E5	5.2	5.1	0.001	0.001	<0.066	<0.066	<0.01	<0.01	<0.2	<0.2	32.8	36.9	
Norte punta barca E6	No hay evaluación posterior al Dragado										39.6	43.1	
F. ensenada del tigre E7	No hay evaluación posterior al Dragado										32.5	36.2	
F. pta Magdalena E8	5.4	5.3	<0.001	<0.001	<0.066	<0.066	<0.01	<0.01	<0.2	<0.2	26.2	27.0	
N. de punta Magdalena E9	5.0	5.2	<0.001	<0.001	<0.066	<0.066	<0.01	<0.01	<0.2	<0.2	22.2	23.4	
Sur bocas del San Juan E10	No hay evaluación posterior al Dragado										25.8	29.1	
Occi bocas San Juan E11	5.3	5.2	<0.001	<0.001	<0.066	<0.066	<0.01	<0.01	<0.2	<0.2	19.7	22.8	
Frente a Isla Palma E12	No hay evaluación posterior al Dragado										22.6	27.9	
Frente al Botadero E13	4.9	4.8	<0.001	<0.001	<0.066	0.069	<0.01	<0.01	<0.2	<0.2	33.1	35.0	
Sur del Botadero E14	No hay evaluación posterior al Dragado										33.6	40.0	
Sur del Botadero E15	No hay evaluación posterior al Dragado										29.7	31.7	
Frente a Punta Piedra E16	No hay evaluación posterior al Dragado										23.4	25.0	

Tabla 4-17– Registro de Laboratorio calidad de agua 2 marea baja durante el monitoreo posterior al dragado.

Estación	Parámetro											
	OD (mg/L)		Hg (mg/L)		Pb (mg/L)		Cd (mg/L)		Cr +6 (mg/L)		SST (mg/L)	
	Sup	75%	Sup	75%	Sup	75%	Sup	75%	Sup	75%	Sup	75%
Botadero E1	No hay evaluación posterior al Dragado										48.9	50.3
Botadero E2	5.0	4.9	0.001	0.001	0.069	<0.066	<0.01	<0.01	<0.2	<0.2	40.9	47.4
Norte del botadero E3	No hay evaluación posterior al Dragado										50.9	55.1
Botadero E4	No hay evaluación posterior al Dragado										45.7	55.6
Frente a punta barca E5	4.9	5.0	0.001	<0.001	<0.066	<0.066	<0.01	<0.01	<0.2	<0.2	29.4	32.5
Norte punta barca E6	No hay evaluación posterior al Dragado										38.9	42.3
F. ensenada del tigre E7	No hay evaluación posterior al Dragado										33.7	40.9
F. pta Magdalena E8	5.3	5.2	<0.001	<0.001	<0.066	<0.066	<0.01	<0.01	<0.2	<0.2	23.8	24.6
N. de punta Magdalena E9	5.1	5.2	<0.001	<0.001	<0.066	<0.066	<0.01	<0.01	<0.2	<0.2	20.6	20.5
Sur bocas del San Juan E10	No hay evaluación posterior al Dragado										27.6	30.5
Occi bocas San Juan E11	5.1	5.2	<0.001	<0.001	<0.066	<0.066	<0.01	<0.01	<0.2	<0.2	19.4	20.5
Frente a Isla Palma E12	No hay evaluación posterior al Dragado										23.3	29.1
Frente al Botadero E13	4.9	4.8	0.001	0.002	<0.066	0.068	<0.01	<0.01	<0.2	<0.2	37.8	38.4
Sur del Botadero E14	No hay evaluación posterior al Dragado										32.3	36.1
Sur del Botadero E15	No hay evaluación posterior al Dragado										26.6	28.3
Frente a Punta Piedra E16	No hay evaluación posterior al Dragado										22.4	25.0

Tabla 4-18– Registro de Laboratorio calidad de agua 3 marea baja durante el monitoreo posterior al dragado.

Estación	Parámetro											
	OD (mg/L)		Hg (mg/L)		Pb (mg/L)		Cd (mg/L)		Cr +6 (mg/L)		SST (mg/L)	
	Sup	75%	Sup	75%	Sup	75%	Sup	75%	Sup	75%	Sup	75%
Botadero E1	No hay evaluación posterior al Dragado										55.2	59.3
Botadero E2	5.1	5.1	0.001	0.001	<0.066	0.068	<0.01	<0.01	<0.2	<0.2	50.0	46.7
Norte del botadero E3	No hay evaluación posterior al Dragado										50.5	55.6
Botadero E4	No hay evaluación posterior al Dragado										48.7	52.2
Frente a punta barca E5	5.2	5.1	<0.001	<0.001	<0.066	<0.066	<0.01	<0.01	<0.2	<0.2	37.8	34.8
Norte punta barca E6	No hay evaluación posterior al Dragado										46.3	49.5
F. ensenada del tigre E7	No hay evaluación posterior al Dragado										38.4	42.0
F. pta Magdalena E8	5.4	5.3	<0.001	<0.001	<0.066	<0.066	<0.01	<0.01	<0.2	<0.2	28.1	28.9
N. de punta Magdalena E9	5.1	5.1	<0.001	<0.001	<0.066	<0.066	<0.01	<0.01	<0.2	<0.2	20.0	20.3
Sur bocas del San Juan E10	No hay evaluación posterior al Dragado										23.6	29.3
Occi bocas San Juan E11	5.4	5.3	<0.001	<0.001	<0.066	<0.066	<0.01	<0.01	<0.2	<0.2	18.7	19.8
Frente a Isla Palma E12	No hay evaluación posterior al Dragado										20.6	25.3
Frente al Botadero E13	5.0	4.9	<0.001	<0.001	<0.066	<0.066	<0.01	<0.01	<0.2	<0.2	36.6	39.0
Sur del Botadero E14	No hay evaluación posterior al Dragado										28.4	35.9
Sur del Botadero E15	No hay evaluación posterior al Dragado										28.0	34.0
Frente a Punta Piedra E16	No hay evaluación posterior al Dragado										27.5	28.9

Tabla 4-19– Registro de Laboratorio calidad de agua 1 Marea Alta durante el monitoreo posterior al dragado.

Estación	Parámetro											
	OD (mg/L)		Hg (mg/L)		Pb (mg/L)		Cd (mg/L)		Cr +6 (mg/L)		SST (mg/L)	
	Sup	75%	Sup	75%	Sup	75%	Sup	75%	Sup	75%	Sup	75%
Botadero E1	No hay evaluación posterior al Dragado										58.4	62.6
Botadero E2	5.1	5.1	0.003	0.003	0.075	0.076	<0.01	<0.01	<0.2	<0.2	39.7	48.4
Norte del botadero E3	No hay evaluación posterior al Dragado										52.6	59.4
Botadero E4	No hay evaluación posterior al Dragado										55.8	58.6
Frente a punta barca E5	5.1	5.1	<0.001	<0.001	<0.066	<0.066	<0.01	<0.01	<0.2	<0.2	30.4	29.7
Norte punta barca E6	No hay evaluación posterior al Dragado										40.6	46.2
F. ensenada del tigre E7	No hay evaluación posterior al Dragado										38.5	40.8
F. pta Magdalena E8	5.1	5.1	<0.001	<0.001	<0.066	<0.066	<0.01	<0.01	<0.2	<0.2	26.2	27.0
N. de punta Magdalena E9	5.5	5.3	<0.001	<0.001	<0.066	<0.066	<0.01	<0.01	<0.2	<0.2	20.9	22.7
Sur bocas del San Juan E10	No hay evaluación posterior al Dragado										28.0	28.9
Occi bocas San Juan E11	5.3	5.2	<0.001	<0.001	<0.066	<0.066	<0.01	<0.01	<0.2	<0.2	23.6	25.2
Frente a Isla Palma E12	No hay evaluación posterior al Dragado										22.6	29.4
Frente al Botadero E13	5.0	5.0	<0.001	<0.001	<0.066	<0.066	<0.01	<0.01	<0.2	<0.2	38.4	40.4
Sur del Botadero E14	No hay evaluación posterior al Dragado										34.6	41.1
Sur del Botadero E15	No hay evaluación posterior al Dragado										29.0	30.4
Frente a Punta Piedra E16	No hay evaluación posterior al Dragado										29.5	34.2

Tabla 4-20– Registro de Laboratorio calidad de agua 2 Marea Alta durante el monitoreo posterior al dragado.

Estación	Parámetro											
	OD (mg/L)		Hg (mg/L)		Pb (mg/L)		Cd (mg/L)		Cr +6 (mg/L)		SST (mg/L)	
	Sup	75%	Sup	75%	Sup	75%	Sup	75%	Sup	75%	Sup	75%
Botadero E1	No hay evaluación posterior al Dragado										49.6	53.5
Botadero E2	5.0	5.0	0.002	0.003	0.068	<0.066	<0.01	<0.01	<0.2	<0.2	55.7	50.7
Norte del botadero E3	No hay evaluación posterior al Dragado										51.1	56.4
Botadero E4	No hay evaluación posterior al Dragado										50.9	55.5
Frente a punta barca E5	5.3	5.2	<0.001	<0.001	<0.066	<0.066	<0.01	<0.01	<0.2	<0.2	28.7	29.6
Norte punta barca E6	No hay evaluación posterior al Dragado										42.7	45.7
F. ensenada del tigre E7	No hay evaluación posterior al Dragado										37.6	42.4
F. pta Magdalena E8	5.2	5.0	<0.001	<0.001	<0.066	<0.066	<0.01	<0.01	<0.2	<0.2	24.8	24.4
N. de punta Magdalena E9	5.3	5.3	<0.001	<0.001	<0.066	<0.066	<0.01	<0.01	<0.2	<0.2	23.2	26.5
Sur bocas del San Juan E10	No hay evaluación posterior al Dragado										29.5	34.6
Occi bocas San Juan E11	5.2	5.1	<0.001	<0.001	<0.066	<0.066	<0.01	<0.01	<0.2	<0.2	24.2	26.9
Frente a Isla Palma E12	No hay evaluación posterior al Dragado										23.0	25.9
Frente al Botadero E13	5.1	5.1	<0.001	<0.001	0.068	0.067	<0.01	<0.01	<0.2	<0.2	39.4	42.3
Sur del Botadero E14	No hay evaluación posterior al Dragado										27.9	29.8
Sur del Botadero E15	No hay evaluación posterior al Dragado										29.2	33.8
Frente a Punta Piedra E16	No hay evaluación posterior al Dragado										27.3	28.0

	Actualización del Plan de Manejo Ambiental para las Obras de Dragado de Profundización del Canal de Acceso al Puerto de Buenaventura	Página 25 de 45
---	---	----------------------------------

Tabla 4-21– Registro de Laboratorio calidad de agua 3 marea Alta durante el monitoreo posterior al dragado.

Estación	Parámetro											
	OD (mg/L)		Hg (mg/L)		Pb (mg/L)		Cd (mg/L)		Cr +6 (mg/L)		SST (mg/L)	
	Sup	75%	Sup	75%	Sup	75%	Sup	75%	Sup	75%	Sup	75%
Botadero E1	No hay evaluación posterior al Dragado										47.8	58.4
Botadero E2	5.1	5.0	0.004	0.003	0.072	0.078	<0.01	<0.01	<0.2	<0.2	39.6	42.7
Norte del botadero E3	No hay evaluación posterior al Dragado										49.6	52.9
Botadero E4	No hay evaluación posterior al Dragado										57.3	59.7
Frente a punta barca E5	5.1	5.2	0.001	<0.001	<0.066	<0.066	<0.01	<0.01	<0.2	<0.2	27.5	27.5
Norte punta barca E6	No hay evaluación posterior al Dragado										43.3	47.6
F. ensenada del tigre E7	No hay evaluación posterior al Dragado										40.6	43.8
F. pta Magdalena E8	5.1	5.2	<0.001	<0.001	<0.066	<0.066	<0.01	<0.01	<0.2	<0.2	26.0	27.1
N. de punta Magdalena E9	5.4	5.3	<0.001	<0.001	<0.066	<0.066	<0.01	<0.01	<0.2	<0.2	25.3	28.4
Sur bocas del San Juan E10	No hay evaluación posterior al Dragado										27.9	33.2
Occi bocas San Juan E11	5.2	5.3	<0.001	<0.001	<0.066	<0.066	<0.01	<0.01	<0.2	<0.2	29.6	29.7
Frente a Isla Palma E12	No hay evaluación posterior al Dragado										25.0	29.8
Frente al Botadero E13	5.1	4.9	0.001	0.001	0.070	0.071	<0.01	<0.01	<0.2	<0.2	43.6	44.8
Sur del Botadero E14	No hay evaluación posterior al Dragado										30.3	35.2
Sur del Botadero E15	No hay evaluación posterior al Dragado										28.2	35.9
Frente a Punta Piedra E16	No hay evaluación posterior al Dragado										29.1	30.5

Tabla 4-22– Registro de Laboratorio calidad de Sedimentos durante el monitoreo posterior al dragado.

Estación	Parámetro					
	Materia Orgánica %	Hg (mg/Kg)	Pb (mg/Kg)	Cd (mg/Kg)	Fosforo (mg/Kg)	Nitrógeno (mg/Kg)
Botadero E2	5.33	0.004	2.04	0.20	22.17	7.11
Frente a punta barca E5	3.77	0.001	1.73	0.05	18.45	6.22
F. pta Magdalena E8	2.29	<0.001	0.82	0.05	15.66	4.98
N. de punta Magdalena E9	2.17	<0.001	0.093	0.02	17.91	3.76
Occi bocas San Juan E11	2.26	<0.001	0.075	<0.01	14.23	2.44
Frente al Botadero E13	5.89	0.002	1.96	0.16	23.85	5.39

ANALISIS DE RESULTADOS MONITOREO DRAGADO 2010

Calidad del Material a Dragar

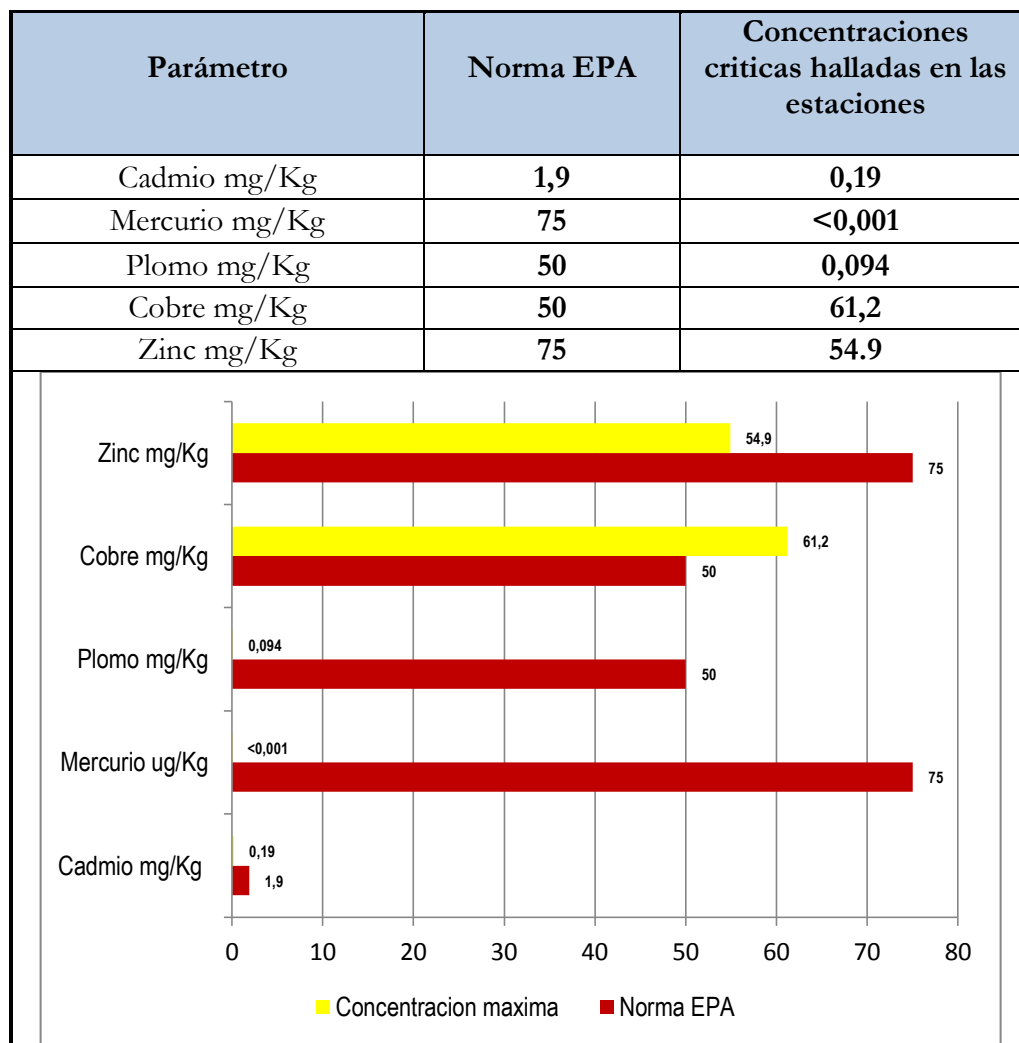


Figura 4-2 Comparación resultados metales en sedimentos con norma EPA

	Actualización del Plan de Manejo Ambiental para las Obras de Dragado de Profundización del Canal de Acceso al Puerto de Buenaventura	Página 28 de 45
---	---	--

- ✚ No existe norma nacional que regule la concentración de contaminantes en este tipo de muestras, razón por la cual se hace necesario recurrir a estándares internacionales como se especificaron en el Plan de Manejo Ambiental PMA para la **SPRBun**.
- ✚ Las concentraciones de Cadmio, en los Cuatro (4) sitios monitoreados, oscilaron entre <0.01 a 0.19 mg Cd/Kg. La norma internacional EPA fija como límite máximo permisible una concentración de 1.9 mg Cd/Kg, lo cual permite concluir que las con concentraciones halladas están por debajo de este estándar Internacional.
- ✚ De otra parte, las concentraciones de Mercurio en las muestras del material a dragar, para los Cuatro (4) sitios de monitoreo, fueron inferiores a 0.001 mg Hg/Kg concentraciones que registran niveles inferiores a la norma Internacional de referencia EPA la cual fija un límite máximo de 75 µg Hg/Kg (0.075 mg Hg/Kg)
- ✚ Las concentraciones de Plomo arrojaron resultados entre <0.066 a 0.094 mg Pb/Kg valor que no supera las normas de referencia EPA, legislación Holandesa y legislación Canadiense de 50, 85 y 31 mg Pb/Kg respectivamente.
- ✚ Los valores de Cobre en el área del material a dragar oscilaron entre 31.44 a 61.2 mg/Kg; la legislación ambiental Holandesa tiene un valor máximo de 36 mg/Kg y la norma EPA fija un valor de 50 mg/Kg; lo cual permite concluir que los valores internacionales de referencia son superados en el sitio de monitoreo Zona de Fondeo y frente a la Bodega 3 no se cumple con el valor de referencia de la legislación Holandesa.
- ✚ Las concentraciones de Zinc oscilaron entre 42.8 a 54.9 mg Zn/Kg valores que no supera las normas de referencia EPA, legislación Holandesa y legislación Canadiense de 75, 140 y 120 mg Zn/Kg respectivamente.
- ✚ Los parámetros de Cr+6, Hidrocarburos, COT, Calcio y Sulfuro Acido Volátil no permiten ser valorados debido a la falta de normas nacionales y valores de referencia Internacionales que regulen las concentraciones en sedimentos marinos para los parámetros mencionados.

Calidad de Agua del Dragado 2010

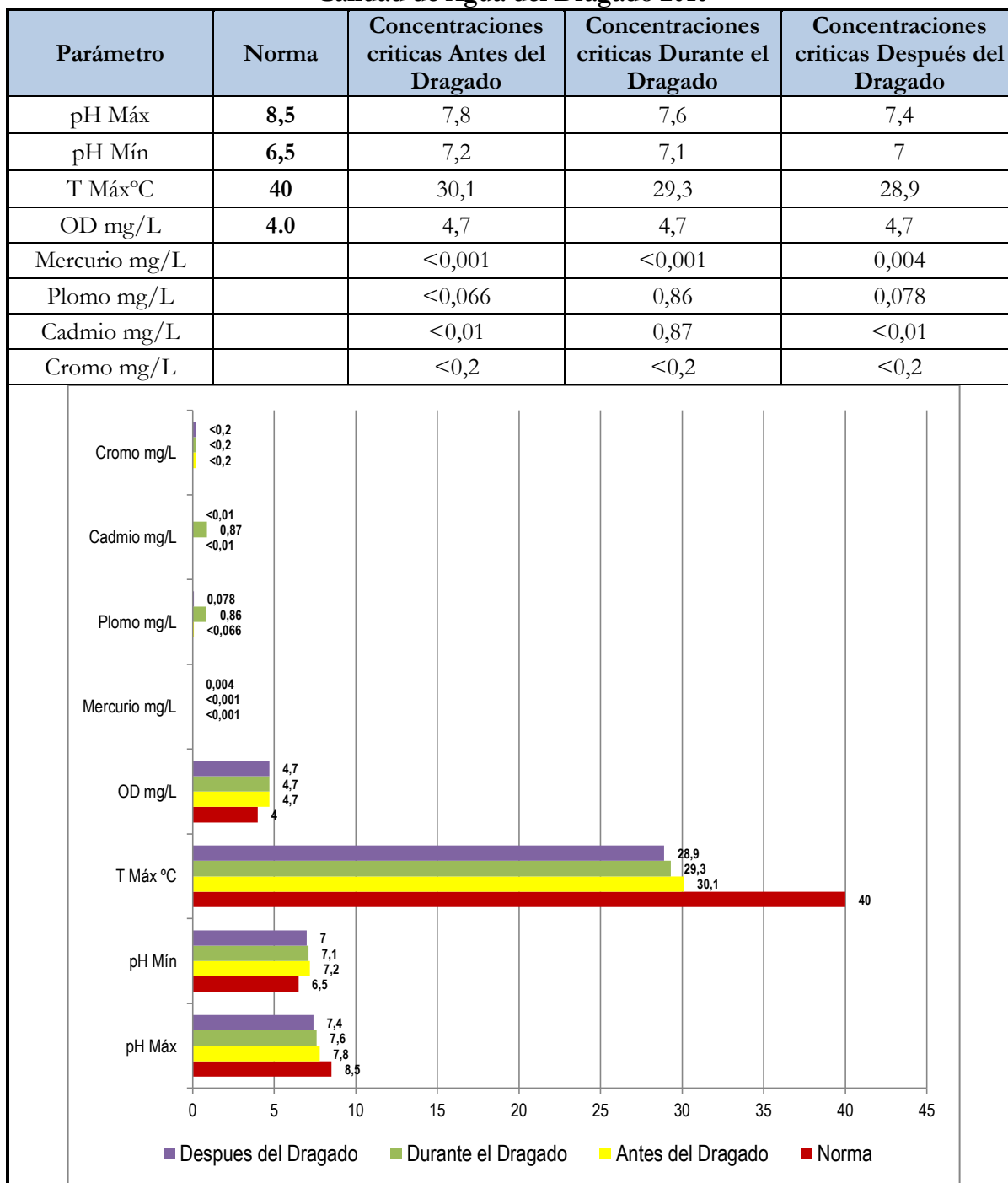


Figura 4-3 Comparación resultados calidad de agua con norma

Calidad de Sedimentos del Dragado 2010

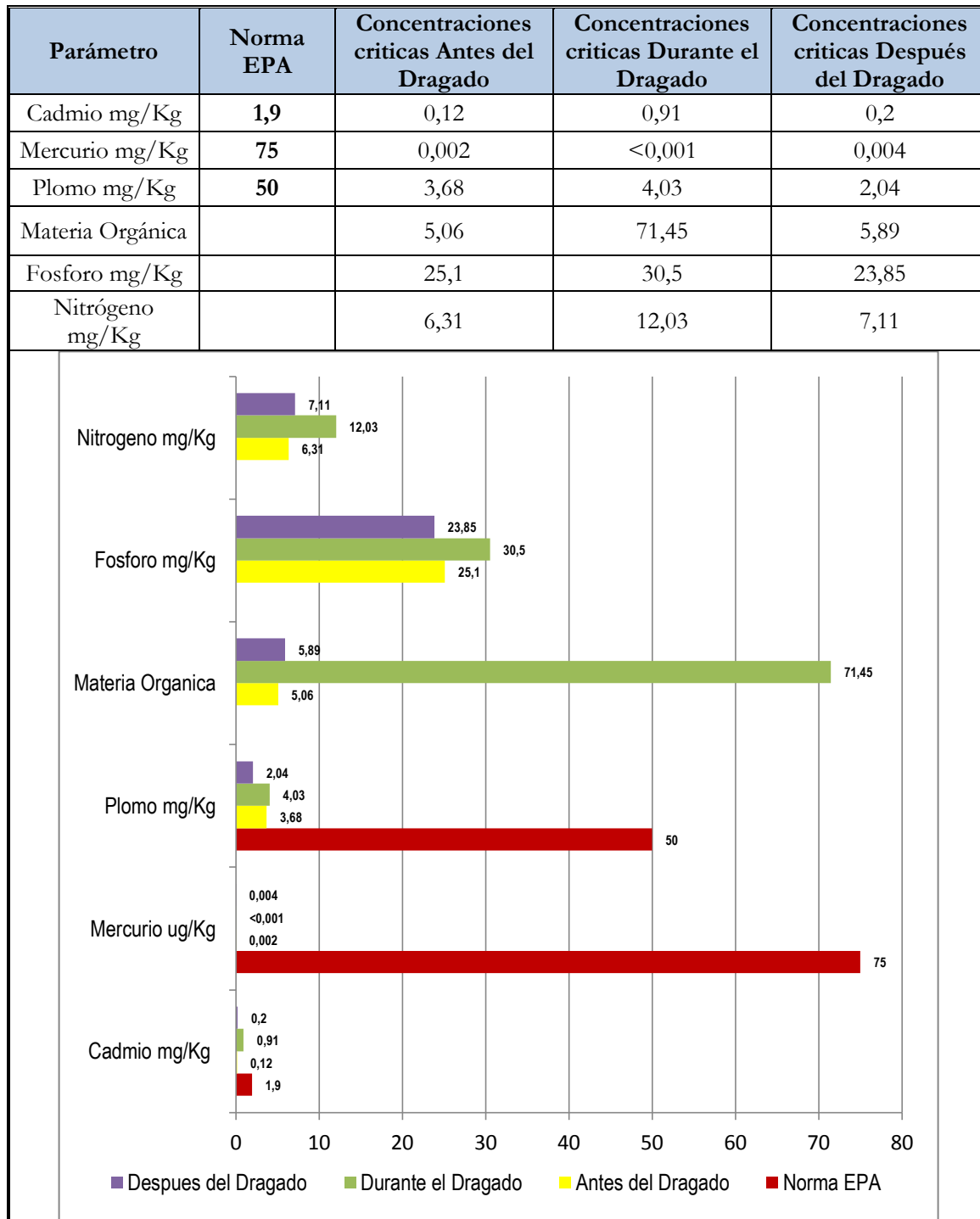


Figura 4-4 Comparación resultados calidad de sedimentos con norma

En lo que respecta a sedimentos marinos dragado 2010

	Actualización del Plan de Manejo Ambiental para las Obras de Dragado de Profundización del Canal de Acceso al Puerto de Buenaventura	Página 31 de 45
---	---	----------------------------

- ✚ No existe norma nacional que regule la concentración de contaminantes en este tipo de muestras, razón por la cual se hace necesario recurrir a estándares internacionales como se especificaron en el Plan de Manejo Ambiental PMA para la **SPRBun**.
- ✚ Las concentraciones de Cadmio, en las estaciones monitoreadas fijadas por el PMA, fueron de 0.12 mg Cd/Kg antes del dragado, durante el dragado la concentración aumento a 0.91 mg Cd/Kg, una semana después de suspendido el dragado se presento una disminución de los niveles de Cd 0.20 mg Cd/Kg. La norma internacional EPA fija como límite máximo permisible una concentración de 1.9 mg Cd/Kg. lo cual permite concluir que las concentraciones halladas en su nivel máximo cumplen con el estándar Internacional.
- ✚ De otra parte, las concentraciones de Mercurio en las muestras de sedimentos, para las situaciones evaluadas (antes, durante y después del dragado), oscilaron entre <0.001 a 0.004 mg Hg/Kg concentraciones que registran niveles muy inferiores a la norma Internacional de referencia EPA la cual fija un límite máximo de 75 µg Hg/Kg (0.0075 mg/L)
- ✚ Las concentración máxima de Plomo en las seis estaciones fijadas por el PMA para el muestreo previo al dragado fue de 3.68 mg Pb/Kg, durante el dragado se realizaron pruebas en 16 estaciones teniendo como nivel máximo de concentración de plomo 4.03 mg/Kg, una vez suspendido el dragado la concentración bajo a niveles de 2.04 mg Pb/Kg (estas concentraciones máximas fueron halladas en la zona de botadero). Los valores hallados no superan las normas de referencia EPA, legislación Holandesa y legislación Canadiense de 50, 85 y 31 mg Pb/Kg respectivamente.
- ✚ Comparando la concentración de metales pesados encontrados en las muestras de sedimento marino en la zona de botadero y dispersión con las normas establecidas en el PMA para la **SPRBun**, se puede afirmar que las concentraciones de cadmio, Mercurio y Plomo en todas las estaciones cumplen con los estándares de referencia.
- ✚ El parámetro de Materia Orgánica no permite ser valorado debido a la falta de normas nacionales y parámetros de referencia Internacionales que regulen las concentraciones en sedimentos marinos para el parámetro mencionado.
- ✚ Los Nutrientes medidos como Fósforo y Nitrógeno no tienen normatividad nacional ni parámetros de referencia internacional, en el dragado del año 2010 se presento un leve incremento de estos dos parámetros durante las actividades propias de dragado del canal de acceso de la bahía para su posterior deposito en el área destinado como botadero por el PMA

	Actualización del Plan de Manejo Ambiental para las Obras de Dragado de Profundización del Canal de Acceso al Puerto de Buenaventura	Página 32 de 45
---	---	----------------------------

En lo que Respecta a la Calidad del Agua en la Columna dragado 2011

Tanto los resultados de campo como los de laboratorio presentan el siguiente análisis:

Temperatura: No se detectaron temperaturas por encima de la normatividad nacional vigente establecida en el artículo 45 del Decreto 1594/84 (40 °C). Los registros de temperatura máxima para las estaciones monitoreadas antes, durante y después del dragado fueron de 30.1 °C. no se presento cambios significativos entre los tres sucesos monitoreados.

Potencial de Hidrogeno (pH): En cuanto a las mediciones de pH, estas registraron valores dentro del rango permisible (norma mínima y máxima 6.5 y 8.5 unidades respectivamente), establecida en el artículo 45 del Decreto 1594/84 – “de los criterios de calidad admisibles para la destinación del recurso para preservación de flora y fauna, en aguas dulces, frías o cálidas y en aguas marinas o estuarinas”. Los registros determinados en campo para las estaciones establecidas por el PMA oscilaron entre (7.0 – 7.8) unidades. Al igual que la temperatura no se presentaron cambios significativos.

Oxígeno Disuelto: En las estaciones muestreadas se dan condiciones de equilibrio cumpliendo con la norma mínima de 4.0 mg/L, establecida en el artículo 45 del Decreto 1594/84 – “de los criterios de calidad admisibles para la destinación del recurso para preservación de flora y fauna, en aguas dulces, frías o cálidas y en aguas marinas o estuarinas”. El valor mínimo que se presento en las estaciones de monitoreo antes, durante t después del dragado fue de 4.7 mg/L.

Metales Pesados (Hg, Cd, Cr y Pb): Los metales pesados evaluados (Mercurio, Plomo, Cadmio y Cromo) registraron concentraciones bajas en todas las estaciones monitoreadas. Durante las actividades de dragado se presentó un incremento moderado en los niveles de Plomo y Cadmio, que persistían una vez suspendido el dragado. A nivel nacional no existe norma para regular estas concentraciones. El artículo 45 del Decreto 1594/84 sí establece límite permisible para los parámetros Mercurio, Cadmio y Plomo pero en términos de concentraciones letales, lo cual implica el montaje de bioensayos y no en términos de concentración como lo exige el .Auto 485 de mayo 14 de 2002, expedido por el Ministerio del Medio Ambiente, Vivienda y Seguridad Social.

Con los resultados de los monitoreos se realiza una modelación para estimar la incidencia de los sólidos depositados en el entorno. Esta modelación se presenta en el Anexo 4-1 del presente estudio. Las conclusiones se presentan a continuación:

Temperatura media

Los resultados del modelo matemático de dispersión para los valores de temperatura se muestran en la Figura 4-5.

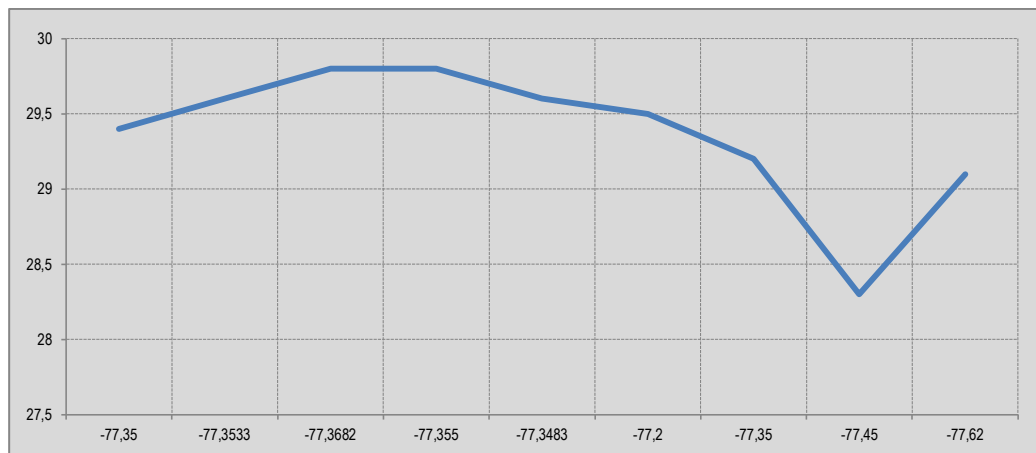


Figura 4-5 Dispersión de la temperatura del agua desde el canal de dragado según el modelo matemático

La información anterior es consistente con lo arrojado por el software geoestadístico (SIG) en cuanto a que no se presentan cambios significativos (0.05 de significancia) en la dispersión de la temperatura del agua en el sitio de dragado y en el botadero (Figura 4-6).

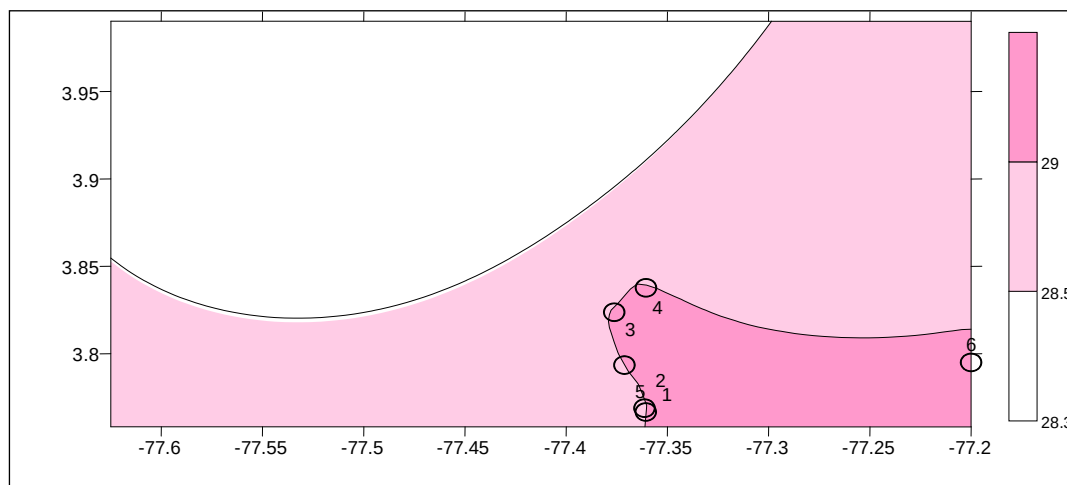


Figura 4-6 Dispersión de la temperatura del agua desde el canal de dragado al botadero

Los valores de temperatura del agua en el sitio de dragado y en el botadero se ajustan a la norma y las variaciones espaciales (dispersión) están en el rango de un grado centígrado de temperatura entre 28,3 y 29.8, lo cual no representa riesgos ni para la salud humana, ni para las comunidades bióticas que allí están presentes.

Oxígeno Disuelto (OD)

Los resultados del modelo matemático de dispersión para los valores de OD se muestran en la Figura 4-7.

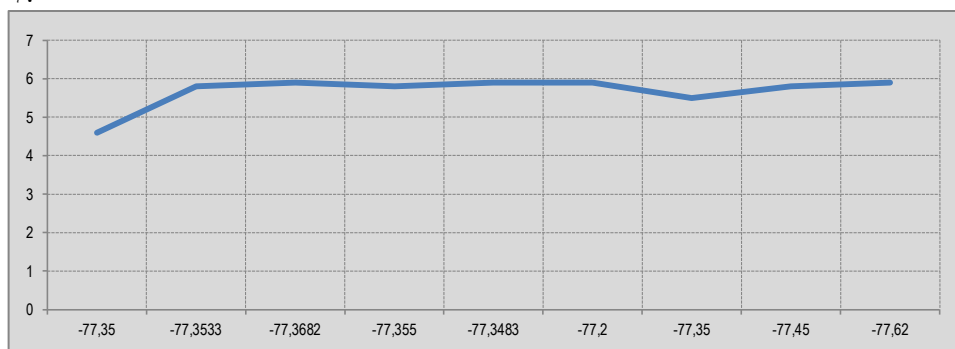
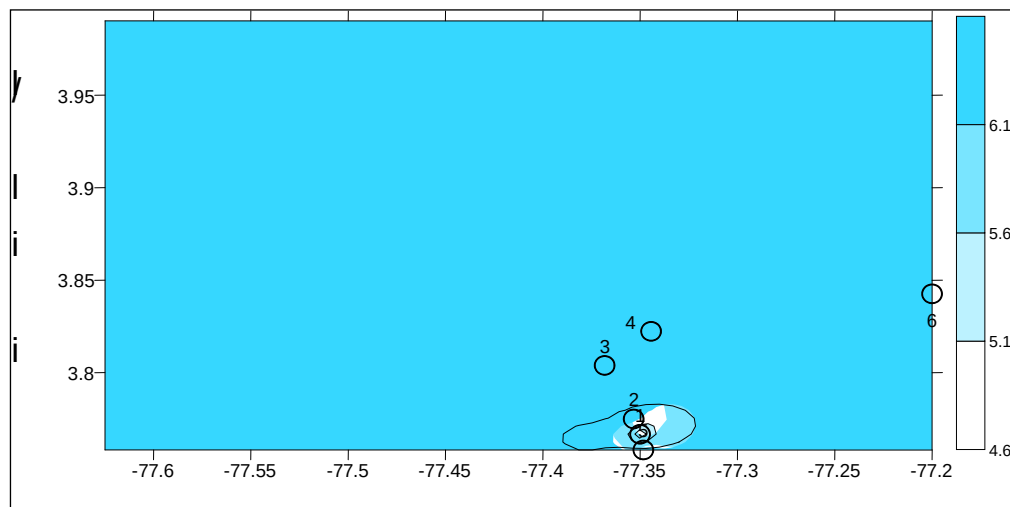


Figura 4-7 Dispersión del OD del agua del agua desde el canal de dragado según el modelo matemático.

La información anterior es consistente con lo arrojado por el software geoestadístico (SIG) en cuanto a que no se presentan cambios significativos (0.05 de significancia) en la dispersión del OD del agua en el sitio de dragado y en el botadero (Figura 4-8). En el mismo sitio del botadero los valores tienden a ser ligeramente mayores que en el canal de dragado y el área circundante al sitio de disposición, en virtud del proceso de sedimentación y su interacción con la marea.

Figura 4-8. Dispersión del OD del agua desde el canal de dragado al botadero



Los valores de OD del agua en el sitio de dragado y en el botadero se ajustan a la norma y las variaciones espaciales (dispersión) están en el rango de una unidad de OD, entre 4.3 y 5.8, lo cual no representa riesgos ni para la salud humana, ni para las comunidades bióticas que allí están presentes.

Sólidos Suspendedos Totales (SST)

Los resultados del modelo matemático de dispersión para los valores de SST se muestran en la Figura 4-9.

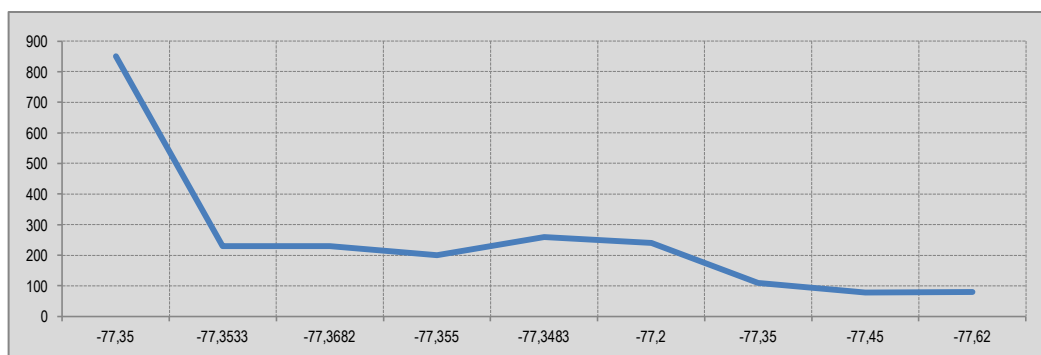


Figura 4-9 Dispersión de los SST del agua desde el canal de dragado según el modelo matemático

La información anterior es consistente con lo arrojado por el software geoestadístico (SIG) en cuanto a que se presentan cambios significativos (0.06 de significancia) en la dispersión de los SST del agua entre el sitio de dragado y el botadero. Esto está condicionado por el proceso de sedimentación y su interacción con la marea.

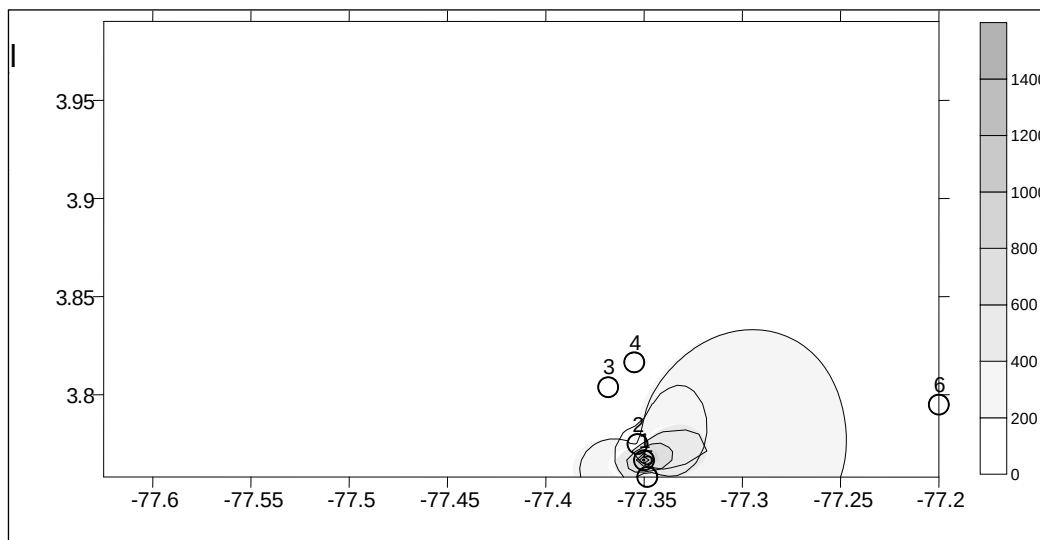


Figura 4-10 Dispersión de los SST (mg/l) del agua desde el canal de dragado al botadero

Los valores de SST del agua el sitio de dragado y en el botadero se ajustan a la norma y las variaciones espaciales (dispersión) están en el rango de una unidad de SST, entre 78 y 850, lo cual aunado a la dinámica de la marea permite inferir que no se representan riesgos ni para la salud humana, ni para las comunidades bióticas que allí están presentes.

Mercurio (Hg)

Los resultados del modelo matemático de dispersión para los valores de Hg se muestran en la Figura 4-11.

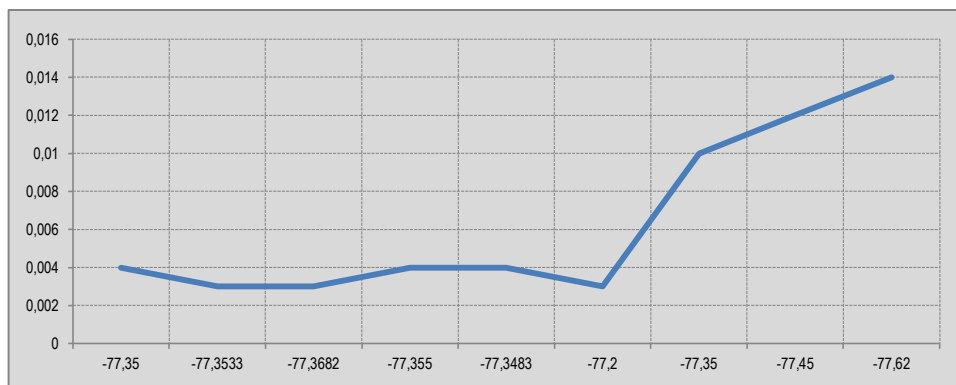


Figura 4-11 Dispersión del Hg del agua desde el canal de dragado según el modelo matemático

La información anterior es consistente con lo arrojado por el software geoestadístico (SIG) en cuanto a que no se presentan cambios significativos (0.08 de significancia) en la dispersión del Hg del agua en el sitio de dragado y en el botadero (Figura 4-12).

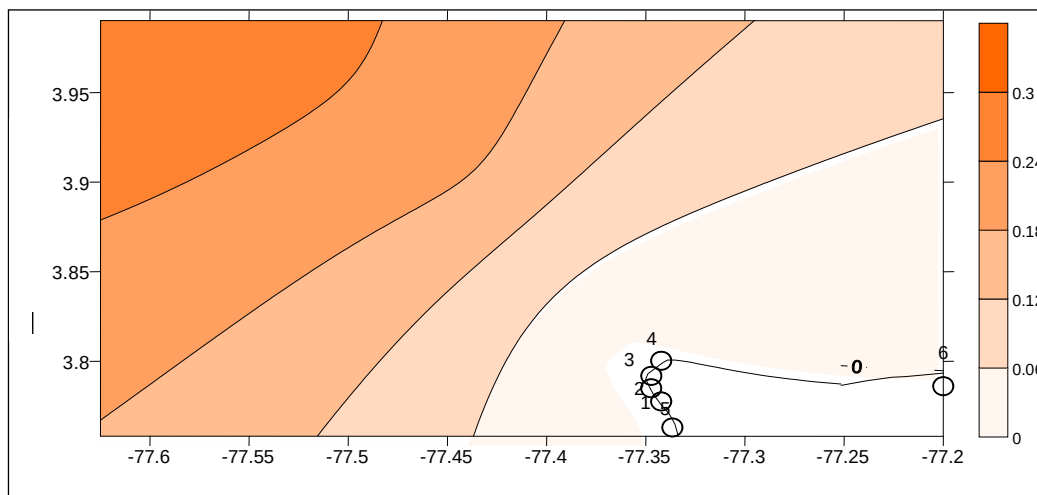


Figura 4-12 Dispersión del Hg (µg/l) del agua desde el canal de dragado al botadero

	Actualización del Plan de Manejo Ambiental para las Obras de Dragado de Profundización del Canal de Acceso al Puerto de Buenaventura	Página 38 de 45
---	---	--

Los valores de Hg del agua en el sitio de dragado y en el botadero se ajustan a la norma y las variaciones espaciales (dispersión) están en el rango de una unidad de Hg, entre <0.001 y 0.014, lo cual no representa riesgos ni para la salud humana, ni para las comunidades bióticas que allí están presentes.

Plomo (Pb)

Los resultados del modelo matemático de dispersión para los valores de Pb se muestran en la Figura 4.13.

¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.

Figura 4-13 Dispersión del Pb del agua desde el canal de dragado según el modelo matemático

La información anterior es consistente con lo arrojado por el software geoestadístico (SIG) en cuanto a que no se presentan cambios significativos (0.05 de significancia) en la dispersión del Pb del material de dragado en el sitio de dragado y en el botadero (Figura 4-14).

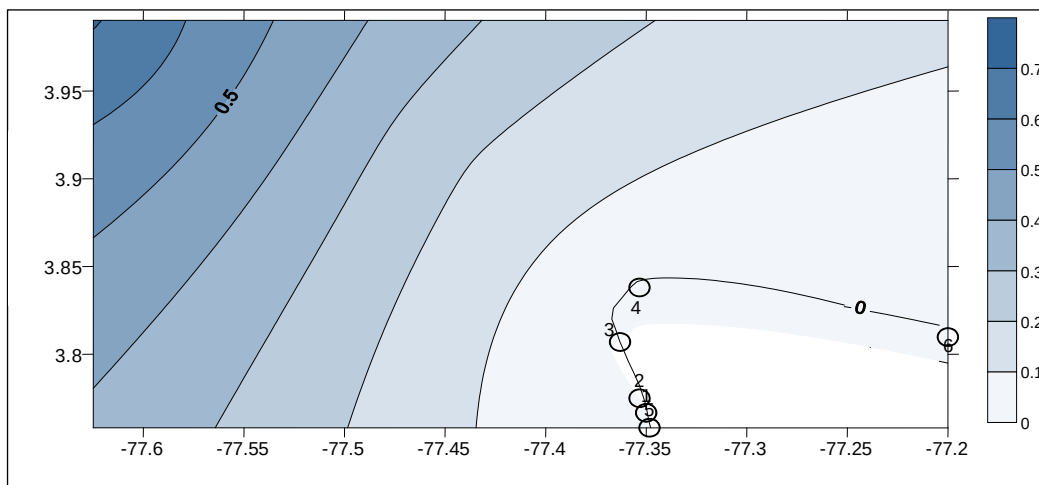


Figura 4-14 Dispersión del Pb ($\mu\text{g/l}$) del agua desde el canal de dragado al botadero

Los valores de Pb del agua en el sitio de dragado y en el botadero se ajustan a la norma y las variaciones espaciales (dispersión) están en el rango de una unidad de Pb, entre <0.066 y 0.33 , lo cual no representa riesgos ni para la salud humana, ni para las comunidades bióticas que allí están presentes.

Cadmio (Cd)

Los resultados del modelo matemático de dispersión para los valores de Cd se muestran en la Figura 4-15.

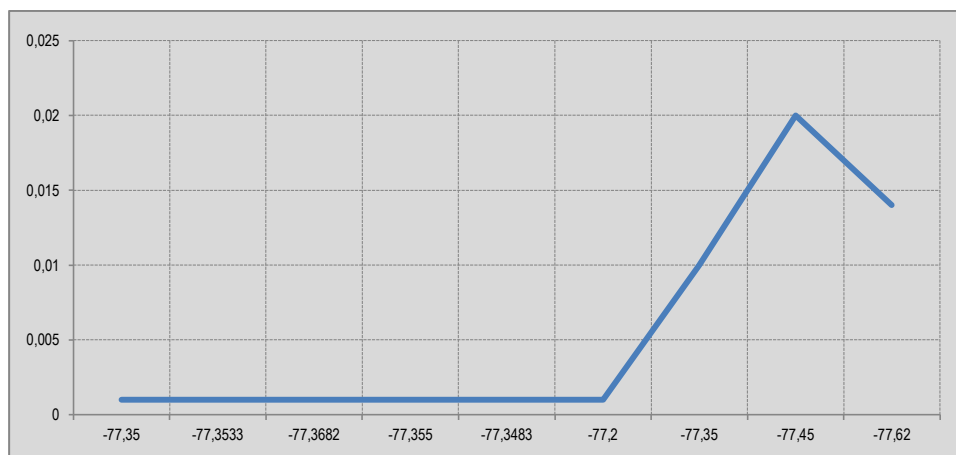


Figura 4-15 Dispersión del Cd del agua desde el canal de dragado según el modelo matemático

La información anterior es consistente con lo arrojado por el software geoestadístico (SIG) en cuanto a que no se presentan cambios significativos (0.03 de significancia) en la dispersión del Cd del material de dragado en el sitio de dragado y en el botadero (Figura 4-16).

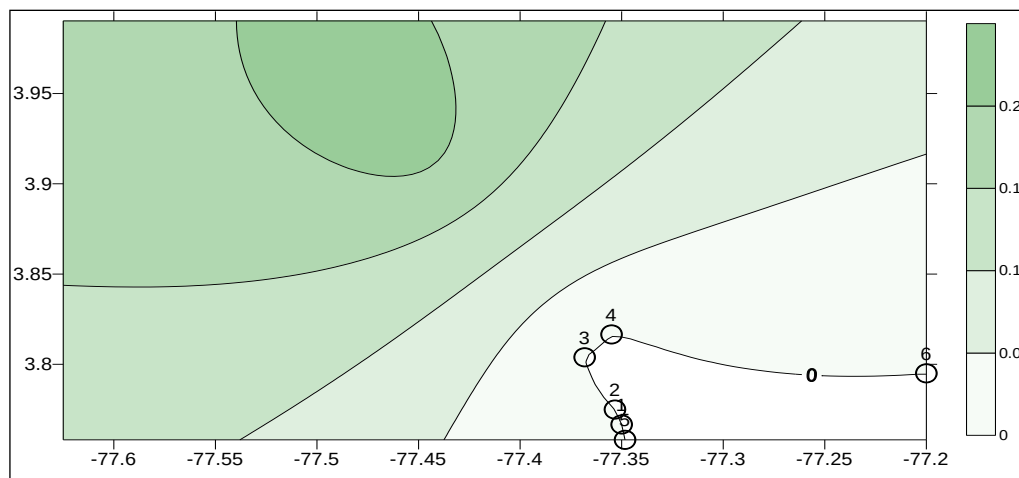


Figura 4-16 Dispersión del Cd ($\mu\text{g/l}$) del agua desde el canal de dragado al botadero

Los valores de Cd del agua en el sitio de dragado y en el botadero se ajustan a la norma y las variaciones espaciales (dispersión) están en el rango de una unidad de Cd, entre 0 y 0.05, lo cual no representa riesgos ni para la salud humana, ni para las comunidades bióticas que allí están presentes.

4.4 Ocupación de cauces

Para el dragado de profundización de la zona de dársenas y maniobras de la SPRBun S.A. no se ocuparán cauces de agua dulce como ríos, lagos o quebradas. Temporalmente se ocupa el espacio ocupado por la Draga mientras hace su trabajo de dragado y transporte, pero no se incluyen obras de ocupación de cauces.

4.5 Materiales de construcción

Las actividades de dragado no incluyen construcciones adicionales a las ya existentes en la SPRBun S.A. por lo tanto no utilizarán materiales de construcción como explotación de cantera o extracción de materiales de arrastre, ni remoción de cobertura vegetal.

4.6 Aprovechamiento forestal

Como ya se anotó anteriormente las actividades de dragado no incluyen construcciones adicionales a las ya existentes en la SPRBun S.A. por lo tanto no se realizará aprovechamiento forestal.

4.7 Emisiones atmosféricas

Las emisiones atmosféricas estimadas por el dragado, son provenientes de los motores de combustión que se usan en el buque draga, estas emisiones dependen del consumo de combustible, para lo cual se presenta el siguiente factor de emisión:

Tabla 4-23 Estimado de emisiones atmosféricas por funcionamiento de la draga

Contaminante	Emisión (gr/Megajoules)
CO ₂	73,3
CH ₄	0,005
CO	0,5
NO ₂	0,002
NO _x	2,1

Fuente: GuidelinesforNational GHG

4.8 Residuos sólidos

Las principales fuentes de generación de residuos sólidos son:

Actividades domésticas del personal a cargo del dragado.

Mantenimiento de la Draga.

Residuos semisólidos del dragado.

En la Tabla 4-24 se relacionan las actividades con el tipo de residuos generados.

Tabla 4-24 Generación de residuos sólidos del proceso de dragado

Actividad	Residuo	Tratamiento
Transporte de equipo o Draga al sitio de faena	Actividades domésticas del personal a cargo del dragado. Mantenimiento de la Draga	Está prohibido arrojar residuos sólidos en la bahía Los residuos generados pueden ser incorporados al sistema de recolección y manejo de la SPRBun S.A. El material de dragado se dispone en el polígono aprobado por el INVEMAR y el MAVDT.
Instalación y puesta en marcha de faena de dragado	Actividades domésticas del personal a cargo del dragado. Mantenimiento de la Draga	
Corte de material y succión	Actividades domésticas del personal a cargo del dragado. Mantenimiento de la Draga	
Almacenamiento de material extraído en cántara	Actividades domésticas del personal a cargo del dragado. Mantenimiento de la Draga	
Desinstalación de equipo de dragado	Actividades domésticas del personal a cargo del dragado. Mantenimiento de la Draga	
Transporte de material a botadero	Actividades domésticas del personal a cargo del dragado. Mantenimiento de la Draga	
Liberación del material dragado	Actividades domésticas del personal a cargo del dragado. Mantenimiento de la Draga. Residuos semisólidos del dragado	

	Actualización del Plan de Manejo Ambiental para las Obras de Dragado de Profundización del Canal de Acceso al Puerto de Buenaventura	Página 43 de 45
---	---	--------------------------------------

El material de dragado está compuesto por lodos superficiales y materiales como arcillas finas, limos y más abajo se encuentra la roca sedimentaria limolita.

Se requiere la excavación y disposición de los sedimentos cuaternarios para profundizar el canal, tanto en la bahía interior como en la exterior, con los siguientes volúmenes:

- Dragado de mantenimiento del sector interno (K0+000 a K15+000) a 12,5 mts de profundidad, marea cero (MLWS).
Volumen estimado a remover en este sector: 950.000 M3.
- Dragado de Profundización del sector externo (K15+000 a K30+500) a 13,5 mts de profundidad, marea cero (MLWS).
Volumen estimado a remover en este sector: 10.050.000 M3.

Para analizar la disposición de este material en relación con la capacidad del botadero, se han seleccionado tres transectos de la zona de disposición y se comparan las profundidades durante los años 2005 a 2009, con los datos tomados de las batimetrías realizadas por la SRPBun S.A.

En la Figura 4-17 se presentan las profundidades en el periodo 2005 a 2009 en el transecto 1, correspondiente al perfil entre las coordenadas (03°48'18"N) y (77°21'35"W). Para este transecto se encuentra que el fondo marino no ha presentado una variación considerable en su profundidad. La diferencia entre los niveles medidos es en promedio de 0,83 m.

En la Figura 4-18 se presentan las profundidades en el periodo 2005 a 2009 en el transecto 2, correspondiente al perfil entre las coordenadas (03°47'35"N) y (77°21'41"W). Para este transecto se encuentra que el fondo marino no ha presentado una variación considerable en su profundidad. La diferencia entre los niveles medidos es en promedio de 0,75 m.

En la Figura 4-19 se presentan las profundidades en el periodo 2005 a 2009 en el transecto 3, correspondiente al perfil entre las coordenadas (03°46'00"N) y (77°21'00"W). Para este transecto se encuentra que el fondo marino no ha presentado una variación considerable en su profundidad. La diferencia entre los niveles medidos es en promedio de 1,2 m.

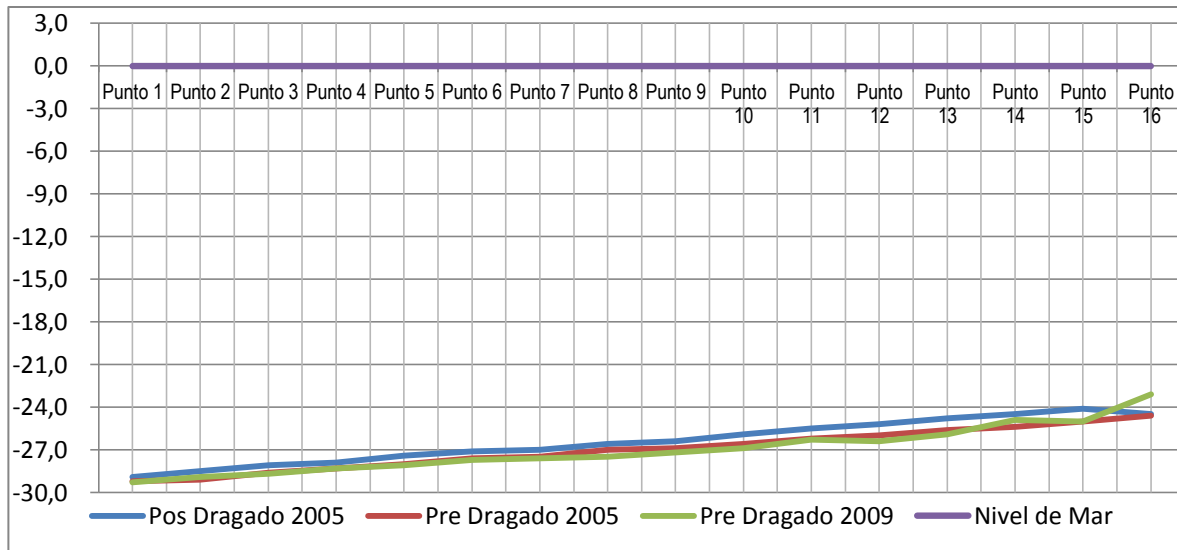


Figura 4-17 Niveles de altura del botadero en transecto 1

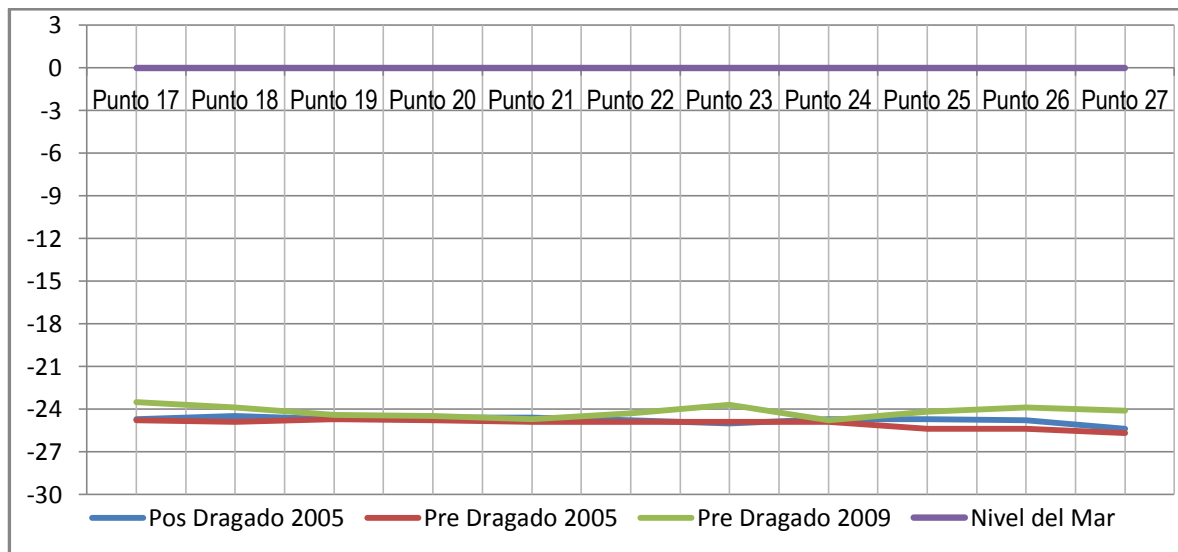


Figura 4-18 Niveles de altura del botadero en transecto 2

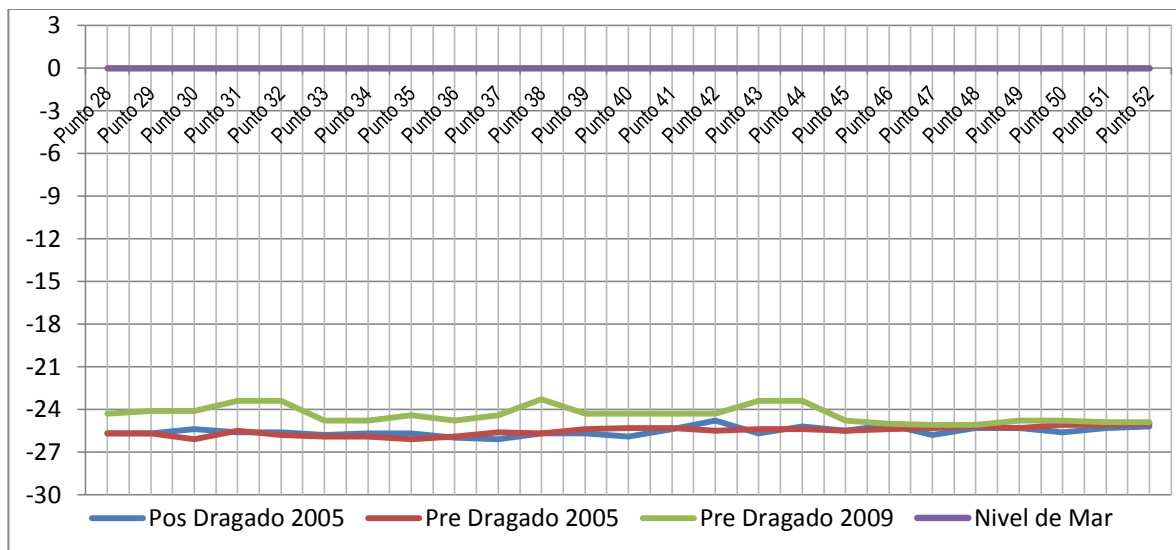


Figura 4-19 Niveles de altura del botadero en transecto 3

De acuerdo con los datos de las batimetrías realizadas por la SPRBUn S.A. en la zona de botadero durante los años 2005 a 2009, se encuentra que la profundidad del sitio de disposición no ha tenido una afectación considerable, pues el fondo marino conserva su morfología a pesar de que en este sitio se han dispuesto los residuos de los dragados realizados en la zona tanto por el INVIAS como por la SPRBun S.A. esto confirma lo afirmado por la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC) en el concepto técnico del año 2001 donde se afirma que “*el botadero propuesto tiene el declive hacia el mar abierto y está situado fuera de la prolongación del eje del canal, por lo cual no se espera la devolución del material hacia el canal interior*” y que la capacidad del sitio como receptor se ve favorecida por las profundidades “*que son suficientes para almacenar todo el volumen de dragado*”.