

**CORPORACIÓN PROMOTORA CANAL EL VARADERO
PROCANAL**

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

**Construcción nuevo canal de acceso a la bahía de Cartagena
El Varadero**



hidrocaribe ltda

Diciembre de 2011

Cartagena de Indias, D.T

RESUMEN EJECUTIVO

Tomo I

**CORPORACIÓN PROMOTORA CANAL EL VARADERO
PROCANAL**

**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL
CONSTRUCCIÓN NUEVO CANAL DE ACCESO A LA BAHÍA DE CARTAGENA
EL VARADERO**

RESUMEN EJECUTIVO



hidrocaribe ltda

**DICIEMBRE DE 2011
CARTAGENA DE INDIAS, D.T.**

TABLA DE CONTENIDO

1	GENERALIDADES	5
1.1	INTRODUCCIÓN	5
1.2	OBJETIVOS Y ALCANCES	5
1.2.1	Legislación internacional adoptada por Colombia.....	7
1.2.2	Normatividad Regional	7
2	DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO	8
2.1	ANTECEDENTES.....	8
2.2	PROYECCIONES DE TRÁFICO MARÍTIMO – BAHÍA DE CARTAGENA	8
2.2.1	Arribo de embarcaciones.....	8
2.2.2	Proyecciones del tamaño de los buques	9
2.3	CRITERIOS DE DISEÑO DEL CANAL	9
2.3.1	Ancho del canal.....	9
2.3.2	Profundidad del canal	9
2.3.3	Recomendaciones.....	10
2.4	Investigaciones de Geotecnia	10
2.4.1	Características de los materiales	12
2.4.2	Calidad físico química de los materiales	14
2.5	ANÁLISIS AMBIENTAL.....	15
2.5.1	Línea base preliminar.....	15
2.5.2	Investigación detallada para la línea base	15
2.5.3	Reubicación del canal para mitigar los impactos.....	15
2.5.4	Reubicación de los corales impactados	16
2.6	DISEÑOS PRELIMINARES DEL CANAL	16
2.6.1	Localización.....	16
2.6.2	Volúmenes de dragado	20
2.6.3	Opciones de equipo de dragado	20
2.7	DISPOSICIÓN DEL MATERIAL DRAGADO	22
2.7.1	Botadero 1	23
2.7.2	Botadero 2	23
2.7.3	Modelación de la dispersión de sedimentos en el Botadero 2.....	23
2.8	OBRAS ADICIONALES	32
2.8.1	Relleno para protección de playas.....	32
2.8.2	Reubicación del cable submarino	34
2.9	ETAPA DE DESMANTELAMIENTO Y ABANDONO	35
2.10	ORGANIZACIÓN DEL PROYECTO	35
2.10.1	Organización administrativa	35
2.10.2	Cronograma	36
2.10.3	Presupuesto	37
3	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	38
3.1	AREA DE INFLUENCIA.....	38
3.1.1	Área de influencia indirecta (AII)	38
3.1.2	Área de influencia directa (AID).....	38
3.2	SÍNTESIS DE LÍNEA BASE	38
4	DEMANDA, USO Y APROVECHAMIENTO	41

4.1	VERTIMIENTOS.....	41
4.2	MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN	41
4.3	APROVECHAMIENTO FORESTAL	41
4.4	RESIDUOS SÓLIDOS	41
5	EVALUACION AMBIENTAL.....	42
5.1	METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN.....	42
5.2	IDENTIFICACIÓN DE TENDENCIAS / ACTIVIDADES DEL PROYECTO	43
5.2.1	Escenario 1. Sin proyecto.....	43
5.2.2	Escenario 2. Con proyecto	43
5.2.3	Impactos identificados Con Proyecto	44
5.2.4	Resultados calificación de impactos Con Proyecto.....	45
5.3	VALORACIÓN ECONÓMICA DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.....	47
5.3.1	Consideraciones metodológicas aplicadas en la valoración	48
5.3.2	Valoración económica del bien ambiental: arrecifes de coral.....	48
5.3.3	Valoración económica del bien ambiental: recurso pesquero	54
5.3.4	Consideraciones finales para la evaluación de impacto	58
6	ZONIFICACIÓN DE MANEJO AMBIENTAL	58
6.1	INTRODUCCIÓN	58
6.2	RESULTADOS.....	58
7	PLAN DE MANEJO AMBIENTAL.....	59
7.1	INTRODUCCIÓN	59
7.2	RELACIÓN DE PROGRAMAS	59
8	PLAN DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO	62
8.1	INTRODUCCIÓN	62
8.2	RELACIÓN DE PROGRAMAS	62
9	PLAN DE CONTINGENCIA	64
9.1	ANÁLISIS DE RIESGO	64
10	PLAN DE ABANDONO Y RESTAURACIÓN.....	65

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.4.1. Localización de perforaciones y sondeos realizados en 2009	10
Figura 2.4.2. Resultados de los sondeos a lo largo de la alineación del canal propuesto.....	11
Figura 2.4.3. Propuesta de perforaciones adicionales para el informe de diseño	11
Figura 2.4.4. Localización de puntos finales - Marzo 2011	12
Figura 2.4.5. Secciones longitudinales	13
Figura 2.5.1. Áreas de arrecifes coralinos establecidas en la segunda investigación	15
Figura 2.5.2. Localización inicial a) y reubicación b) del canal	16
Figura 2.6.1. Coordenadas de la zona del canal El Varadero	17
Figura 2.6.2 Localización general y detallada del canal El Varadero	18
Figura 2.6.3 Perfiles longitudinales del canal.....	19
Figura 2.6.4 Secciones transversales del canal	19
Figura 2.6.5 Modelo de draga tipo <i>backhoe</i>	20
Figura 2.6.6 Modelo de una draga de succión en marcha	21
Figura 2.6.7 Modelo de draga de corte y succión	21
Figura 2.7.1 Localización y coordenadas de los botaderos propuestos para los materiales de dragado	22
Figura 2.7.2. Sedimentos finos en suspensión (mg/l). Caso 01: Viento dirección NE (45°), intensidad 10 m/s y frecuencia 48,6%.....	25
Figura 2.7.3. Sedimentos finos en suspensión (mg/l). Caso 07: Viento dirección SW (275°), intensidad 5 m/s y frecuencia 1,1%.....	26
Figura 2.7.4. Sedimentos gruesos en suspensión (mg/l). Caso 01: Viento dirección NE (45°), intensidad 10 m/s y frecuencia 48,6%.....	27
Figura 2.7.5 Sedimentos gruesos en suspensión (mg/l). Caso 07: Viento dirección SW (275°), intensidad 5 m/s y frecuencia 1,1%.....	28
Figura 2.7.6 Sedimentos finos en el fondo (kg/m ²). Caso 01: Viento dirección NE (45°), intensidad 10 m/s y frecuencia 48,6%.....	29
Figura 2.7.7 Sedimentos finos en el fondo (kg/m ²). Caso 07: Viento dirección SW (275°), intensidad 5 m/s y frecuencia 1,1%.....	29
Figura 2.7.8 Sedimentos gruesos en el fondo (kg/m ²). Caso 01: Viento dirección NE (45°), intensidad 10 m/s y frecuencia 48,6%.....	30
Figura 2.7.9 Sedimentos gruesos en el fondo (kg/m ²). Caso 07: Viento dirección SW (275°), intensidad 5 m/s y frecuencia 1,1%.....	30
Figura 2.8.1. Esquema indicativo para la colocación de material de dragado en la playa de Bocachica	32
Figura 2.8.2 Esquema del relleno de protección en la isla Abanico	33
Figura 2.8.3 Línea eléctrica sumergida entre las islas Barú y Draga	34
Figura 2.10.1. Organización administrativa para la construcción	36
Figura 2.10.2 Cronograma de actividades.....	37
Figura 3.2.1. Área de influencia directa	39
Figura 4.4.1. Zonas de Vegetación a intervenir en el Proyecto.....	41
Figura 5.1.1. Metodología de evaluación de impactos	42
Figura 6.2.1. Mapa de Zonificación de Manejo Ambiental	58

LISTA DE TABLAS

Tabla 1.2.1. Normatividad ambiental de interés	6
Tabla 2.2.1 Buques entrados a la Bahía de Cartagena en 2009	8
Tabla 2.2.2 Proyecciones de arribos a la bahía de Cartagena	8
Tabla 2.2.3 Requerimientos de calado y manga para los buques en la bahía de Cartagena (2011 – 2030)	9
Tabla 2.3.1 Profundidades de diseño recomendadas	9
Tabla 2.4.1. Resumen de los resultados de los sondeos – marzo 2011	12
Tabla 2.4.2. Comparación de resultados con la norma para sedimento marino	14
Tabla 2.5.1. Coberturas de coral en la zona del proyecto.....	15
Tabla 2.7.1. Escenarios de viento considerados en las simulaciones numéricas	24
Tabla 2.7.2 Resultados del monitoreo de sedimentos en suspensión en la zona del proyecto	31
Tabla 2.10.1 Presupuesto general para la construcción	37
Tabla 5.3.1. Impactos sobre los corales de las actividades portuarias	49
Tabla 5.3.2. Distribución del coral en la zona de varadero por porcentaje	49
Tabla 5.3.3. Análisis por hectáreas de la zona y actividades a desarrollar (canal a 50 metros del coral)	49
Tabla 5.3.4. Estudios de casos de la valoración de la protección costera de los arrecifes de coral	50
Tabla 5.3.5. Clasificación de valores para los manglares	53
Tabla 5.3.6. Valoración económica de manglares.....	53
Tabla 5.3.7. Valoración de manglares en El Varadero (0,4 hectáreas)	54
Tabla 5.3.8. Volúmenes de los principales productos pesqueros desembarcados (kg/año), 2011	54
Tabla 5.3.9. Precio de los principales productos pesqueros desembarcados (kg/ año), 2011	55
Tabla 5.3.10. Ingreso total proyectado por especie, 2012 – 2013	56
Tabla 5.3.11. Costo Total por año según arte de pesca, 2012 – 2013	56
Tabla 5.3.12. Beneficio Total por año	56
Tabla 5.3.13. Tasas de interés promedio del mercado	56
Tabla 5.3.14. Beneficio mensual por pescador según arte de pesca (precios 2011)	57
7.2.1 Resumen Plan de Manejo Ambiental	61

1 GENERALIDADES

1.1 INTRODUCCIÓN

La Bahía de Cartagena juega un papel muy importante en el marco de la economía regional y nacional, debido en gran parte a las condiciones naturales de profundidad y abrigo que ofrece al desarrollo de la actividad portuaria. En su recinto opera el 42% de los terminales portuarios¹ registrados del país y se maneja el 17% de la carga del tráfico portuario colombiano. De otra parte, son significativos los esfuerzos de empresarios que han encontrado en la bahía de Cartagena inmejorables condiciones para fortalecer y expandir sus actividades económicas contando con un sector portuario plenamente desarrollado gracias a las ventajas geográficas de la bahía.

Para responder a estas expectativas es necesario dotar a la Bahía de Cartagena de un nuevo canal de acceso para facilitar la entrada de embarcaciones de última generación, ya que existe una real preocupación de que una nueva profundización y/o ampliación del canal actual de Bocachica pueda desestabilizar las estructuras de las fortificaciones de San José y San Fernando, declaradas patrimonio histórico de la humanidad. Con este propósito, la CORPORACIÓN PROMOTORA CANAL EL VARADERO – PROCANAL – está promoviendo la construcción de un nuevo canal de acceso a la Bahía de Cartagena en el sector suroeste de la bahía, denominado El Varadero.

El presente informe contiene el Estudio de Impacto Ambiental para la construcción del canal El Varadero y fue contratado por PROCANAL con HIDROCARIBE LTDA. Para su preparación se realizaron evaluaciones de campo y de gabinete en varias áreas de estudio, teniendo en cuenta para su ejecución el desarrollo metodológico establecido los términos de referencia que expidió el entonces Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT) para este tipo de proyectos en la Resolución 1272/2006. MAVDT. Términos de Referencia para estudios de impacto ambiental PU-TER-1-01 para Proyectos de dragado de profundización de canales de acceso a puertos marítimos de gran calado

1.2 OBJETIVOS Y ALCANCES

En este orden de ideas, los objetivos y el alcance de los trabajos que aquí se presentan están orientados a proveer información acerca de la naturaleza y extensión de los potenciales impactos identificados en el EIA, sobre el medio abiótico, biótico, social y económico puedan derivarse del proyecto de la construcción del nuevo canal de acceso El Varadero.

Dado que a la fecha de elaboración de este informe no se tuvo respuesta alguna por parte de este ministerio a la solicitud de los términos de referencia específicos para el estudio de impacto ambiental para el dragado del canal de acceso realizada el 22 de febrero de 2011 por PROCANAL, mediante oficio radicado en el MAVDT bajo el número 4120-E1-24280, se optó por tener en cuenta los Términos de Referencia previstos en la Resolución 1272 de 2006, que hacen referencia a proyectos de dragado. Estos Términos de Referencia tienen la siguiente denominación:

- Resolución 1272/2006 MAVDT. PU-TER-1-01 para Proyectos de dragado de profundización de canales de acceso a puertos marítimos de gran calado.

En cuanto a la normatividad ambiental, el presente documento se enmarca en la siguiente normatividad ambiental pero primordialmente en la Constitución Política Nacional de 1991 y sus artículos referentes a la protección del medio ambiente, en especial a su artículo 79 que consagra que “todas las personas tienen el derecho de gozar de un ambiente sano. La Ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectarlo. Es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines”. Son varias las temáticas ambientales contempladas en la legislación colombiana relacionadas con el sector portuario (Tabla 1.2.1).

¹ Fuente: www.superpuertos.gov.co. Informe Consolidado Año 2010. Movimiento de carga en los puertos marítimos colombianos.

Tabla 1.2.1. Normatividad ambiental de interés

Normatividad	Descripción
Ley 99 de 1993	Crea Ministerio del Medio Ambiente y organiza el Sistema Nacional Ambiental (SINA).
Licencias Ambientales	
Decreto 1272/2009	Optimiza tramites de licencias de construcción
Decreto 2820/2010	Reglamenta el Título VIII de la Ley 99 de 1993, sobre licencias ambientales
Resolución 1503/2010	Metodología General para la presentación Estudios Ambientales
Aguas	
Decreto 1541/1978	Concesión de aguas continentales
Decreto 2858/1981	Modifica Dec 1541/78
Decreto 1594/1984	Sobre usos del agua y residuos líquidos
Decreto 2340/1984	Aclara Decreto 1594/84
Decreto 79/1986	Conservación y protección del recurso agua
Decreto 2314/1986	Regula concesión de aguas
Decreto 901/1997	Tasas retributivas por vertimientos líquidos puntuales a cuerpos de agua
Decreto 475/1998	Criterios de calidad del agua potable
Aire	
Decreto 02/1982	Emisiones atmosféricas
Decreto 2206/83	Reglamenta el Decreto 02/82
Decreto 948/95	Control de la contaminación atmosférica
Decreto 2107/95	Modifica parcialmente el decreto 948/95
Resol. 627/2006	Normas sobre protección y conservación de la audición
Protección de flora y fauna	
D-Ley 2811/1974	Código de Recursos Naturales Renovables y de Protección del Medio Ambiente
Decreto 877/76	Áreas de reserva y uso del recurso forestal..
Decreto 1449/77	Conservación recursos naturales renovables.
Resol 257/1977	Condiciones básicas de sustentabilidad de ecosistemas
Decreto 0622/77	Sobre el Sistema de Parques Nacionales
Decreto 1608/78	Fauna silvestre
Decreto 1715/78	Protección al paisaje
Ley 13/1990	Estatuto General de Pesca
Decreto 2256/1991	Reglamenta la Ley 13/1990. Estatuto General de Pesca
Ley 299 de 1995	Por la cual se protege la flora colombiana
Decreto 1791/1996	Aprovechamiento forestal
Manglares	
Resol. 1602/1995	Medidas para proteger y conservar manglares
Resol. 020/1996	Establece PMA en aprovechamiento manglar
Antigüedades náufragas	
D-Ley 2324/84	Dirección General Marítima DIMAR.
Comunidades	
Constitución Política Nacional	Art. 330. Parág. Participación de comunidades indígenas en decisiones sobre explotación de recursos naturales en sus territorios.
Ley 21/71	Sobre pueblos indígenas y tribales
Ley 70/93	Sobre comunidades negras
Ley 699/93	Comunidades negras e indígenas

Ley 134/94	Participación ciudadana
Decreto 2248/95	Organizaciones de las comunidades negras
Decreto 1320/98	Consulta previa con etnias indígenas y negras
Mares y costas	
Ley 34 de 1971	Crea la Dirección General Marítima
Decreto 2811/1974	Del mar y su fondo. Protección y permisos
Decreto 1874 de 1979	Protección y prevención de la contaminación del medio marino
Dec. 1875-76/1979	Se define el concepto de contaminación marina y se dictan normas de protección
Decreto 614/1984	Sanidad portuaria y vigilancia epidemiológica en naves y vehículos terrestres
Decreto 838/1992	Concesiones y licencias portuarias.
Decreto 2721/1991	Manejo, transporte, descargue y almacenamiento de productos químicos en puertos.
Resol. 153/1992	Operación de puertos.
Resol. 030/1996	Desechos generados por buques en puertos
Ley 300 de 1997	Turismo
Seguridad Industrial	
Resol. 2400/1979	Seguridad industrial en áreas de trabajo
Resol. 1402/1980	Comité de higiene y seguridad industrial
Decreto 614/1984	Sanidad portuaria y vigilancia epidemiológica en naves y vehículos terrestres.
Decreto 3102/1998	Instalación equipos de bajo consumo de agua

Fuente: INCOPLAN 2009, actualizado Hidrocaribe Ltda. 2011

1.2.1 Legislación internacional adoptada por Colombia

Normatividad Internacional
Convención sobre Pesca y Conservación de los Recursos Vivos de la Alta mar. (1961)
Convenio internacional sobre responsabilidad por daños causados por la contaminación de aguas del mar con hidrocarburos (1969) y protocolo "CLC 69/76 (1976).
Convenio para la protección del patrimonio mundial, cultural y natural. París, 1972.
Convenio sobre el comercio internacional de especies amenazadas: fauna y flora silvestre. Washington, 1973.
Convenio internacional para prevenir la contaminación por buques, 1973 (1981).
Protocolo relativo a la contaminación del mar (MARPOL) por buques, 1978.
Convenio sobre la constitución de un fondo internacional de indemnización de daños causados por la contaminación del mar con hidrocarburos (1971) y su protocolo "El Fondo 71/76" (1976).
Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (1981).
Convenio de las Naciones Unidas sobre el derecho del Mar. Jamaica, 1982.
Protocolo de cooperación para combatir derrames de hidrocarburos en la región del Gran Caribe. Cartagena, 1983.
Convenio de Basilea, control de movimientos transfronterizos de desechos peligrosos y su eliminación. Basilea, 1989.
Protocolo relativo a zonas protegidas del Convenio para protección del medio marino en región del Gran Caribe. 1990.
Convenio sobre la diversidad biológica. Río de Janeiro, 1972.
Convenio relativo a los humedales de importancia internacional como hábitat de aves acuáticas – RAMSAR (acogido por Colombia en 1997).

1.2.2 Normatividad Regional

Acuerdos	Descripción
Decreto 0977/2001	Adopta el Plan de Ordenamiento Territorial de Cartagena de Indias D.T y C.
Acuerdo 033/2007	Modifica el Plan de Ordenamiento Territorial y se dictan otras disposiciones

2 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

2.1 ANTECEDENTES

El canal existente en Bocachica entre los fuertes históricos San Fernando y San José fue profundizado a -15,2 m, y ampliado a 137 m, lo cual constituye el límite porque preocupa que cualquier dragado adicional socave la estabilidad de los muros que rodean los dos fuertes. El objetivo del nuevo canal es proveer una entrada independiente para manejar el volumen de tráfico previsto en Cartagena a largo plazo, con las características de los buques que se espera recalen en los terminales de la bahía de Cartagena en el futuro previsible.

2.2 PROYECCIONES DE TRÁFICO MARÍTIMO – BAHÍA DE CARTAGENA

2.2.1 Arribo de embarcaciones

En 2009 DIMAR registró 4.553 entradas de buques comerciales, más un adicional de 2.500 embarcaciones pequeñas y deportivas (Tabla 2.2.1). Considerando entradas y salidas el total de tránsitos de buques por Bocachica sería de unos 9.000 cruces. La proyección del tráfico

marítimo futuro consideró los planes maestros y proyecciones de terminales existentes y proyectados en otros sectores de la bahía (Puerto Bahía, REFICAR, Conectar y SPRC) y estudios de carga general de toda la bahía. Las proyecciones indican que el canal existente tendrá capacidad para operar hasta el año 2017 (Tabla 2.2.2).

Tabla 2.2.1 Buques entrados a la Bahía de Cartagena en 2009

Vessel Class	2009
Portacontenedores	1971
Cruceros	173
Carga General	1036
Tanqueros	325
Pesqueros	251
Gaseros LPG	116
Graneleros	110
Carga refrigerada	106
Remolcadores	100
De Vehículos	90
Cementeros	49
RO/RO	46
Otros (artefactos, dragas, etc.)	180
TOTAL	4,553

Fuente: Sociedad Portuaria Regional de Cartagena, 2010

Tabla 2.2.2 Proyecciones de arribos a la bahía de Cartagena

1: SPRC & CONTECAR					
TIPO DE TRÁFICO	2011	2015	2020	2025	2030
Portacontenedores					
Importación/Exportación	519,152	760,090	1,224,133	1,613,726	1,613,726
Transbordo	1,157,256	1,574,434	2,313,360	2,886,273	2,886,273
Total (TEU)	1,676,408	2,334,524	3,537,493	4,500,000	4,500,000
Arribos	3,516	2,850	2,766	3,418	3,345
Cruceros					
Pasajeros	302,500	600,000	1,331,000	1,610,510	1,610,510
Pasajeros / buque arribado	1,500	1,800	2,000	2,000	2,000
Arribos	202	334	666	806	806
2. Terminales privados y otros					
Terminales Existentes					
Total Arribos	2,656	3,228	4,120	5,259	6,711
3. Futuros Terminales (Potencial)					
Puerto Bahía					
Petroleros (MT)		5,200,000	6,636,664	8,470,252	10,810,427
Otros líquidos (Excl. Bunker)		1,000,000	1,908,030	2,377,752	2,963,112
Visitas		34	55	60	75
Arribos - Puerto Bahía		109	111	131	166
Terminal para contenedores de transbordo					
TEUS / año			500,000	1,520,875	3,059,023
Arribos Futuros al Terminal de Contenedores			625	490	984

4. Total Arribos

Año	2011	2015	2020	2025	2030
Total – Arribos / año	6,172	6,188	7,623	9,297	11,207
Tránsitos Estimados en Bocachica	12,344	12,375	15,245	18,594	22,414

Fuente: SPRC, Puerto Bahía, M&N, otros

2.2.2 Proyecciones del tamaño de los buques

Para fines de planificación a largo plazo, el buque más grande esperado en el nuevo canal sería el petrolero VLCC, seguido por el Super Post Panamax de 12.500 TEU y el tanquero Suezmax. En cuanto a criterios de diseño, se da especial atención a la superficie vélica de los cruceros por las condiciones del viento en la zona. Esto también se aplica a los cargueros de 6.000 vehículos, que es un barco de poco calado y también vulnerable a los vientos cruzados

A corto plazo el buque mayor sería un Panamax. Un canal de doble vía apto para Panamax serviría para buques Post Panamax en una sola vía si la profundidad del dragado es suficiente. Las refinerías existentes y los nuevos proyectos podrían recibir un buque Suezmax a plena carga (Tabla 2.3.1) si el nuevo canal cuenta con profundidad de 19,5 m. Por el volumen de tráfico esperado y la diversidad de buques, el nuevo canal puede tener a corto plazo una sola vía y la doble vía, como está previsto, en algún momento en el futuro.

2.3 CRITERIOS DE DISEÑO DEL CANAL

2.3.1 Ancho del canal

Con un canal de corta longitud y zonas de aguas abiertas en ambos lados, se puede programar que todos los buques Panamax o más grandes transiten por el canal en una sola vía, hasta que los niveles de tráfico exijan la doble vía; un canal de 200 m de ancho permitiría el tránsito en un sentido de Post Panamax, Suezmax y Panamax, y tráfico de dos vías a los buques pequeños.

Tabla 2.3.1 Requerimientos de calado y manga para los buques en la bahía de Cartagena (2011 – 2030)

Tamaño del buque (max)					
Clase de buque	2011	2015	2020	2025	2030
Portacontenedores					
Contenedores (TEU)	4,500	9,000	12,500	12,500	12,500
Calado plena carga (m)	12.00	13.70	15.20	15.20	15.20
Manga (m)	32.30	48.00	50.00	50.00	50.00
Cruceros					
Pasajeros	2,500	3,500	4,500	4,500	4,500
Calado plena carga (m)	8.23	9.14	9.14	9.14	9.14
Manga (m)	36.88	65.75	65.75	65.75	65.75
Tanqueros					
DWT	75,000	75,000	200,000	200,000	200,000
Calado plena carga (m)	12.50	12.50	18.50	18.50	18.50
Manga (m)	32.30	32.30	50.00	50.00	50.00
Graneleros					
DWT	40,000	75,000	130,000	130,000	130,000
Calado plena carga (m)	11.00	12.50	18.50	18.50	18.50
Manga (m)	28.00	32.30	46.00	46.00	46.00
Ro/Ro - Autos					
Capacidad	3,000	3,000	4,500	4,500	6,000
Calado plena carga (m)	9.50	9.50	9.50	9.50	10.50
Manga (m)	28.50	28.50	32.00	32.00	32.30

Proyecciones (Calado & Manga)					
Requisitos demanda	2011	2015	2020	2025	2030
Calado máximo (m)	12.50	13.50	18.50	18.50	18.50
Manga maxima (m)	36.88	65.75	65.75	65.75	65.75

Fuente: Moffatt & Nichol

2.3.2 Profundidad del canal

Siguiendo recomendaciones, la profundidad de dragado de diseño para cada una de las 3clases de buques debe ajustarse como se muestra en la Tabla 2.3.2.

Tabla 2.3.2 Profundidades de diseño recomendadas

Clase de Buque	Calado a plena carga (m)	Ajustes (m)			Profundidad de diseño del canal (m)
		Squat	Olas	Seguridad	
Panamax	12.50	0.65	1.60	0.60	15.35
Post Panamax – Cruceros	8.50	0.75	1.60	0.60	11.45
Post Panamax– portacontenedores	13.50	1.00	1.60	0.60	16.70
SPP - portacontenedores	15.20	1.15	1.60	0.60	18.55
Tanquero Suezmax	20.10	1.25	1.60	0.60	23.55
Tanquero VLCC	20.00	1.25	1.60	0.60	23.45

Fuente: Moffatt & Nichol, de PIANC 1997

2.3.3 Recomendaciones

A largo plazo

A largo plazo, se recomienda que la ubicación del canal permita expansión futura a anchos de 350 a 400 m y, de esta manera, el tránsito en doble vía de buques post Panamax. Cualquier barco más grande tendría que transitar el canal sin otros tráficos. La profundidad máxima potencial del canal será de 23,5 m, apta para tanqueros Suezmax a plena carga o un VLCC.

Necesidades inmediatas

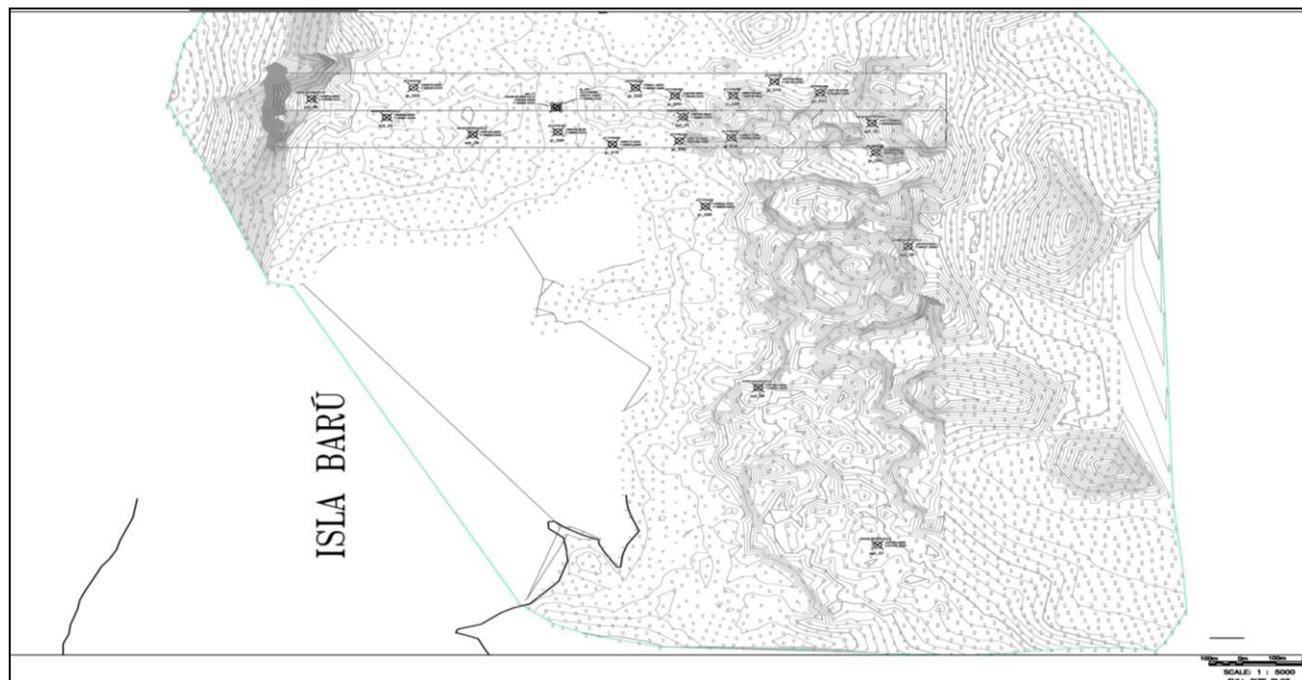
Considerando niveles de tráfico actuales y la corta extensión del canal de Varadero, se estima que un canal de 200 m de ancho representa un criterio razo-

nable para el desarrollo de la primera fase. Dadas las expectativas para recibir al mismo tiempo portacontenedores Post Panamax hacia 2014 o 2015, y tanqueros Suezmax, se recomienda una profundidad de dragado inicial de 19,5 m para evitar una nueva movilización de equipos poco después finalizar la obra inicial y que el canal existente en Bocachica puede seguir siendo utilizado para buques de crucero, embarcaciones menores y buques Panamax de contenedores

2.4 Investigaciones de Geotecnia

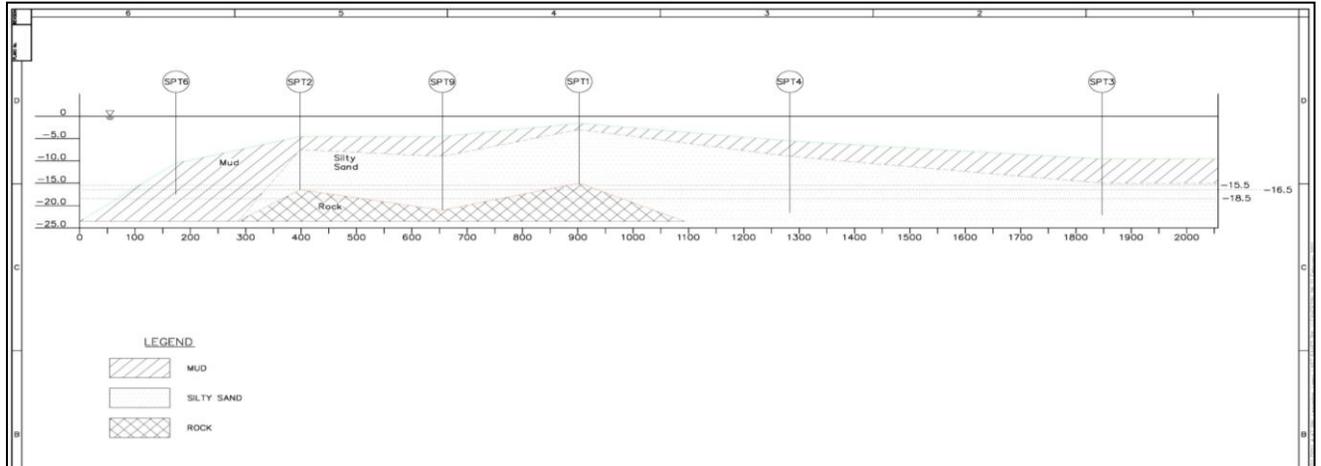
Se realizaron dos campañas de investigación de campo. La primera, en octubre/2009 con 9 perforaciones SPT y 13 sondas de lavado. La segunda, en marzo/2011 fue un programa más detallado de perforaciones para evaluar la profundidad de la roca dura y las características de los materiales por dragar.

Figura 2.4.1. Localización de perforaciones y sondeos realizados en 2009



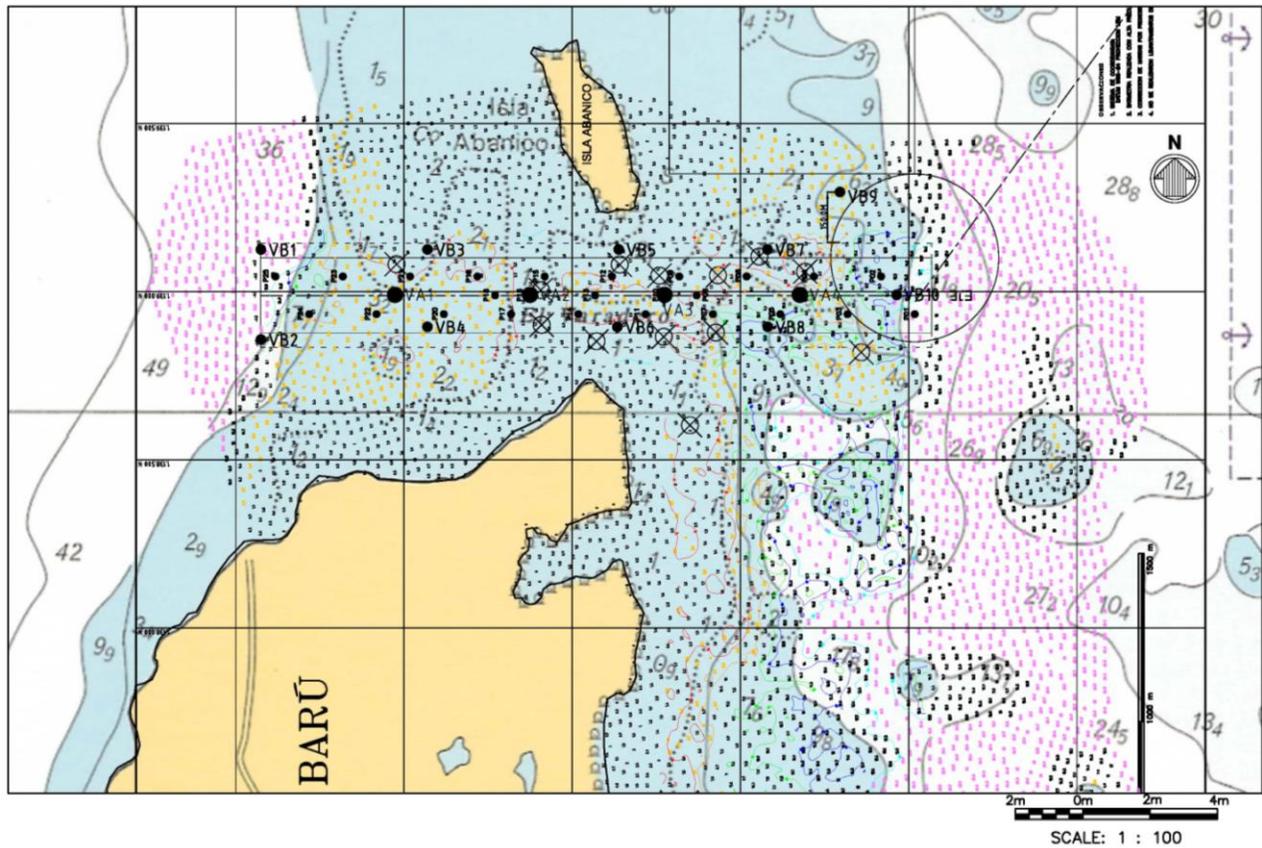
Fuente: CH PEREIRA, 2009

Figura 2.4.2. Resultados de los sondeos a lo largo de la alineación del canal propuesto



Fuente: CH PEREIRA, 2009

Figura 2.4.3. Propuesta de perforaciones adicionales para el informe de diseño



Fuente: Moffat & Nichol

Figura 2.4.4. Localización de puntos finales - Marzo 2011



Fuente: CH PEREIRA, 2009

2.4.1 Características de los materiales

Los últimos resultados de la perforación muestran las capas de arena con restos de roca de coral y en algunos casos de limos de baja plasticidad. La profundidad mínima a la roca fue encontrada en VB7 a -17,50 m. Como era de esperar, por la configuración de la bahía y la proximidad del Canal del Dique, se evidenciaron importantes cantidades de sedimentos en el interior del canal propuesto en los puntos 8, 9 y 10. El resto de

material es arena limosa, con un porcentaje promedio de 40.00% de limo.

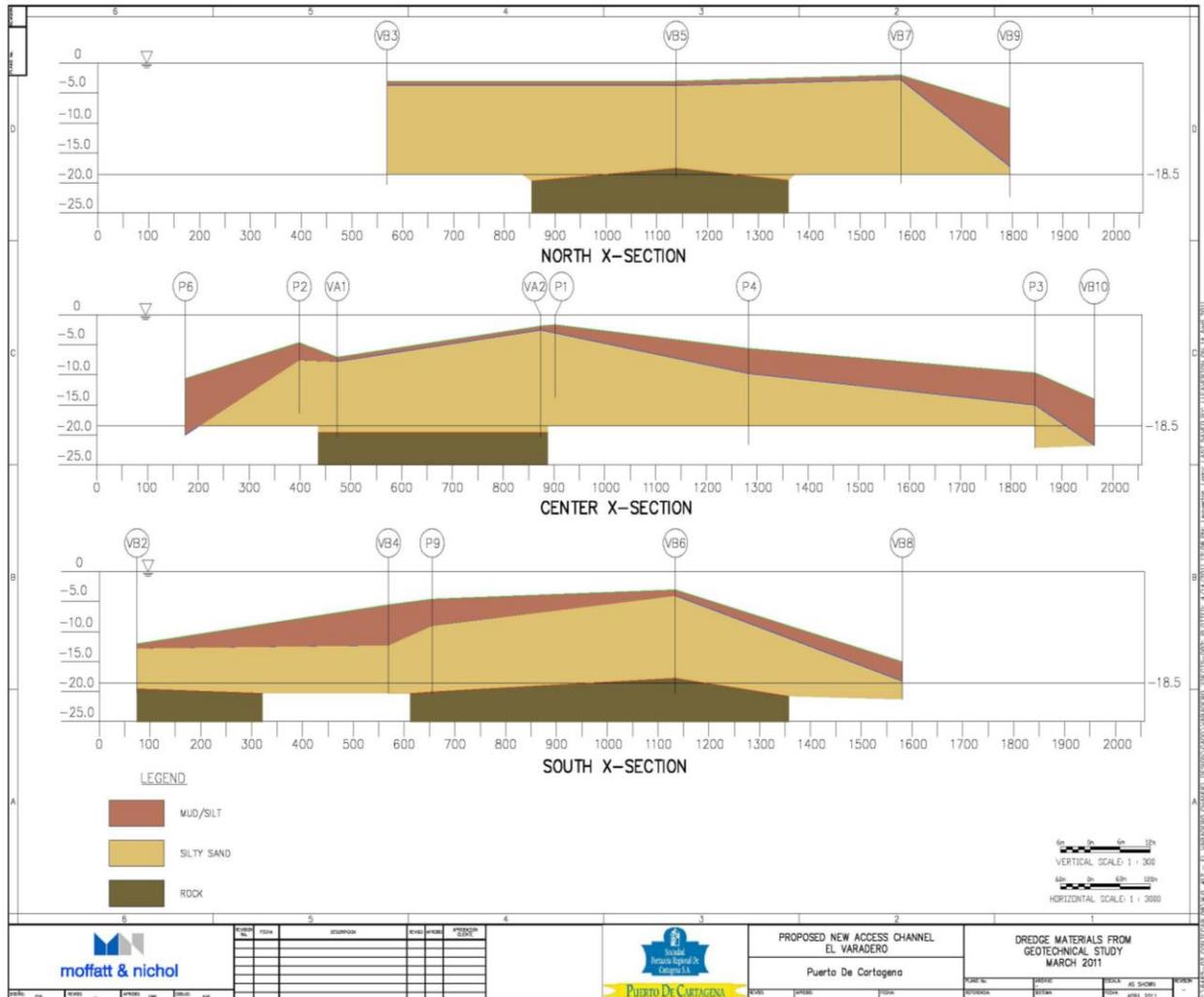
De acuerdo con los resultados de la perforación, hay una expectativa muy baja de que la roca se encuentra en elevaciones superiores a -17.50 m. Los sondeos también parecen indicar una capa de 1,00 a 1,50 m de roca erosionada antes de las capas duras. En la tabla y figura siguientes se muestran los resultados generales del estudio y las secciones típicas a lo largo de la línea central y límites norte y sur del canal.

Tabla 2.4.1. Resumen de los resultados de los sondeos – marzo 2011

Perforación	Profundidad del agua	Elevación roca (Por debajo de CD)		Comentarios
		Encontrada	Final	
VA1	7.00	19.50	20.25	Arena Limosa
VA2	1.80	19.50	20.25	Arena Limosa
VB2	12.00	19.50	20.25	Arena Limosa
VB3	3.00	20.25		Arena limosa, principalmente, No se encontró roca
VB4	5.50	20.25		Limos hasta -11.50, Luego arenas, No se hay roca
VB5	3.00	17.50	19.00	Arena Limosa hasta -11.50, Luego arena
VB6	3.00	17.75	20.25	Arena Limosa
VB7	2.00	20.00		Arena. Algunos sedimento, No se encontró roca
VB8	15.00	21.25		Principalmente limos, No se encontró roca
VB9	7.50	22.25		Principalmente limos, No se encontró roca
VB10	14.00	21.75		Principalmente limos, No se encontró roca

Fuente: CH Pereira

Figura 2.4.5. Secciones longitudinales



2.4.2 Calidad físico química de los materiales

Las estaciones de muestreo EV-4 y EV-5 están localizadas sobre el sitio del Varadero; la EV-4 del lado del canal que queda dentro de la bahía y la EV-5 del lado del canal mar afuera. La estación EV-6 está localizada

en la desembocadura del canal del Dique y se presenta para efectos comparativos. Para evaluar los resultados de las concentraciones de sedimentos, se comparan con los estipulados por la NOAA, reportados en las Screening Quick Reference Tables (SQRT) y definidos así:

- 1) **BACKGROUND:** Línea base o fondo.
- 2) **THRESHOLD EFFECTS LEVELS (TEL):** Es la concentración por debajo de la cual rara vez se espera que ocurran efectos adversos.
- 3) **PROBABLE EFFECTS LEVELS (PELs):** Es el nivel por encima del cual, frecuentemente se espera que ocurran efectos adversos.
- 4) **THE APPARENT EFFECT THRESHOLDS (AETs):** Concentración por encima de la cual siempre se esperan efectos adversos a un indicador biológico, debido a la exposición a un contaminante, de una compilación

Tabla 2.4.2. Comparación de resultados con la norma para sedimento marino

Parámetros	Unidades	ESTACIONES			NORMA				
		EV-4	EV-5	EV-6	NOAA (SQRT)				
		131786	131787	131788	Background	TEL	PEL	AET	
Interés Sanitario	Cadmio	mg/Kg	<0,040	<0,040	<0,040	0,1-0,3	0,676	4,21	3,0 N
	Cobre	mg/Kg	<u>41,175</u>	<u>17,141</u>	<u>51,048</u>	10,0-25,0	18,7	108,2	390 MO
	Cromo VI	mg/Kg	<0,001	<0,001	<0,001	-	-	-	-
	Cromo Total	mg/Kg	<u>86,986</u>	<u>32,354</u>	<u>104,240</u>	7,0-13,0	52,3	160,4	62,0 N
	Mercurio	mg/Kg	<0,0011	<0,0011	<0,0011	0,004-0,051	0,13	0,696	0,410 N
	Plomo	mg/Kg	<0,1	<0,1	<0,1	4,0-7,0	30,24	112,18	400 B
	Zinc	mg/Kg	<u>181,302</u>	63,550	177,792	7,0-38,0	124,0	271,0	410,0 I
	Sulfuros	mg/Kg	< 1,0	< 1,0	< 1,0	-	-	-	4,5 O

B: Bioensayos con Bivalvos; N: Bioensayos con el género Neanthes; M: Bioensayo Microtox; O: Bioensayos con Larvas de Ostra; I: Impacto sobre la comunidad infaunal

Fuente: Hidrocaribe Ltda, 2011

De la anterior tabla se puede concluir que hay presencia de metales en los sedimentos por remover. Estos metales son el cobre, el cromo total y el zinc; los demás metales están por debajo del nivel de detección. La menor concentración en todos los metales están en la estación EV-5, sobre el canal en el lado de mar afuera; en la estación EV-4, dentro de la bahía, y en la EV-6, junto al canal del Dique, los valores siempre son más altos, lo que indica que el origen de esos metales son las descargas del canal del Dique en la bahía.

Las concentraciones en la estación mar afuera están por debajo del valor TEL de la NOAA, valor por debajo del cual rara vez se espera que ocurran efectos adversos. Las concentraciones dentro de la bahía están por debajo del valor PEL de la NOAA, valor por encima del cual se espera que ocurran efectos adversos con alguna frecuencia. Estas concentraciones en sedimentos

también están en concordancia con los resultados de las concentraciones en agua para los mismos parámetros en los mismos puntos. El análisis del Índice de Calidad del Agua -ICA- califica como BUENA la calidad del agua en la zona del canal.

Con base en lo anteriormente señalado, se puede esperar que no existan efectos deletéreos por la remoción de los sedimentos del canal El Varadero durante las operaciones de dragado proyectadas. Adicionalmente, y como se presentará más adelante, está previsto que la capa superficial de sedimentos finos, que es donde se evidencia la presencia de metales, será dispuesta en un botadero ubicado a más de 15 km mar afuera, de tal manera que se reduzca aún más la posibilidad de que se presenten efectos adversos por la operación del dragado.

2.5 ANÁLISIS AMBIENTAL

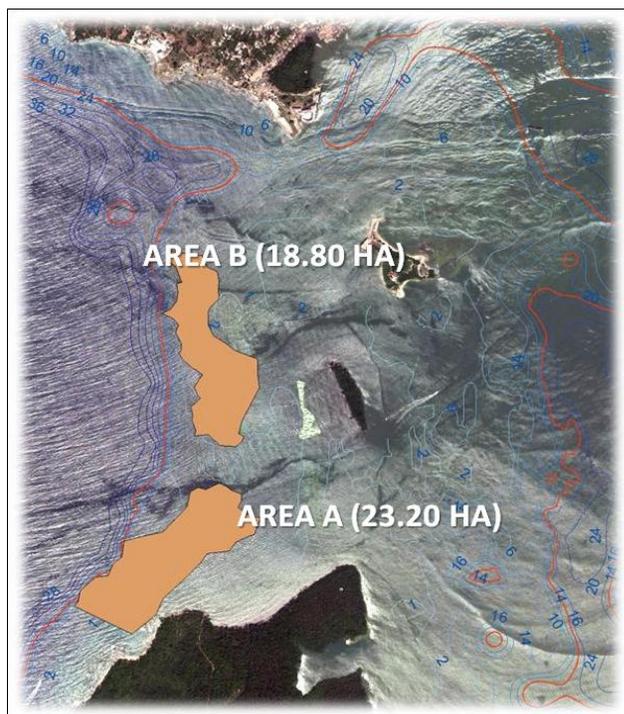
2.5.1 Línea base preliminar

En los trabajos de campo para caracterizar el área de influencia del proyecto, se adelantó un reconocimiento de los ecosistemas marinos en la zona de probable dragado para la construcción del canal. Los resultados indicaron la presencia de colonias de coral en las zonas de mar entre Bocachica y la zona del canal, varios de los cuales se encontraban dentro de la alineación preliminar seleccionada para el nuevo canal.

2.5.2 Investigación detallada para la línea base

La investigación adicional identificó las dos principales áreas de coral. La Zona A comprende un área de 23,2 hectáreas de arrecife coralino, y se extiende hacia el sur a todo lo largo de la costa este de la Isla de Barú. La Zona B comprende una extensión de arrecife coralino de 18,80 hectáreas y cubre un área entre el sector El Varadero y el canal de Bocachica, sobre el costado occidental de las islas Abanico y Draga.

Figura 2.5.1. Áreas de arrecifes coralinos establecidas en la segunda investigación



Fuente: Hidrocaribe Ltda. (2011)

Tabla 2.5.1. Coberturas de coral en la zona del proyecto

Variable	Zona A	Zona B
Area (ha)	23,2	18,8
Cobertura viva (%)	74,44	33,38
Cobertura coralina (%)	37,55	25,84
Cobertura abiótica (%)	25,56	66,62
No. especies de coral	31	20
Densidad (colonias/m ²)	2,76	1,85

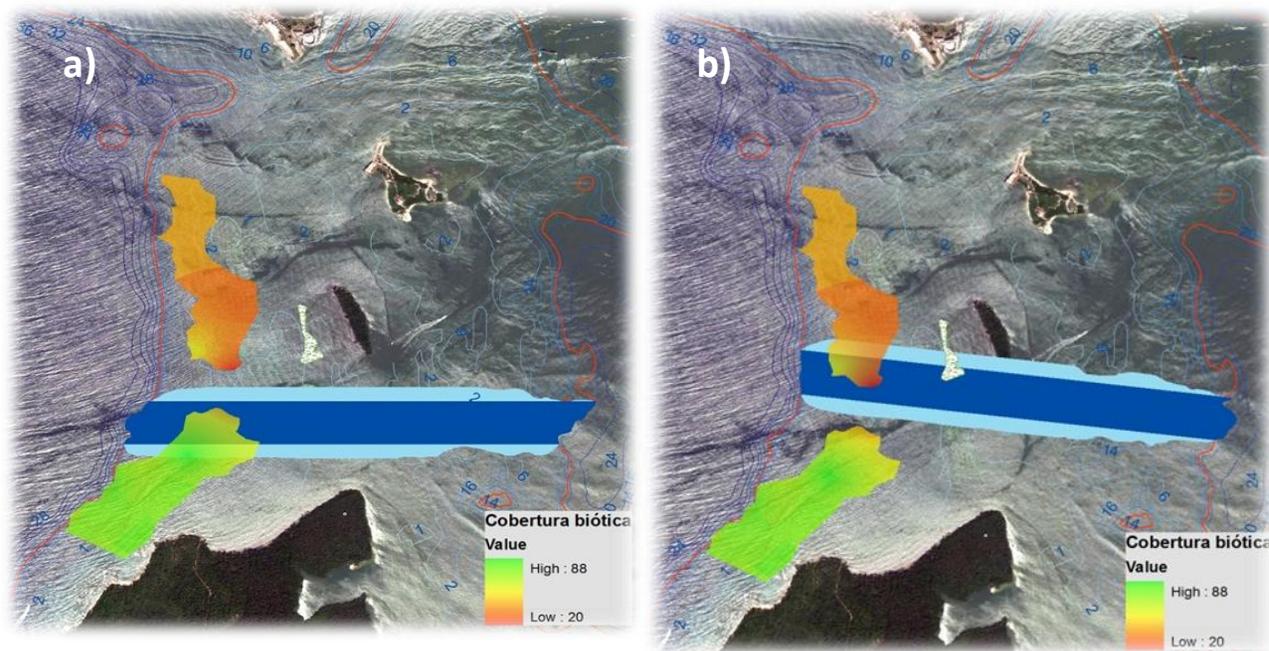
Fuente: Hidrocaribe Ltda. (2011)

2.5.3 Reubicación del canal para mitigar los impactos

La ubicación inicial del canal respondió a los criterios técnicos de buscar la mejor orientación del alineamiento del canal para facilitar el tránsito de las embarcaciones y buscar la menor cantidad de obra para las actividades de dragado. Cuando se superpone el canal en esta posición sobre la ubicación de las formaciones coralinas se observa claramente que hay una afectación a la Zona A, que es donde se encuentran las colonias de corales en mejor estado.

Luego de evaluar varias alternativas de reubicación del canal se concluyó que la mejor opción es reubicarlo a unos 50 metros desde el límite norte de la Zona A, como se muestra en la figura siguiente.

Figura 2.5.2. Localización inicial a) y reubicación b) del canal



Fuente: Hidrocaribe Ltda. (2011)

2.5.4 Reubicación de los corales impactados

Aunque nuevo en Colombia, la reubicación de las formaciones de coral y arrecifes es una técnica bien establecida en el Caribe, Florida, el Medio Oriente y otros lugares. El Estado de Florida (EE.UU.) ha establecido directrices para el procedimiento, que básicamente consisten en el levantamiento de las colonias de coral y las rocas bajo el agua y su transporte a una nueva ubicación con condiciones ambientales y de calidad del agua, similar o mejor que la de su posición original.

En consecuencia, en el capítulo 7. Plan de Manejo Ambiental de este informe se hace una amplia exposición sobre la metodología que se recomienda aplicar para la translocación de los corales vivos o en peligro de extinción dentro del área del proyecto. Igualmente, se indica en el Capítulo 8. Plan de Monitoreo de este informe el procedimiento para hacer el seguimiento de los corales trasladados.

Teniendo en cuenta la posibilidad de que este nuevo canal de El Varadero deba ser ampliado en algún momento en el futuro, también se recomienda que la remoción y traslado de las formaciones de coral tam-

bién incluya a aquellas colonias localizadas en la franja de la futura expansión.

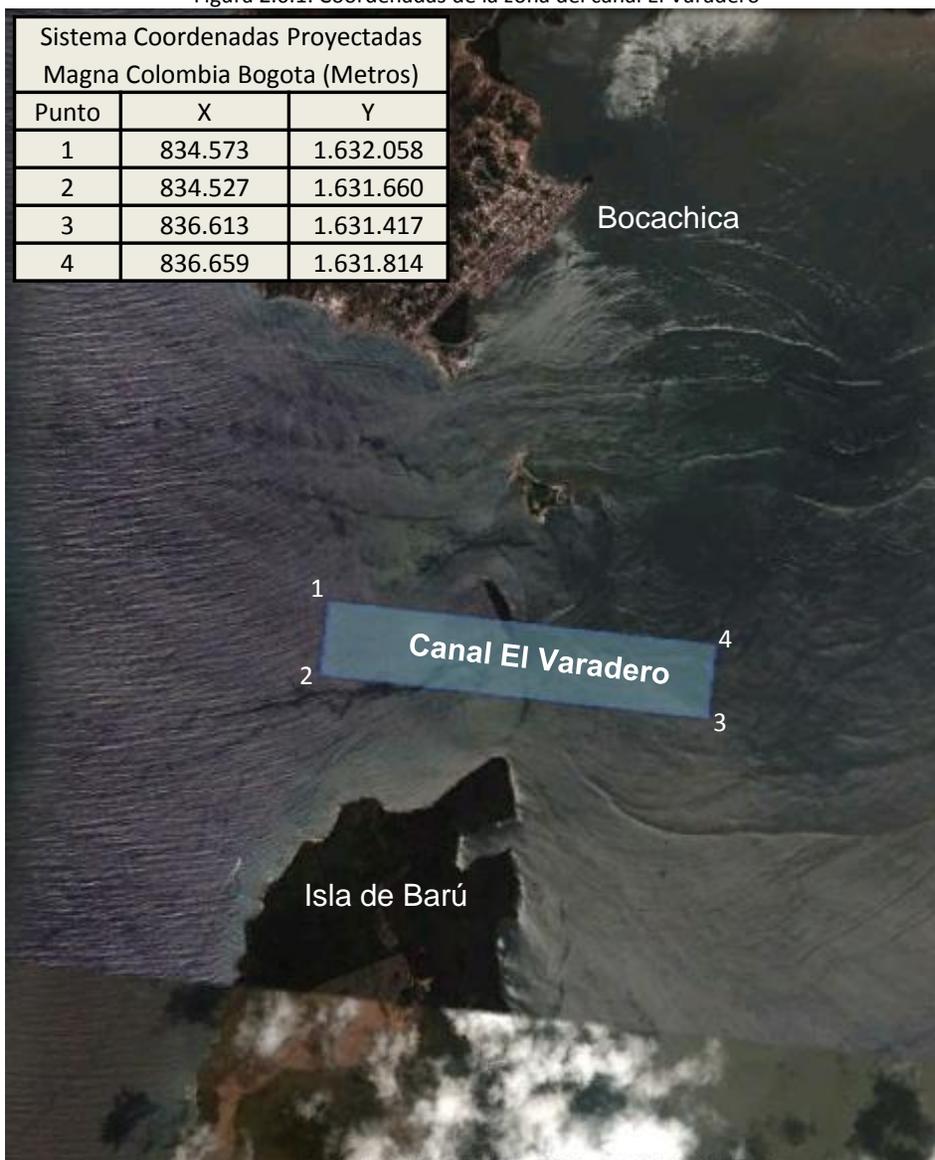
2.6 DISEÑOS PRELIMINARES DEL CANAL

Basándose en las evaluaciones del tamaño del buque, en las proyecciones de tránsito de embarcaciones y en las consideraciones ambientales, se recomienda un canal de 200 m de ancho para el desarrollo de la primera fase, dragado a una profundidad de 19,50 m. En algún momento en el futuro, el canal puede ser ampliado a una anchura máxima de 400 metros y una profundidad de 23,50 m. Sin embargo, si este nuevo canal El Varadero se utiliza junto con el actual canal de Bocachica, es muy poco probable que la expansión más allá de la anchura y la profundidad iniciales sea necesaria antes de por lo menos 20 años, y posiblemente más tiempo.

2.6.1 Localización

La localización del canal está definida con base en el recuadro de los puntos 1 al 4 de la Figura 2.6.1. También se indican las coordenadas en el sistema Magna Sirgas.

Figura 2.6.1. Coordenadas de la zona del canal El Varadero

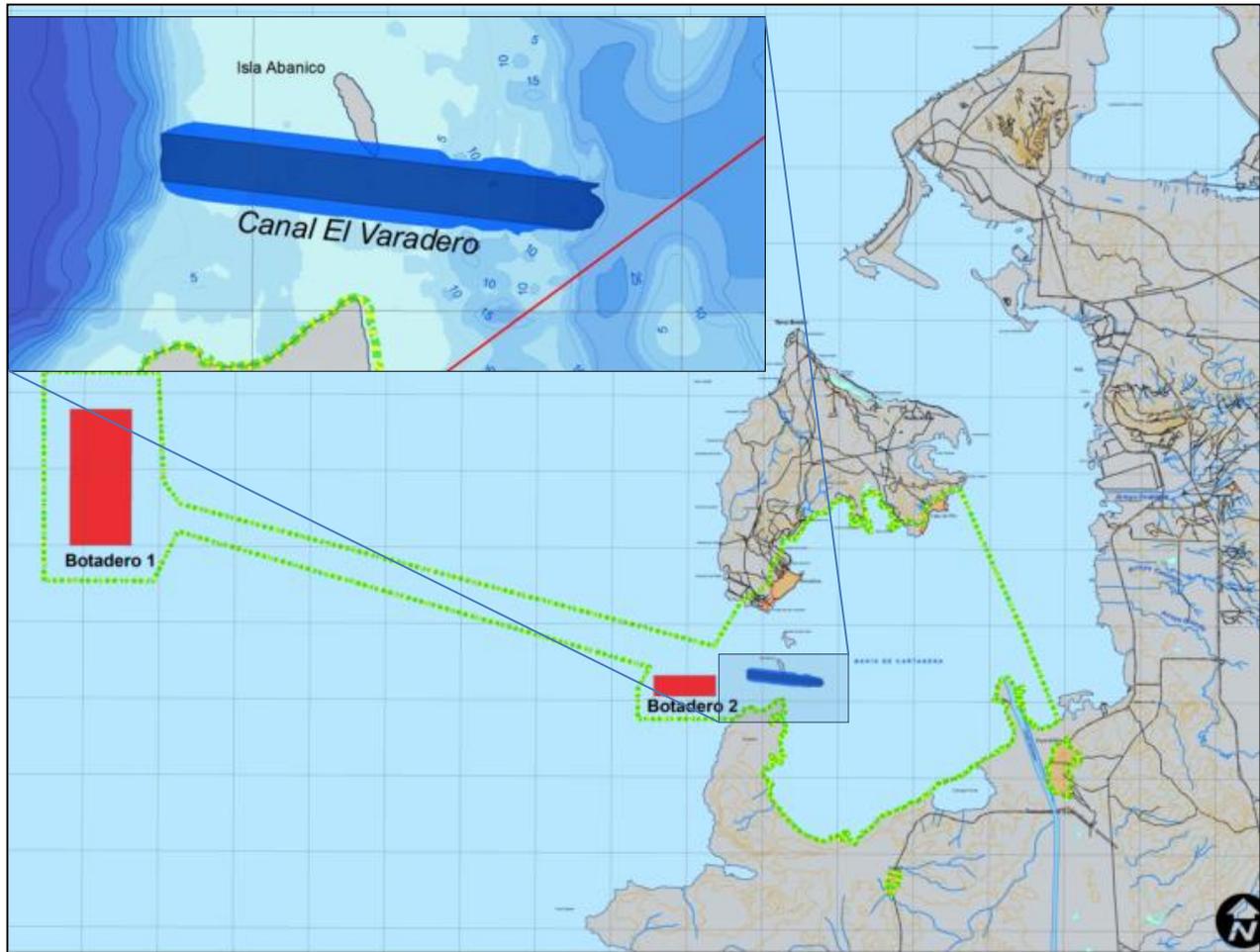


Fuente: Hidrocaribe Ltda. (2011)

En la figura siguiente se muestra la posición detallada del canal en relación con el entorno de la bahía y el entorno de ciudad, así como de los botaderos que se han dispuesto para disponer el material de dragado. La extensión del canal se ha estimado de manera prelimi-

nar en unos 2.000 m aproximadamente; la extensión definitiva, así como su posición exacta deberá ser confirmada cuando se hagan los levantamientos batimétricos y de posicionamiento, previos a la ejecución de los dragados.

Figura 2.6.2 Localización general y detallada del canal El Varadero

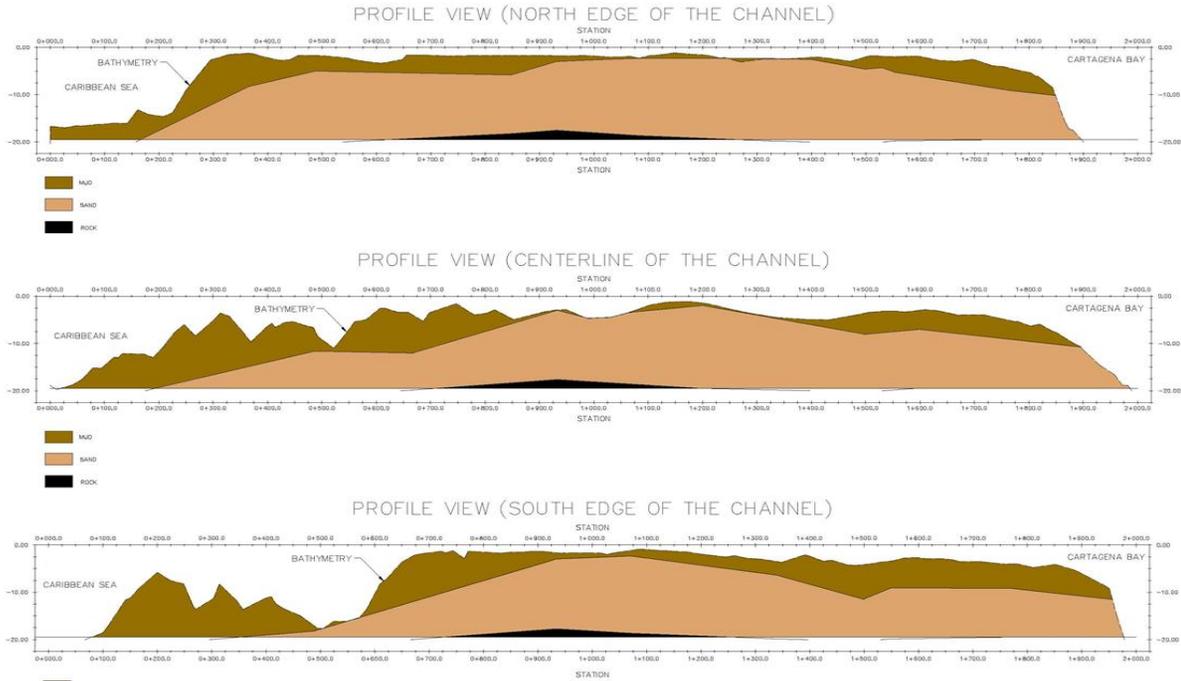


Fuente: Hidrocaribe Ltda, (2011)

Con base en la batimetría disponible y en el alineamiento del canal se levantaron perfiles longitudinales y secciones transversales típicas de la primera fase de proyecto, junto con una indicación de los materiales

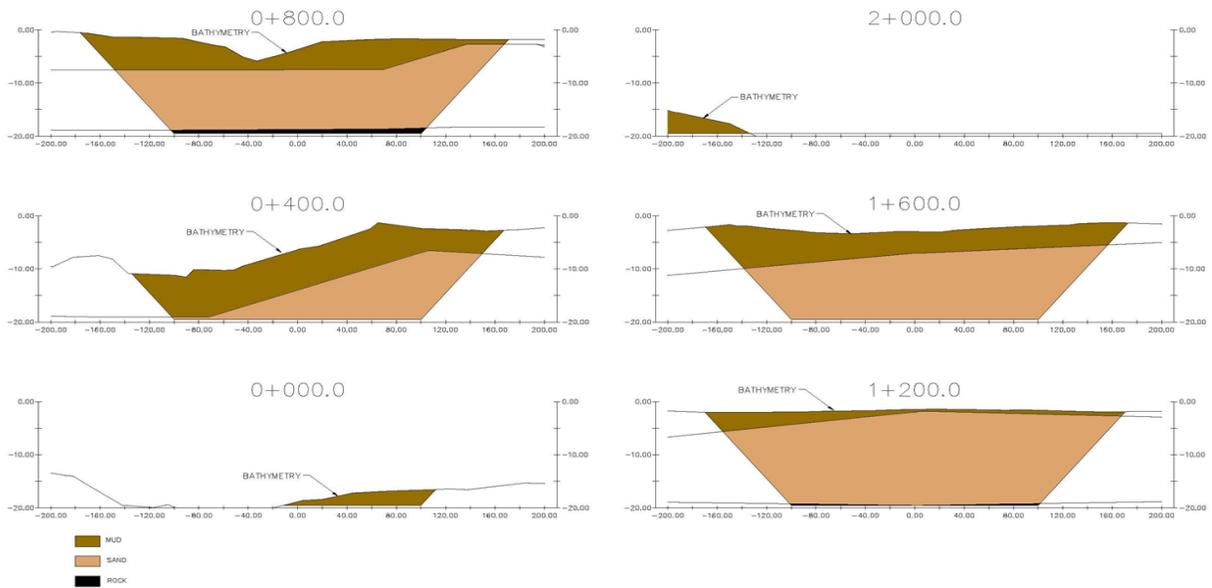
que se espera encontrar durante la ejecución de los trabajos de dragado. Estos levantamientos se presentan en las figuras siguientes.

Figura 2.6.3 Perfiles longitudinales del canal



Fuente: Moffat & Nichol

Figura 2.6.4 Secciones transversales del canal



Fuente: Moffat & Nichol

2.6.2 Volúmenes de dragado

Con las dimensiones (200 m de ancho y 19,50 m de profundidad, pendientes laterales 1V: 3H) y reubicación del canal, y considerando la información geotécnica disponible en este momento, se espera dragar los siguientes volúmenes:

Limos blandos	1,930,000 m ³
Arenas y arenas limosas.....	5,100,000 m ³
Roca erosionada.....	95,500 m ³
Total (cifra redondeada).....	7,125,500 m³

Fuente: Moffatt & Nichol

2.6.3 Opciones de equipo de dragado

Información sobre criterios de selección

La información geotécnica indica la presencia de 3 categorías principales de material en la zona de dragado:

- Limos blandos y lodos, al nivel de diseño del dragado hacia el este y oeste del canal y hasta una profundidad de unos 1,60 m sobre toda el área de dragado
- Limosa arenas, limos, con una composición promedio del orden de 40%
- Roca de coral Erosionada, similar a la expuesta en la línea de costa y al material encontrado en los recientes trabajos de dragado de Bocachica.

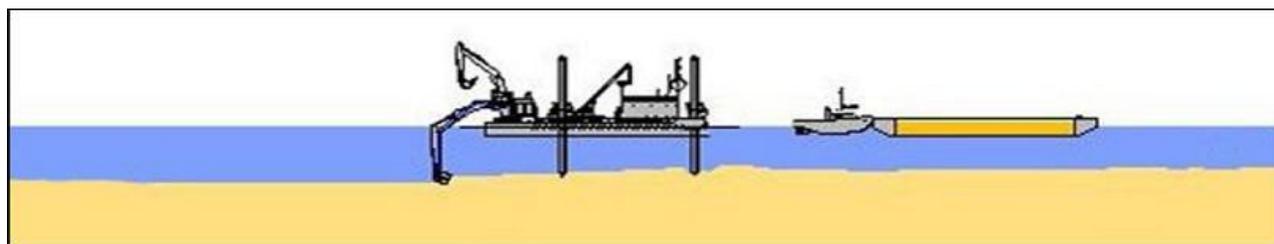
Para este proyecto, los siguientes parámetros son fundamentales en la selección del equipo de dragado

- Las zonas de disposición del material se encuentran a unos 6,0 millas del sitio de dragado
- Gran parte de los 2,0 km de canal propuesto están en aguas muy poco profundas
- La variación de las mareas es insignificante
- No hay preocupaciones serias con el tráfico marítimo en el área de trabajo
- Las áreas en los alrededores de la zona del proyecto son sensibles al medio ambiente
- Los dos fuertes cerca de Bocachica son de gran importancia histórica
- Hay tres categorías principales de los materiales, lodo, arena limosa y roca erosionada en porcentajes de aproximadamente el 16%, 80% y 4% respectivamente.
- La fracción limosa de las arenas es en promedio del 40%.
- El sitio original cerca de la costa para disponer el material rocoso afecta a las formaciones de coral en la zona A.

Capa de Lodo

Los sedimentos blandos serán dispuestos en el Botadero 1, en mar afuera, ya que no son aptos para recuperar o restaurar playas. La remoción puede ser con equipo tipo *backhoe* (retroexcavadora sobre barcaza de la Figura 2.6.5), que tiene un mayor porcentaje de retención de sólidos que una draga de corte y succión.

Figura 2.6.5 Modelo de draga tipo *backhoe*



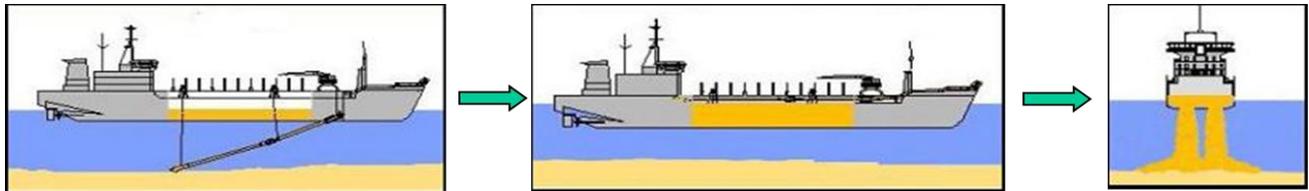
Fuente: SPRC, 2010

Dragado general

Dada la distancia al botadero y la necesidad de eliminar unos 6,6 millones de m³ de material, una gran draga de succión en marcha (Figura 2.6.6) es apropiada para las

arenas y limos arenosos. Los resultados de la perforación muestran valores de SPT en el rango de 3 a 20 golpes por 15 cm, lo cual indica que una draga de succión en marcha de capacidad y tamaño apropiados puede ser usada para remover este material.

Figura 2.6.6 Modelo de una draga de succión en marcha



Fuente: SPRC, 2010

Algunos aspectos importantes del método de succión en marcha son:

- La eliminación completa o formaciones de coral antes de los trabajos de dragado
- Profundidad requerida para acceder a la zona de dragado
- La profundidad del agua en la zona de descarga
- La falta de restricciones en el área de maniobras.
- Un volumen suficiente para justificar los costos de movilización y desmovilización

Para este proyecto la profundidad inicial es baja, entre 1,5 y 3,0 m. Las dragas de succión en marcha de mediano y gran tamaño, con capacidad de tolva de 8.500 a 12.000 m³, requieren 8,0 a 10,0 metros de profundidad y no podría trabajar con las profundidades existentes. Por lo tanto, con una draga de corte y succión más pequeña o una tipo *backhoe* se permitiría el acceso de la draga más grande al área de trabajo principal.

Existe la opción de usar la draga *backhoe* en todo el proyecto, cargando barcasas de tolva con un calado de unos

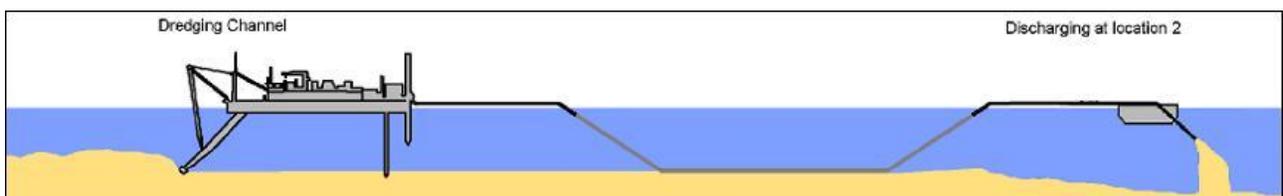
3,0 a 5,0 m. Sin embargo, la productividad es menor y puede no ser aceptable por sus altos costos.

Rocas

De acuerdo con la última evaluación geotécnica se pueden encontrar afloramientos aislados de roca coralina erosionada en profundidades por debajo de -17,50 m. Sin embargo, en todos los casos, el equipo de perforación fue capaz de penetrar las capas de roca de al menos 1,50 m, lo que indica alta probabilidad de que estos materiales puedan ser removidos sin necesidad de recurrir a la perforación y/o voladura.

Este material es, probablemente, demasiado consolidado como para ser removido por una draga de succión en marcha, pero si está a menor profundidad que la del proyecto, se podría manejar con una *backhoe* de agua profunda, una draga de corte y succión (Figura 2.6.7) o una de cuchara con un cubo más pequeño con los dientes.

Figura 2.6.7 Modelo de draga de corte y succión



Fuente: SPRC, 2010

Teniendo en cuenta que no se tomaron núcleos de roca en la segunda investigación geotécnica, se recomienda hacer una caracterización más detallada de los materiales duros, antes de publicar documentos de licitación

para este proyecto, con el objeto de determinar de la Denominación de Calidad de la Roca (RQD) y otros criterios estándar que se utiliza para el dragado en roca y materiales duros.

2.7 DISPOSICIÓN DEL MATERIAL DRAGADO

Según la información disponible, los materiales de dragado incluyen limos, arenas con contenidos de limo hasta aproximadamente el 40% y algunos fragmentos de roca de coral blando. Teniendo en cuenta el alto contenido de sedimentos en las arenas, todo indica que aproximadamente el 55% de los materiales de dragado, es decir, entre 3,5 y 3,75 millones de m³ están constituidos por materiales que podrían catalogarse como de uso beneficioso, aceptables para cualquier proyecto de recuperación de tierras.

Es claro que se preferiría la utilización de esos materiales frente a la alternativa de eliminarlos mar afuera. Lo ideal sería que se pudieran aprovechar para recuperación o restauración de frentes de playas o para ampliar instalaciones industriales existentes o, incluso, para generar terrenos nuevos que podrían suplir necesidades de áreas con destino a usos comerciales, recreativos o ambientales, o incorporarlos a la actividad económica de la bahía

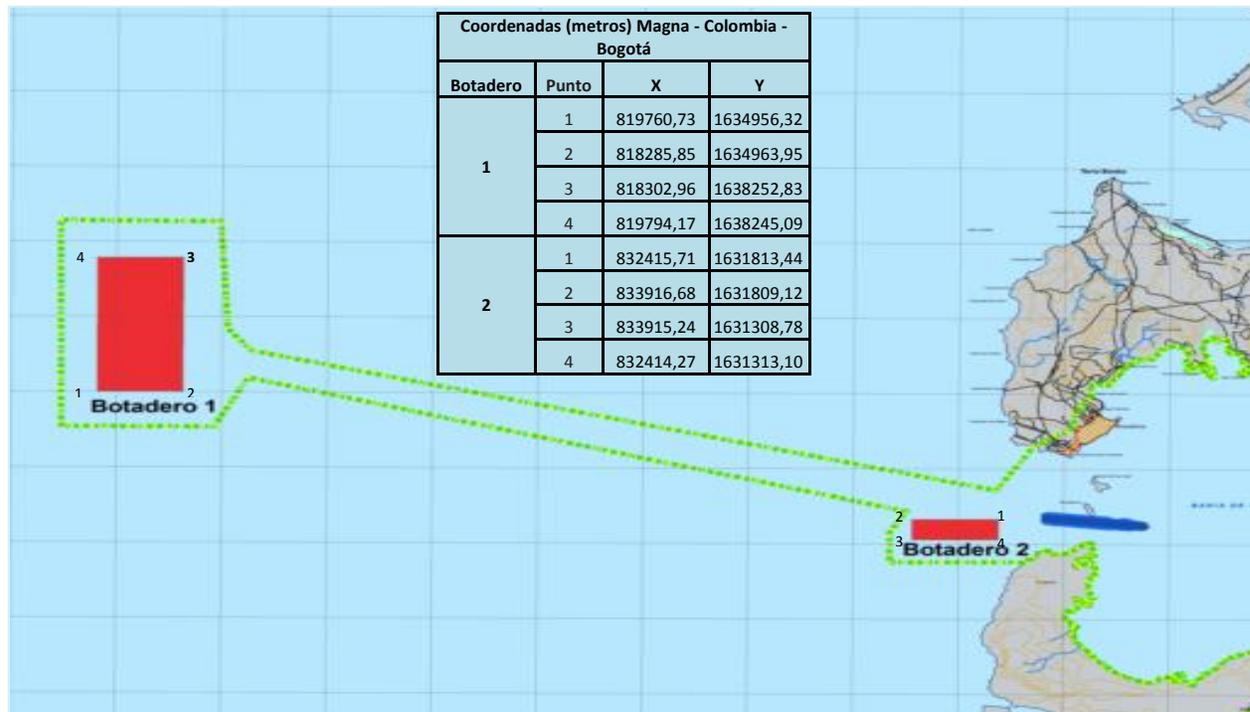
de Cartagena con desarrollos industriales y/o portuarios. Sólo una pequeña fracción de este volumen será utilizado para proteger la isla Abanico y para conservar las playas de Bocachica, como una medida de compensación acordada con la comunidad. Los detalles de este uso se presentan más adelante en este capítulo y en el capítulo 7. Plan de Manejo Ambiental.

En tanto se definen proyectos dentro de la bahía de Cartagena que promuevan la utilización de esos materiales aptos para la construcción y evitar que se pierdan, se han seleccionado dos sitios mar afuera para disponerlos:

- Botadero 1, en aguas profundas (-150 m), a unos 15 km al NW del sitio de dragado.
- Botadero 2, en aguas menos profundas (-60 m) a unos 700 m al oeste del sitio de dragado

En la Figura 2.7.1 se presenta la localización de los dos botaderos propuestos con las coordenadas en el Sistema Magna Sirgas.

Figura 2.7.1 Localización y coordenadas de los botaderos propuestos para los materiales de dragado



Fuente: Hidrocaribe Ltda. 2011

A continuación se presentan las características de cada uno de los botaderos. El Botadero 1 ya cuenta con per-

misos; de hecho, se está utilizando actualmente para verter los materiales de dragado en la zona de la Socie-

dad Portuaria Regional de Cartagena. En cambio, el Botadero 2 constituye una propuesta de este EIA. Para sustentar esta propuesta se realizaron modelaciones de la dispersión de sedimentos. Más adelante se presenta un resumen de esta modelación; el texto completo del informe se presenta en el Anexo 2-1.

2.7.1 Botadero 1

Está ubicado mar afuera a 15 km al NE del canal El Varadero y por debajo del veril de los 150 metros. Este botadero (Figura 2.7.1) inicialmente fue autorizado por DIMAR (1994)² para el descargue de limos y lodos y demarcado con las siguientes coordenadas.

Punto	Longitud Oeste	Latitud Norte
1	75° 44' 11"	10° 20' 00"
2	75° 44' 11"	10° 21' 37"
3	75° 43' 22"	10° 21' 37"
4	75° 43' 22"	10° 20' 00"

Algunos documentos (Resolución 783/1997 del MAVDT y Concepto Técnico 0421/2010) del Expediente 453 INVIAS que lleva el MAVDT, mencionan estas coordenadas para designar un botadero de materiales de dragado en mar abierto, pero con un cambio en la coordenada de la latitud Norte del punto 4 anunciándola como 10° 21' 00", lo que presumiblemente es un error de transcripción por la autoridad ambiental.

Para este proyecto se utilizaron las coordenadas de la autoridad marítima y se convirtieron al sistema Magna Sirgas. Actualmente esta zona de botadero está siendo utilizada para la recepción de materiales finos de trabajo de dragado que se hacen en Contecar y otros.

2.7.2 Botadero 2

Este sitio se propone para aprobación por parte de las autoridades ambientales y marítimas. Su profundidad está entre 60 y 90 metros y se ha cuidado de que esté lejos de las formaciones coralinas que se encontraron en la zona del proyecto. Está dispuesto para que se viertan los materiales arenosos y rocosos que están por debajo del estrato superficial fino. Si se toman decisiones para darle utilización a este material, guardando las debidas

consideraciones del uso reglamentado del suelo, del manejo ambiental y de autorizaciones por parte de los entes competentes, este botadero no sería utilizado en este proyecto.

2.7.3 Modelación de la dispersión de sedimentos en el Botadero 2

2.7.3.1 Condiciones del modelo

Para determinar la dispersión de los sedimentos cuando se dispongan en el botadero se utilizó el modelo numérico MOHID, del Instituto Superior Técnico – Facultad de Ingeniería Ambiental y Mecánica – Grupo de Modelamiento de Ambientes Marinos (Portugal), e Hidromod Ltda. (Portugal). Para los datos batimétricos del modelo se integraron batimetrías existentes en cartas náuticas: COL 042, COL 261, COL 409 y la batimetría levantada por Hidrocaribe en enero de 2011.

Las condiciones de contorno de nivel del mar para la malla fueron obtenidas a partir de la generación de series de marea astronómica utilizando un método de interpolación basado en el modelo AG95.1 desarrollado por Andersen et al. (1995), que utiliza la base de datos "Grenoble". Las fechas de inicio y fin del proceso de generación de las series de marea astronómica en los contornos han de especificar un período de tiempo que incluya el tiempo de simulación para la ejecución de los modelos hidrodinámicos, para asegurar que las condiciones de contorno abarquen todo el período de estudio.

2.7.3.1 Definición de escenarios

Esta definición consideró el régimen de los vientos, que en la zona es estacional. A partir del análisis de los promedios diarios medidos por el satélite QUIKSCAT para la Bahía de Cartagena, se definieron 7 escenarios de viento considerados en las simulaciones numéricas de dispersión y transporte de sedimentos (Tabla 2.7.1). Como se puede observar, los escenarios definidos están presentes en las diferentes épocas del año.

En cuanto a características de los sedimentos vertidos, se consideraron dos tipos, que corresponden al material encontrado en la evaluación geotécnica (numeral 2.4) en los estratos por dragar para el canal y que van a ser depositados en el Botadero 2:

- Limos con diámetro medio (D_{50}) de 0.04 mm
- Arenas finas con diámetro medio (D_{50}) de 0.1 mm.

² Concepto Técnico 4122 DIMAR-DILEM de Diciembre 02 de 1994

El caudal de vertido por parte de la draga es del orden de los 600 m³/h, a una profundidad de 10 m, en el punto donde se definió el vertido, que corresponde a -75.5936 W y 10.3050 N.

Tabla 2.7.1. Escenarios de viento considerados en las simulaciones numéricas

CASO	Intensidad Viento (m/s)	Dirección (°)	Probabilidad de Ocurrencia durante el año (%)	Época Predominante
01	10	NE (45)	48.63 %	Seca – Transición - Húmeda
02	10	ENE (67.5)	26.65 %	Seca-Transición-Húmeda
03	6	NNE (22.5)	7.7 %	Húmeda-Seca
04	7	E (90)	5 %	Transición-Húmeda
05	5	WSW (247.5)	3.0 %	Húmeda
06	5	ESE (112.5)	2.2 %	Transición-Húmeda
07	5	SW (225)	1.1 %	Húmeda

Fuente: Hydroceanica, 2011

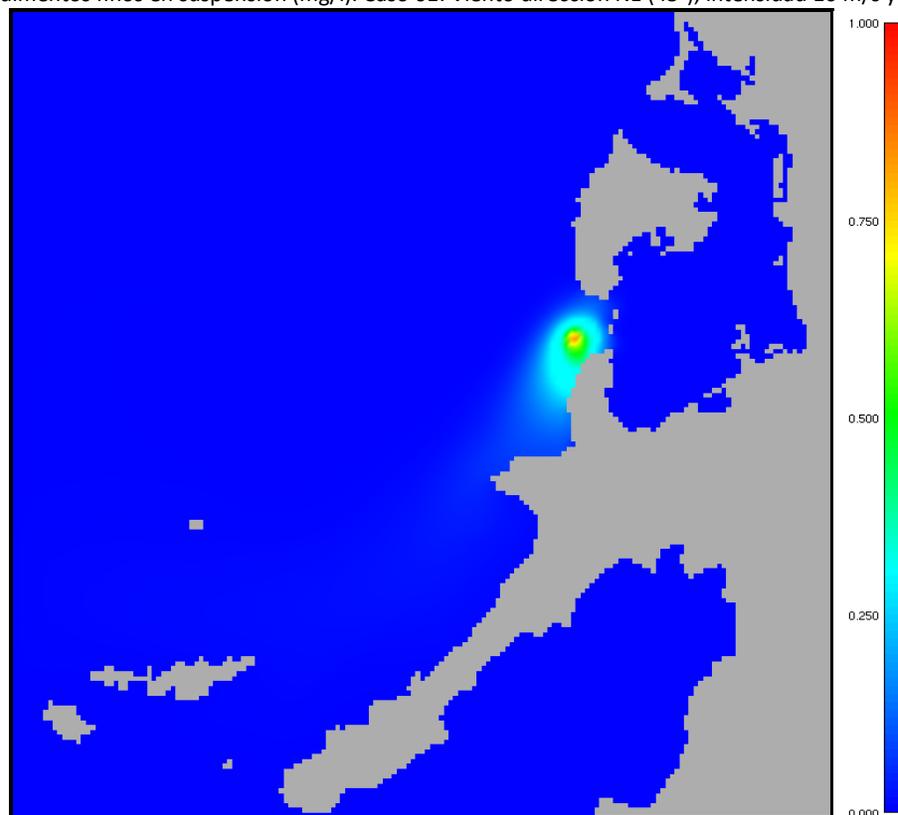
2.7.3.2 Resultados

Los resultados de la evolución de la pluma de sedimentos en la zona de Botadero 2 presentan (1) la dispersión de la pluma de sedimentos finos (limos) y gruesos (arenas), en términos de mg/litro, y (2) la depositación de sedimentos en el fondo, en términos de Kg/m². En ambas situaciones se presentarán también, los resultados de la depositación de los sedimentos en el fondo.

- **Dispersión de sedimentos finos**

La figura siguiente resume el comportamiento de la pluma para un poco más del 82% del tiempo con predominancia de vientos del ENE, NE y NNE. Se observan dos aspectos interesantes: a) la concentración de los sólidos suspendidos se reduce pronto a valores extremadamente bajos entre 0,2 y 0,5 mg/l; b) el modelo detecta que la pluma de sedimentos, con esas concentraciones apenas perceptibles, se recuesta sobre el norte de isla de Barú.

Figura 2.7.2. Sedimentos finos en suspensión (mg/l). Caso 01: Viento dirección NE (45°), intensidad 10 m/s y frecuencia 48,6%

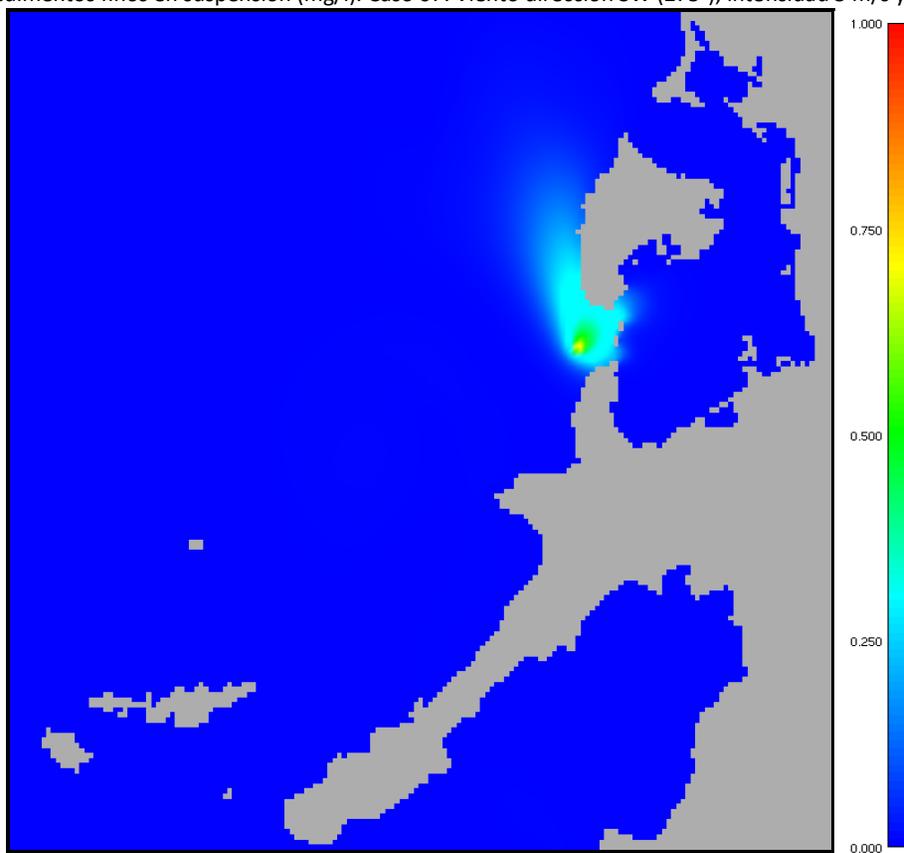


Fuente: Hydroceanica (2011)

La situación del segundo semestre del año, cuando se presentan vientos del WSW, ESE y SW, y que representan cerca del 18% del tiempo (figura siguiente), permite detectar que el material de dragado vertido, muy rápidamente se va al fondo quedando una fracción muy

reducida, con concentraciones entre 0,1 y 0,3 mg/l, a merced de las corrientes, que la introducen por los canales de El Varadero y Bocachica hacia la bahía de Cartagena y hacia el norte, recostada sobre el costado occidental de la isla de Tierrabomba.

Figura 2.7.3. Sedimentos finos en suspensión (mg/l). Caso 07: Viento dirección SW (275°), intensidad 5 m/s y frecuencia 1,1%



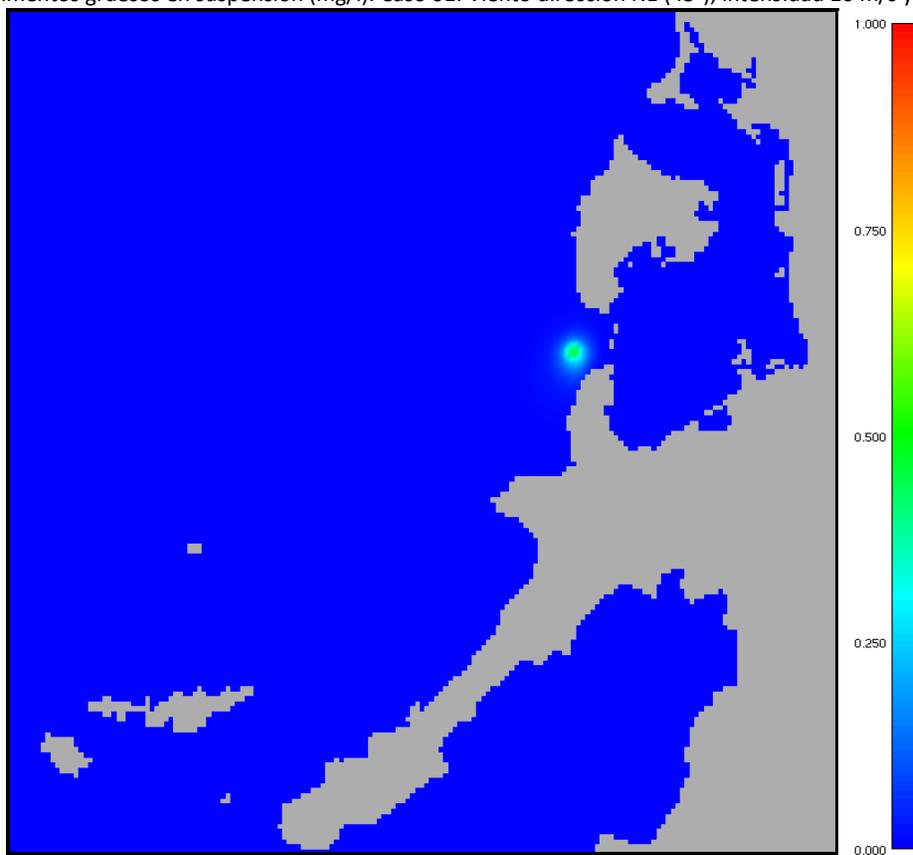
Fuente: Hydroceanica, 2011

- **Dispersión de sedimentos gruesos**

Los resultados de la dispersión de sedimentos presentan la distribución de la pluma de sedimentos, después de 4 días continuos de modelación y evolución de las trayectorias de las partículas de arenas. La concentración de sedimentos en suspensión se presenta en miligramos por litro (mg/l). En la Figura 2.7.4 se resume el comportamiento de la pluma para las direcciones de los vientos predominantes ENE, NE y NNE y que representan un poco más del 82% del tiempo.

Se observa en la figura que los sedimentos gruesos, representados por arenas medias, se van muy rápidamente al fondo inmediatamente salen de la tubería de descarga, dejando una pluma de sedimentos de muy baja concentración que alcanza valores del orden de 0,1 mg/l y desaparece a muy corta distancia del sitio de vertido.

Figura 2.7.4. Sedimentos gruesos en suspensión (mg/l). Caso 01: Viento dirección NE (45°), intensidad 10 m/s y frecuencia 48,6%

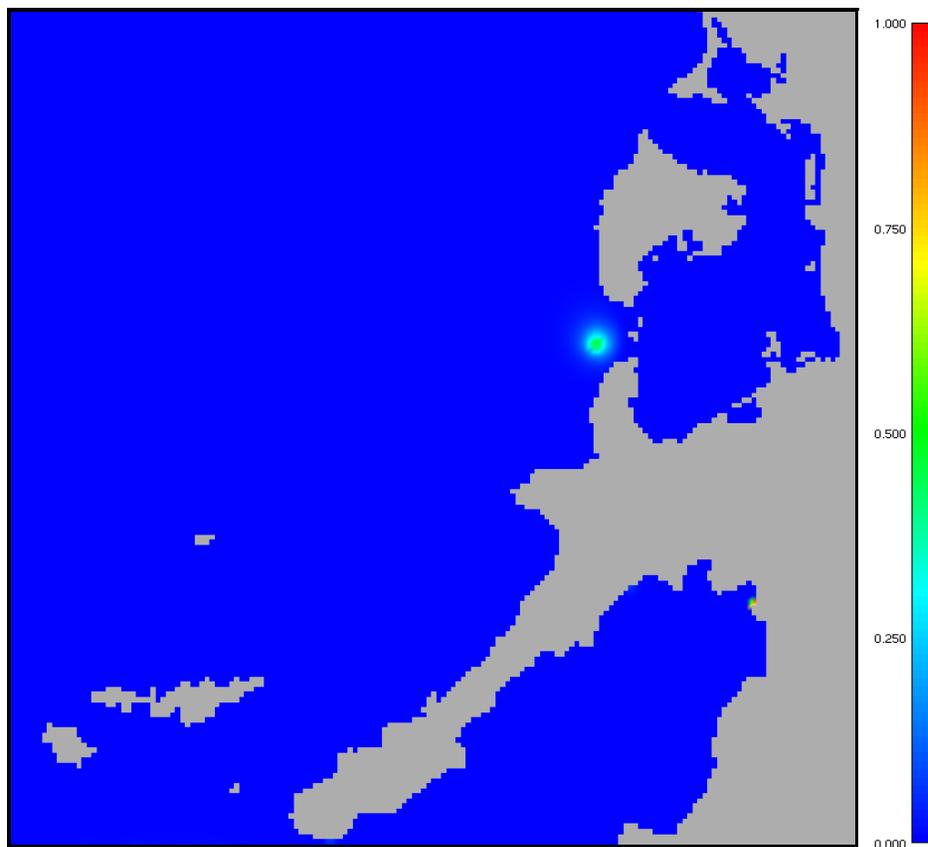


Fuente: Hydroceanica, 2011

Los escenarios de segundo semestre del año se recogen en el caso 7 (Figura 2.7.5), cuando la dirección predominante de los vientos viene del WSW, ESE y SW y representan el restante 18% del tiempo. Para este caso, la situación es muy similar a la del primer semestre ya que

los sedimentos de la tubería de descarga de la draga se van muy rápidamente al fondo en la zona del botadero y la pluma de sedimentos, cuyas concentraciones son del orden de 0,1mg/l, desaparece aún antes de salir de la zona del botadero.

Figura 2.7.5 Sedimentos gruesos en suspensión (mg/l). Caso 07: Viento dirección SW (275°), intensidad 5 m/s y frecuencia 1,1%



Fuente: Hydroceanica, 2011

- **Deposición de sedimentos finos**

En las siguientes figuras se presenta la descarga en el fondo de los limos vertidos por la draga, después de 4 días continuos de modelación. La concentración de sedimentos en el fondo se presenta en kilogramos por metro cuadrado (kg/m^2).

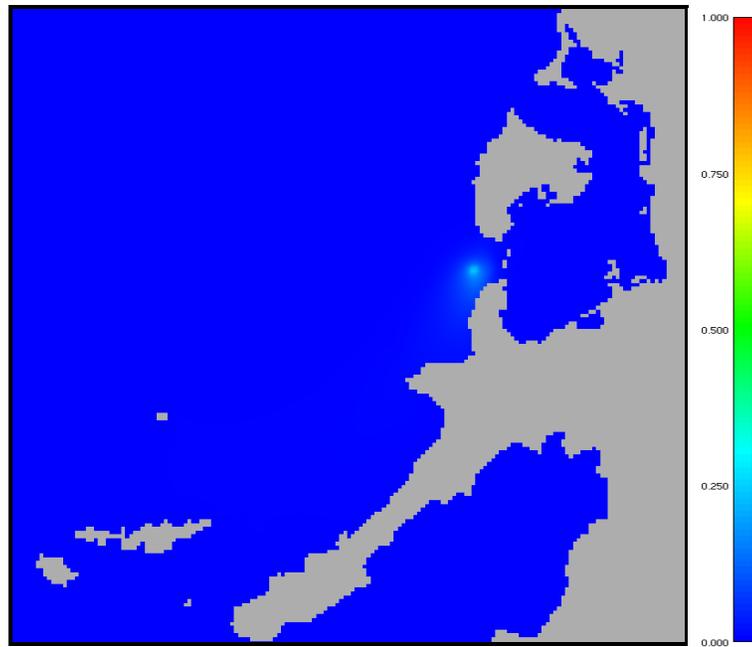
Como se puede apreciar en la Figura 2.7.6 y Figura 2.7.7, prácticamente todo el material fino se deposita en el fondo del botadero, con alguna sedimentación que se produce por fuera de la zona del botadero, pero que se

encuentra por debajo de $0,2 \text{ kg}/\text{m}^2$ para los 4 días de modelación.

- **Deposición de sedimentos gruesos**

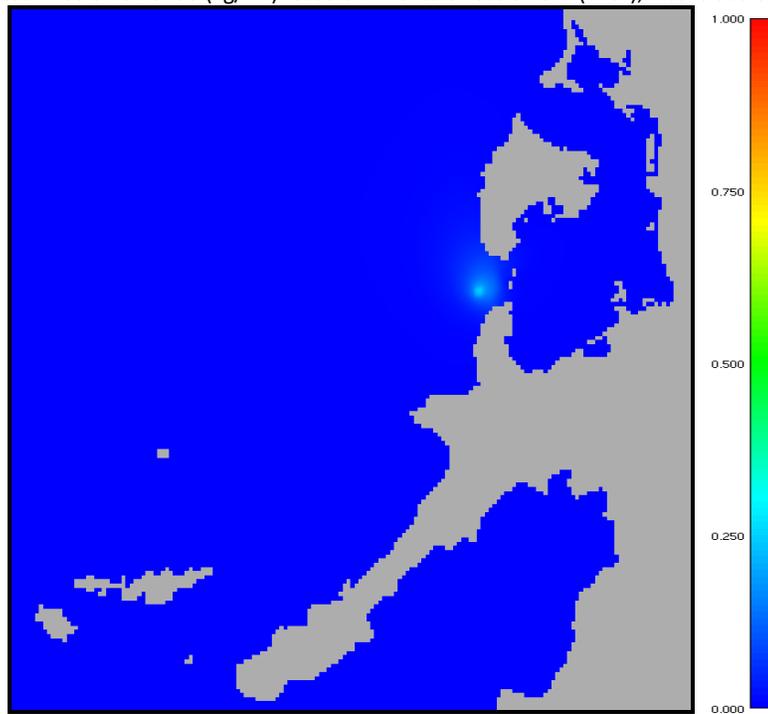
Según Figura 2.7.8 y la Figura 2.7.9, diferencia de lo que ocurre con los finos, los sedimentos gruesos se depositan de forma casi inmediata una vez vertidos por la draga en la zona determinada para el efecto. Los sedimentos gruesos no se distribuyen en amplias regiones de la zona de influencia del proyecto y pueden llegar $0,28 \text{ kg}/\text{m}^2$ en la periferia del botadero.

Figura 2.7.6 Sedimentos finos en el fondo (kg/m^2). Caso 01: Viento dirección NE (45°), intensidad 10 m/s y frecuencia 48,6%



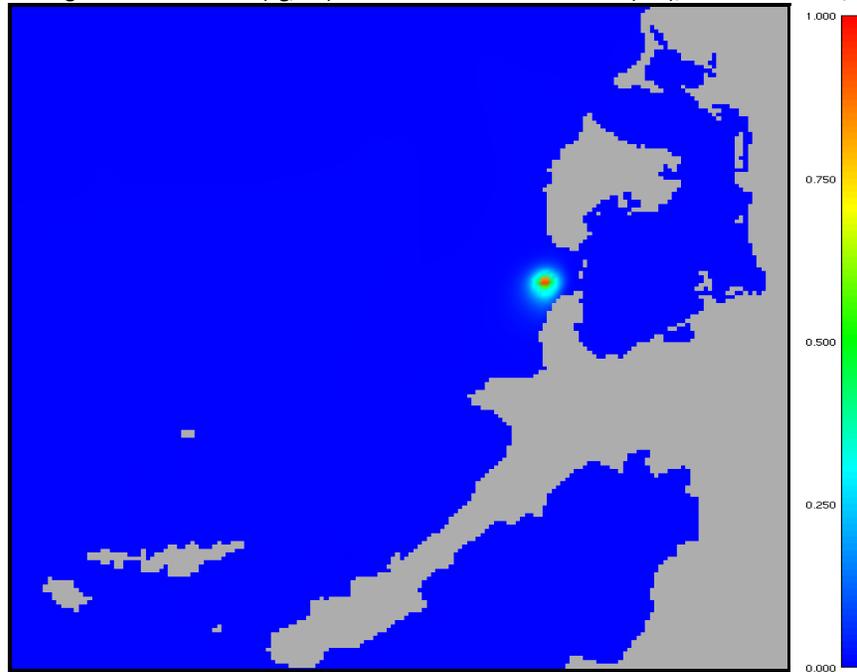
Fuente: Hydroceanica, 2011

Figura 2.7.7 Sedimentos finos en el fondo (kg/m^2). Caso 07: Viento dirección SW (275°), intensidad 5 m/s y frecuencia 1,1%



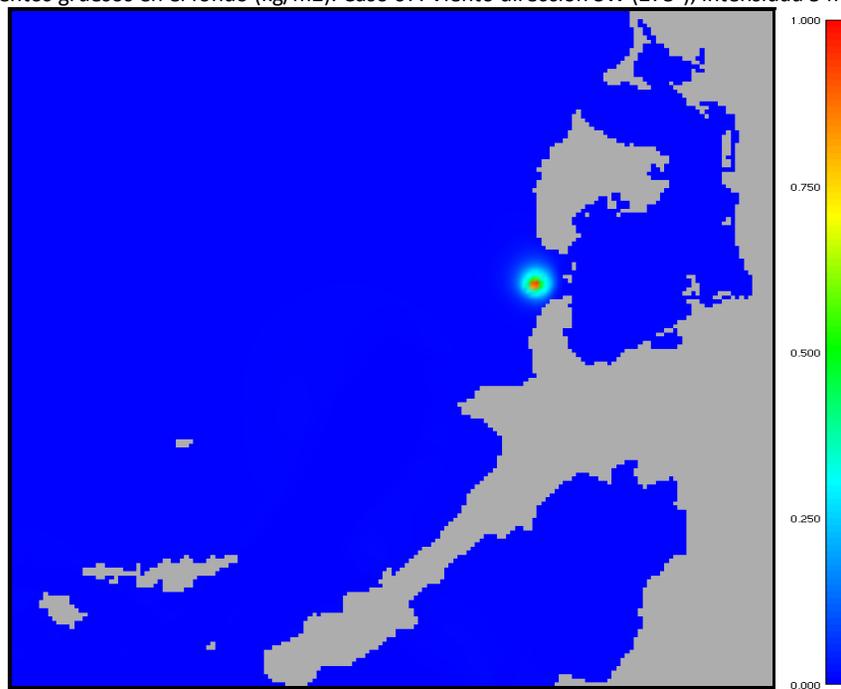
Fuente: Hydroceanica, 2011

Figura 2.7.8 Sedimentos gruesos en el fondo (kg/m^2). Caso 01: Viento dirección NE (45°), intensidad 10 m/s y frecuencia 48,6%



Fuente: Hydroceanica, 2011

Figura 2.7.9 Sedimentos gruesos en el fondo (kg/m^2). Caso 07: Viento dirección SW (275°), intensidad 5 m/s y frecuencia 1,1%



Fuente: Hydroceanica, 2011

2.7.3.3 Análisis de los resultados

El análisis se efectuará de dos maneras: uno, considerando la dispersión de los sedimentos finos y gruesos, en términos de mg/litro, frente a los resultados de la concentración de sedimentos obtenidas en los muestreos para determinar la calidad de las aguas y, la otra, considerando los valores de la depositación de los sedimentos en el fondo, en términos de Kg/m², frente a estándares internacionales de tasas de sedimentación y los efectos que se han percibido en los ecosistemas del área de influencia, y para el caso específico nuestro el efecto en los ecosistemas de corales.

- **Análisis de la dispersión**

Los resultados de la modelación realizada indican que las concentraciones de sedimentos suspendidos descienden rápidamente al salir del área del botadero, de tal manera que cuando la pluma de sedimentos se acerca a zonas donde existen parches de corales, sobre todo en la zona

litoral de mar afuera de la punta norte de la isla de Barú, las concentraciones de la pluma se encuentran por debajo de los niveles detectables en muestreos de laboratorio.

En efecto, los valores de la modelación muestran concentraciones del orden de 0,2 a 0,5 mg/l en la pluma de sedimentos que llega a la zona de corales. Este rango de valores es inferior a 5mg/l, que es el límite de detección en los muestreos de laboratorio. Para las muestras de agua que se tomaron en abril 18/2011 en la zona de botaderos y en la zona del canal, arrojaron valores por debajo de este límite las muestras tomadas en mar afuera para los dos botaderos (Tabla 2.7.2), lo que permite inferir que la calidad del agua de la pluma que se recuesta en la punta norte de la isla de Barú es del mismo tenor que la calidad del agua que se obtiene en mar afuera. En otras palabras, es de muy buena calidad y no representa ningún impacto para los ecosistemas de corales de la zona norte de la isla de Barú.

Tabla 2.7.2 Resultados del monitoreo de sedimentos en suspensión en la zona del proyecto

Parámetros	Unidades	Limite de Detección	Mar Caribe			Canal Varadero			Canal del Dique	Bahía de Cartagena
			EV-1	EV-2	EV-3	EV-3 Duplic.	Promedio	EV-4	EV-6	EV-7
			131779	131780	131781	131785	-	131782	131783	131784
SST	mg/l	<5	<5	<5	10	13	11,5	11	418	9

Fuente: Hidrocaribe, 2011

- **Análisis de la depositación o tasa de sedimentación**

La modelación realizada se trabajó en términos de kg/m² para los 4 días de modelación. En las Figuras anteriores se puede observar que la depositación por fuera de la zona de botaderos oscila entre valores de 0,1 kg/m² para los sedimentos finos depositados y 0,35 kg/m² para los sedimentos gruesos. Llevados estos valores a términos de tasa depositación diaria, en mg/(cm²*día), arroja tasas de sedimentación entre 2,5 y 8,7 mg/(cm²*día).

Al comparar estos resultados con algunos reportes de investigaciones que se han adelantado sobre el efecto de sedimentación en ecosistemas coralinos, se encuentra que según Rogers (1983), para especies de corales como *Montastrea annularis* y *Acropora cervicornia*, las cuales están presentes en los corales de la zona del proyecto,

una aplicación diaria de 200 mg/cm² no causa ningún efecto negativo; cuando la aplicación diaria se sube a 400 mg/cm² se produce blanqueamiento temporal, y si supera los 800 mg/cm² da como resultado la muerte del tejido subyacente. Investigaciones posteriores del mismo Rogers (1990) indican que para los corales en general una tasa de sedimentación inferior a 10 mg/(cm²*día) no representa causa de estrés.

Con base en lo antes expuesto, se concluye que por efecto del vertido de dragados en el Botadero 2 se produce una pluma de sedimentos que alcanza a salir de la zona en concentraciones inferiores a 0,5 mg/l, que están dentro del rango de valores no detectables que caracterizan las aguas limpias de mar afuera y por lo tanto no representan ningún riesgo para la salud de los ecosistemas coralinos de la zona de influencia del proyecto.

De otra parte, la tasa de sedimentación registrada en la modelación para los fondos marinos por fuera de la zona del botadero está entre 2,5 y 8,7 mg/(cm²*día) para cualquier época del año, y que esa tasa está por debajo de 10 mg/(cm²*día), límite a partir del cual se puede presentar estrés en los corales y muy por debajo de los 400 mg/(cm²*día), límite a partir del cual se produce blanqueamiento temporal, con lo cual se puede concluir que la operación del vertido de materiales de dragado en la zona del Botadero 2, no causa efectos negativos en las zonas de corales.

2.8 OBRAS ADICIONALES

Adicional a las obras de dragado antes señaladas, es necesario realizar unas obras adicionales que incluyen unas obras de relleno con material de dragado para protección de playas y la reubicación de una línea de conducción eléctrica que abastece de energía los radares y la casa de pilotos que se encuentra en la isla Draga.

2.8.1 Relleno para protección de playas

En desarrollo del proceso de consulta previa con los consejos de comunidades negras locales del área de influencia del proyecto, los líderes comunitarios solicitaron que se empleara parte del material de dragado para proteger las zonas de playa de las poblaciones de Caño Loro y

Bocachica y los playones de la isla Abanico, los cuales están siendo erosionados por el régimen de olas y corrientes presentes.

En reuniones técnicas sostenidas con la Interventoría del EIA se concluyó que la colocación del material frente a Caño Loro no era posible de realizar por la baja profundidad en la zona y que el equipo que se proyecta utilizar no está habilitado técnicamente para realizar esa operación. En este orden de ideas, la colocación del material de dragado se realizará en playa de la población de Bocachica y en los alrededores de la isla Abanico.

Relleno de playas en Bocachica

Para contrarrestar la erosión costera en las playas de Bocachica se dispuso la colocación 60.000 m³ de material de dragado no contaminado sobre este frente. El objeto principal es recuperar unos 20.000 m² con rellenos de espesor promedio de 3,0 m. Por la intensidad del oleaje y la constante variación del perfil de playa, la configuración final del relleno será establecida al inicio de las obras, con mediciones topobatimétricas que permitan establecer el perfil de playa actual y el proyectado.

El esquema de la franja de relleno que se muestra en la siguiente figura tiene solamente un carácter indicativo y su objetivo es el de orientar el propósito de las obras.

Figura 2.8.1. Esquema indicativo para la colocación de material de dragado en la playa de Bocachica



Fuente: Hidrocaribe Ltda. Sobre imagen de Google. Earth. 2011.

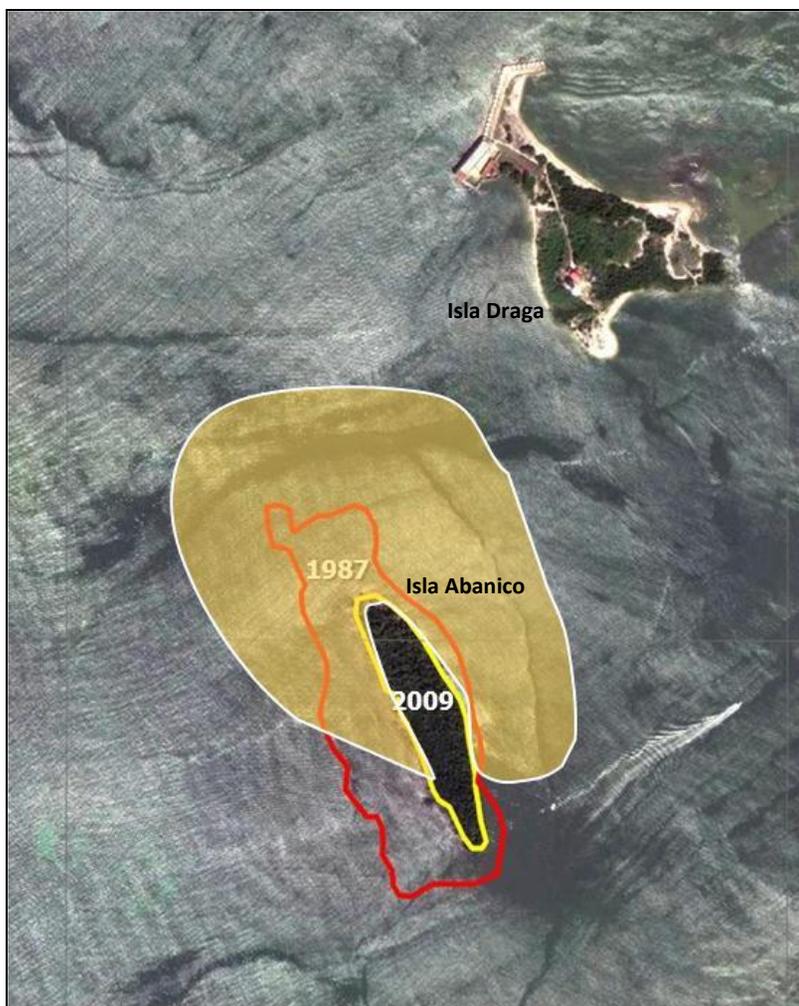
Protección de la isla Abanico

La isla Abanico está siendo sometida a fuertes ataques erosivos que han ocasionado la reducción del área emergida en casi un 65% desde el año 1987 (ver línea roja de la Figura 2.8.2). Las obras de dragado del canal El Varadero afectarán el extremo sur de la isla con remoción de un área de manglar de unas 0,4 hectáreas. En el proceso de consulta previa la comunidad solicitó utilizar material de dragado para proteger el cuerpo restante de la isla frente a la severidad del clima marítimo de la zona.

Se ha dispuesto, entonces, la colocación de unos 100.000m³ de material de dragado como material de

relleno de protección para ser depositado hacia la parte central y norte de la isla Abanico. El objetivo es restaurar y hacer aflorar un área de 40.000 m². Como en el caso de Bocachica, por la intensidad con que el oleaje ataca la playa y la constante variación del perfil de playa, la configuración final del relleno deberá ser establecida cuando se inicien las obras, mediante mediciones topobatimétricas que permitan establecer el perfil de playa actual y el proyectado. Por tanto, el esquema de la franja de relleno que se muestra en la Figura 2.8.2 tiene solamente un carácter indicativo y su objetivo es el de orientar el propósito de las obras.

Figura 2.8.2 Esquema del relleno de protección en la isla Abanico



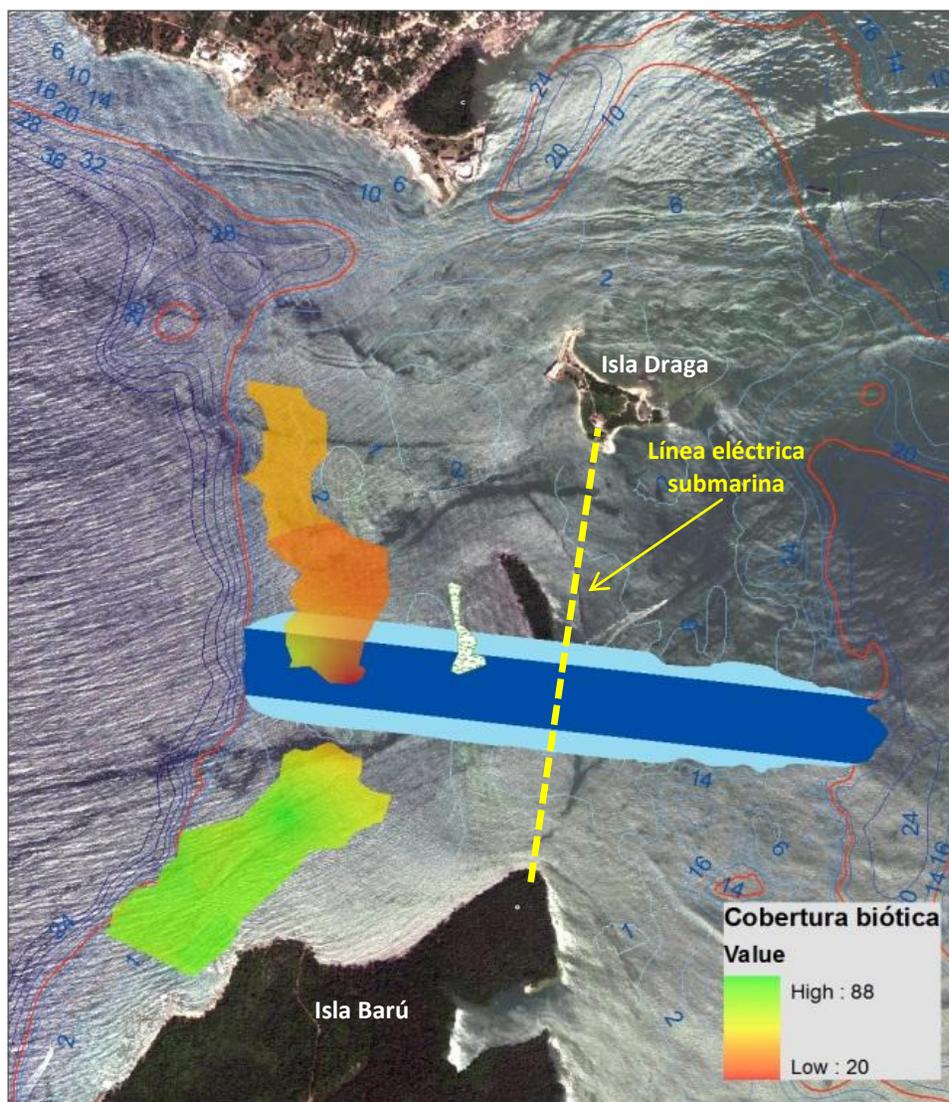
Fuente: Hidrocaribe Ltda. Sobre imagen de Google. Earth. 2011.

2.8.2 Reubicación del cable submarino

Durante la ejecución de los trabajos de campo se encontró una línea de conducción eléctrica entre el extremo norte de la isla de Barú e isla Draga y que pasa su-

mergida por la zona de El Varadero, cruzando el eje de proyecto del canal (Figura 2.8.3). El avistamiento de la línea también fue reportado por las comunidades de Bocachica.

Figura 2.8.3 Línea eléctrica sumergida entre las islas Barú y Draga



Fuente: Hidrocaribe Ltda. Sobre imagen de Google. Earth. 2011

Las indagaciones ante Electricaribe, el operador de la línea, indican que efectivamente existe entre la isla de Barú (Sector Punta Polonia) y la isla Draga una red submarina monofásica con aislamiento 13,8 KV de propiedad

de la Capitanía de Puerto de Cartagena; fue construida para la alimentación eléctrica de sus instalaciones para regulación del tráfico marítimo.

Mediante comunicación de Octubre 24/2011, Electricaribe sugirió el siguiente procedimiento para que facilite la ejecución de las obras de dragado en El Varadero:

- a. Coordinar con el Capitán de Puerto de Cartagena la desenergización de los cables submarinos que alimentan a Isla Draga, dándole una solución energética mientras se realiza el dragado mediante un Grupo Electrónico (Planta de Emergencia).
- b. Coordinar luego con el operador de red (área de mantenimiento) un descargo para la desenergización de los cables submarinos.
- c. Retirar los cables submarinos existentes para liberar el sitio donde se realizará el dragado.
- d. Efectuar el dragado hasta la profundidad definitiva y realizar batimetría.
- e. Paralelamente realizar la gestión de compra de nuevos cables con las longitudes requeridas para el nuevo perfil subacuático.
- f. La solución a implementar deberá ser avalada por la Capitanía del Puerto de Cartagena, propietarios de la red submarina.
- g. Una vez culminado el dragado, instalar nuevamente el cable submarino para enlazar eléctricamente la red aérea en la Península de Polonía (Barú) con Isla Draga. Electricaribe realizará el seguimiento a todo el proceso.

Para retirar los cables se ha definido también el siguiente procedimiento:

- 1) Los cables deberán cortarse en ambos extremos dejándolo libre de obstáculos; actualmente hay contrapesos de concreto en los extremos que impiden su movilización por acción del oleaje.
- 2) Se inspeccionará el cable en su lecho por buzos que remuevan la arena depositada y limpie el cable de incrustaciones de bivalvos y otros organismos que se hayan adherido al cable. En esta actividad intervendrán al menos 3 buzos debidamente equipados, con compresores de aire en superficie y mangueras, 2 lanchas rápidas de apoyo, y 60 boyas para demarcar en superficie las actividades.
- 3) Se suspenderá el cable del lecho marino mediante sistemas de flotadores antes de iniciar la recuperación; luego se inicia la recuperación desde los extremos hacia el centro.
- 4) La recuperación se hará mediante rebobinado en cilindros tambor accionados por malacates, instalados en la cubierta de una barcaza, de manera com-

binada con el desplazamiento de la barcaza en la dirección del cable.

- 5) Por la longitud de cada uno de los dos cables (1,800 metros), es necesario primero recuperar una línea y una vez cumplida la tarea, iniciar la recuperación de la segunda.

Para la reinstalación del cable una vez cumplida la tarea del dragado se instalará cable nuevo con la longitud requerida, en una secuencia de actividades aproximadamente inversa a la de la recuperación.

2.9 ETAPA DE DESMANTELAMIENTO Y ABANDONO

Por tratarse de un proyecto con obras bajo agua, en donde no se instalará infraestructura temporal ni permanente en tierra, en este capítulo se ha considerado un Plan de Desmovilización y Retiro de los equipos y ayudas, que fueron empleados para la construcción del proyecto

Según la norma vigente (Ley 1ª de 1991 y decretos reglamentarios), las obras que sean construidas por el Concesionario en las zonas de espacio público terrestre y en la zona marina pasan a ser propiedad de la Nación mediante el proceso de reversión de la concesión. Al término de las actividades de construcción serán desmovilizados y retirados del área intervenida; las dragas, embarcaciones de apoyo, tuberías, flotadores, barreras de protección, señalizaciones temporales (boyas, faros y luces reflectoras) y demás equipos utilizados.

Se informará a las comunidades y autoridades del área de influencia acerca de la finalización del proyecto, desmovilización y retiro de equipos.

2.10 ORGANIZACIÓN DEL PROYECTO

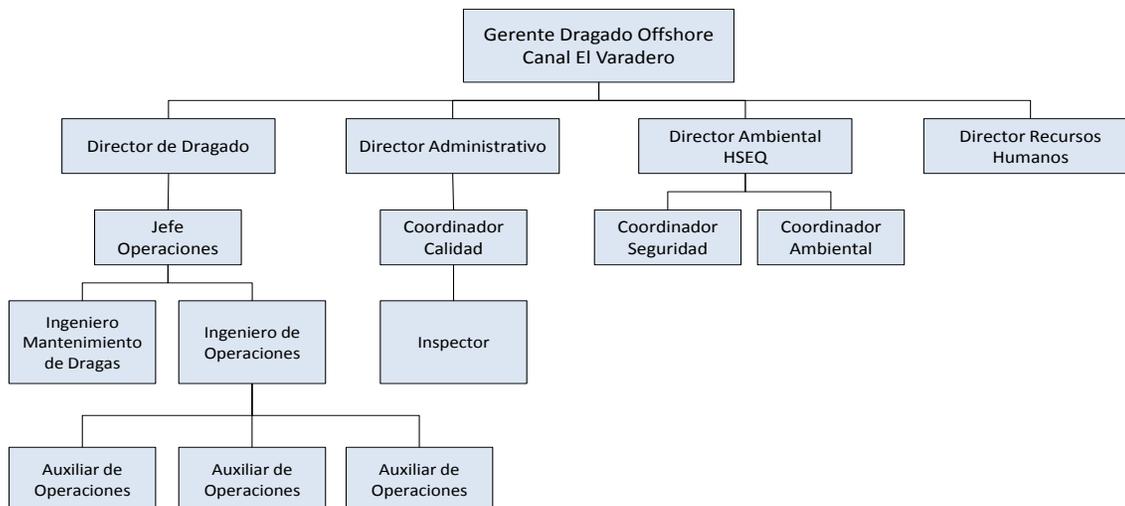
2.10.1 Organización administrativa

Se montará una organización que responda a las necesidades del proyecto para la correcta administración de la construcción de las obras.

- **Organigrama para la construcción**

El cuadro directivo hará énfasis en las áreas técnicas y administrativas para la construcción con un Director para cada una de las áreas. Habrá un grupo de ejecutivos de segundo nivel que estarán apoyados por profesionales, asistentes e inspectores.

Figura 2.10.1. Organización administrativa para la construcción



Fuente: SPPB, 2011

• **Necesidades de personal**

Las necesidades de personal son las siguientes, considerando que por cada empleo directo se generen entre 4 y 5 empleos indirectos:

Empleos directos: 75
 Empleos indirectos: 150

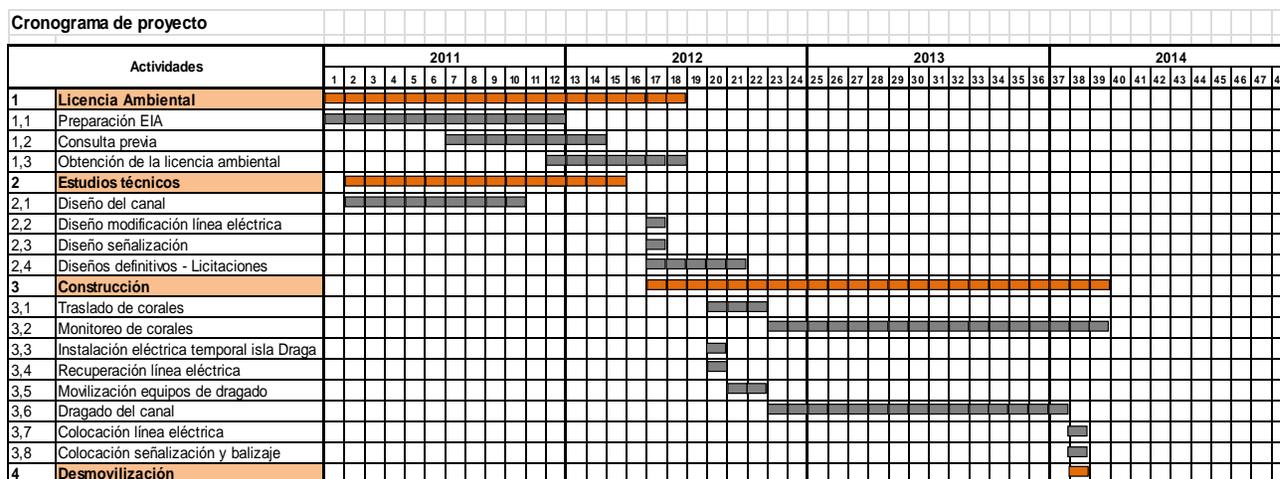
2.10.2 Cronograma

El tiempo previsto para la ejecución de las obras de dragado es de 14 meses (Figura 2.10.2). También se han previsto unos meses de trabajo previo para realizar la

traslocación de las formaciones de corales y para levantar la línea eléctrica que cruza la zona del canal. De igual manera, una vez terminada la actividad del dragado, se tendrán que realizar las actividades de colocación e instalación del nuevo cable que reemplazará la línea eléctrica levantada. Finalmente se realiza la actividad de desmovilización de los equipos.

Se ilustran también en el cronograma los tiempos previstos para los estudios técnicos y ambientales, y los tiempos institucionales para el licenciamiento ambiental y para el otorgamiento de la concesión.

Figura 2.10.2 Cronograma de actividades



Fuente: Promotora Canal El Varadero, 2011

2.10.3 Presupuesto

El presupuesto incluye solamente los costos de preinversión y de inversión (Tabla 2.10.1).

Tabla 2.10.1 Presupuesto general para la construcción

DESCRIPCIÓN	VALORES (COL\$)				
	AÑO0	AÑO1	AÑO2	AÑO3	TOTAL
I - PREINVERSIÓN	\$ 1.225.000.000	\$ 570.000.000	\$ 50.000.000	\$ 12.500.000	\$ 1.225.000.000
1 ESTUDIOS DE DISEÑO	\$ 115.000.000	\$ 300.000.000	\$ 0	\$ 0	\$ 415.000.000
2 CONSULTORIA AMBIENTAL	\$ 1.000.000.000	\$ 200.000.000	\$ 0	\$ 0	\$ 1.200.000.000
3 CONSULTA PREVIA	\$ 60.000.000	\$ 20.000.000	\$ 0	\$ 0	\$ 80.000.000
4 GERENCIA DE PROYECTO	\$ 50.000.000	\$ 50.000.000	\$ 50.000.000	\$ 12.500.000	\$ 150.000.000
II - INVERSIÓN	\$ 0	\$ 27.734.382.400	\$ 83.023.147.200	\$ 7.178.595.600	\$ 110.757.529.600
2 MODIFICACIÓN LINEA ELECTRICA	\$ 0	\$ 60.000.000	\$ 0	\$ 260.000.000	\$ 320.000.000
3 DISEÑO DEFINITIVO - OBRAS DE DRAGADO	\$ 0	\$ 23.556.735.341	\$ 70.670.206.024	\$ 5.889.183.835	\$ 100.116.125.200
4 PLAN DE MANEJO AMBIENTAL	\$ 0	\$ 4.117.647.059	\$ 12.352.941.176	\$ 1.029.411.765	\$ 17.500.000.000
PRESUPUESTO TOTAL					\$ 111.982.529.600

Fuente: Promotora Canal El Varadero, 2011

3 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA

3.1 AREA DE INFLUENCIA

El área de influencia definida para este EIA corresponde con la delimitación geográfica a nivel local y regional que se verá afectada, de forma positiva o negativa, por las actividades, obras y demás aspectos relacionados con las etapas de construcción y operación del terminal portuario, localizado sobre el costado sur de la bahía de Cartagena. Las características del área de influencia definen la magnitud e importancia de los impactos potenciales del proyecto a lo largo de su vida útil y si la ejecución del proyecto es o no viable ambientalmente.

Para este estudio se construyeron una serie de criterios que permitieron definir tales espacios geográficos de potencial afectación basados principalmente en consideraciones ambientales, ecológicas, sociales, políticas y económicas. Tales criterios correspondieron con:

- Áreas de posible afectación por incremento del ruido o por dispersión de material particulado o gases.
- Áreas de origen de la mano de obra no calificada para construcción y operación del puerto
- Área con posible afectación en la pesca artesanal o de subsistencia
- Sector turístico de posible afectación

3.1.1 Área de influencia indirecta (AII)

El AII está constituido por todo el territorio del Distrito Cultural y Turístico de Cartagena de Indias, capital del Departamento de Bolívar, definida al considerar que la actividad que se pretende desarrollar con el Proyecto de El Varadero, tiene implicaciones de tipo económico en el Distrito como tal; así mismo, se consideró que dentro de los ámbitos que consolidan el Plan de Ordenamiento Territorial se encuentra el Distrital: actividades económicas, turísticas, portuarias, industriales y de comercio exterior.(POT Cartagena, 2001).

3.1.2 Área de influencia directa (AID)

Se identificaron dos delimitaciones del área de influencia directa. La primera corresponde al enfoque social, defi-

nido considerando que las comunidades asentadas en inmediaciones de la bahía hacen uso de ésta y comprenden los centros poblados de los corregimientos de Pasacaballos, Santana (incluye centro poblado Ararca), Boca-chica y Caño del Oro. La segunda corresponde al enfoque abiótico y biótico, considerando la zona a ser intervenida o afectada por la construcción y operación del proyecto (Véase el Plano 3.1).

3.2 SÍNTESIS DE LÍNEA BASE

La bahía de Cartagena exhibe condiciones ambientales muy precarias debido a los diversos usos que se le han dado, los cuales se debaten entre el turismo, el desarrollo industrial y el carácter portuario, aunado con el crecimiento demográfico, la necesidad de terrenos para urbanizar y la falta de saneamiento básico.

Cabría referir en primer término, el hecho que la descarga de aguas domésticas de la ciudad tiene lugar en la bahía (Cuatrobocas), lo que llevó a comienzos de los años ochenta, a que el INDERENA recomendará a la Alcaldía, el cierre definitivo de las playas del Laguito y de Castillo Grande por sus altos niveles de coliformes. Este aspecto es fundamental por el conflicto que genera puesto que allí precisamente se localizaba la casi totalidad de la infraestructura hotelera de la ciudad. La falta de saneamiento básico en la ciudad a través de su historia, fue la causa de las grandes y repetidas mortalidades de peces en la ciénaga de la Virgen.

Como segundo factor relevante del deterioro de la calidad ambiental de la Bahía están los vertimientos de las industrias de Mamonal, que incluyen diversos químicos, hidrocarburos y materia orgánica. Se conoce que no ha habido gran regulación con tales vertimientos, e incluso han ocurrido graves contingencias por derrames de unos y otros. Adicionalmente, por décadas fueron arrojadas allí las aguas de sentina de los barcos. Diversos estudios estatales durante la década de los ochenta mostraron, por ejemplo, que la contaminación por hidrocarburos provenía de la Refinería de Ecopetrol y de los buques de la Armada (instituciones del Estado). Se exceptúa como control Estatal, el cierre de la Planta de Álcalis que arrojó grandes concentraciones de mercurio a la Bahía, elemen-

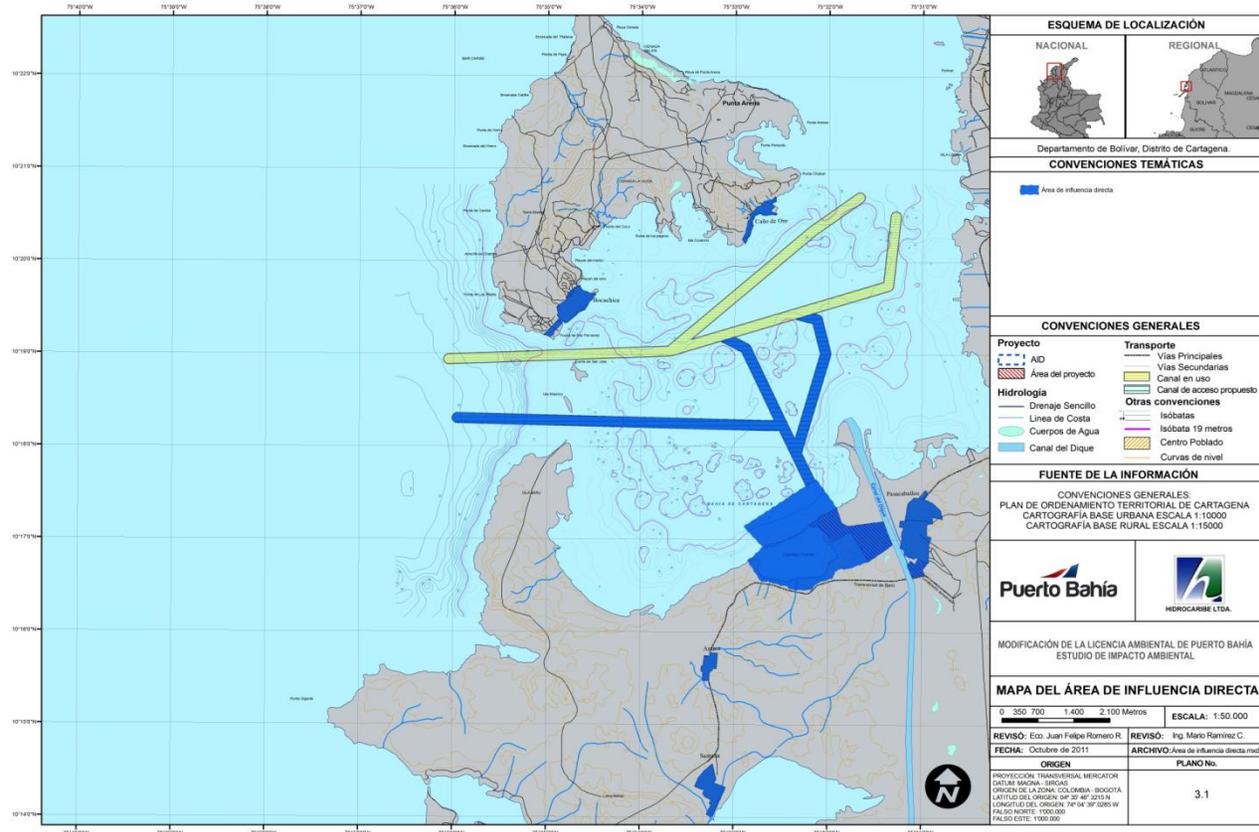
to que se bioacumuló y biomagnificó en la cadena trófica alcanzando niveles crónicos en pescadores y pobladores. Concentraciones semejantes en otras partes del mundo, demostraron ser la causa de malformaciones genéticas críticas en recién nacidos.

Como tercer factor está el canal del Dique el cual ha mostrado desde el Ministerio de Transportes la necesidad de su navegabilidad constituyéndose en política permanente de Estado. Numerosos estudios, incluido el actual, han demostrado una inmensa pérdida de calidad de las aguas de la bahía, en razón de la presencia de metales pesados y coliformes, condición esta última que elimina de plano usos de contacto primario y secundario, así como de pesca en el Sur de la Bahía (los cuales se llevan a cabo por los pobladores, muy a pesar de los riesgos de salubridad que ello implica).

La urbanización costera alrededor de la Bahía exceptuando quizá la isla de Tierrabomba, ha sido la causa de la tala y destrucción permanente de los manglares y bosques secos del área. Así mismo, el crecimiento de la zona industrial ocurrió por demás, sobre la franja de manglar que cubría todo el costado oriental de la Bahía, del cual sólo quedan hoy día unos pocos árboles. El cambio en el uso del suelo diezmo de forma permanente estos importantes ecosistemas.

Por otra parte, se definió como área de influencia directa para los componentes físicos y bióticos, la zona a ser intervenida o afectada por la construcción del proyecto portuario así como por las maniobras de las embarcaciones que atraquen a los muelles de la bahía.

Figura 3.2.1. Área de influencia directa



Fuente: Hidrocaribe Ltda, 2011

Finalmente, el proceso de participación se desarrolló en dos niveles: en primer lugar, con las autoridades locales, a través del acercamiento y socialización de la información del proyecto, mediante el envío de correspondencia y la realización de una reunión, dentro de estas autoridades locales se encuentran: Alcaldía de Cartagena y sus respectivas Secretarías, Alcaldías Locales 1 y 3, Establecimiento Público Ambiental (EPA), Personería Distrital, entre otras.

En segundo lugar, con las comunidades organizadas y con las comunidades étnicas, proceso que se adelantó en el marco de la Consulta Previa, que se debe desarrollar con

las cinco comunidades del AID, considerando que se encuentran establecidas como Consejos Comunitarios de Comunidades Negras, a los cuales pertenecen la totalidad de la población de las cinco unidades territoriales, junto con las diferentes organizaciones existentes.

Los detalles de las reuniones con sus actas, listas de asistencia, ayudas de memoria, registros fotográficos y filmicos y en general de la participación en la consulta previa de las 5 comunidades del anterior proceso: Caño del Oro, Ararca, Santa Ana, Bocachica y Pasacaballos, se presentan en el Tomo IV de este informe.

4 DEMANDA, USO Y APROVECHAMIENTO

A continuación se describen los recursos naturales que demandará el proyecto de Puerto Bahía en sus etapas de construcción y operación y que serán utilizados, aprovechados o afectados, incluyendo aquellos que requieren permisos, concesiones o autorizaciones.

4.1 VERTIMIENTOS

No se proyecta vertimientos de aguas residuales en ninguna de las fases (construcción y operación). Por lo tanto, no se anexa información.

4.2 MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

No se proyecta el uso de materiales de construcción en ninguna de las fases (construcción y operación). Por lo tanto, no se anexa información.

4.3 APROVECHAMIENTO FORESTAL

El aprovechamiento forestal será de carácter "único" y se va a realizar sobre la totalidad de 0,4 ha de manglar en el extremo sur de Isla Abanico, donde se estima una abun-

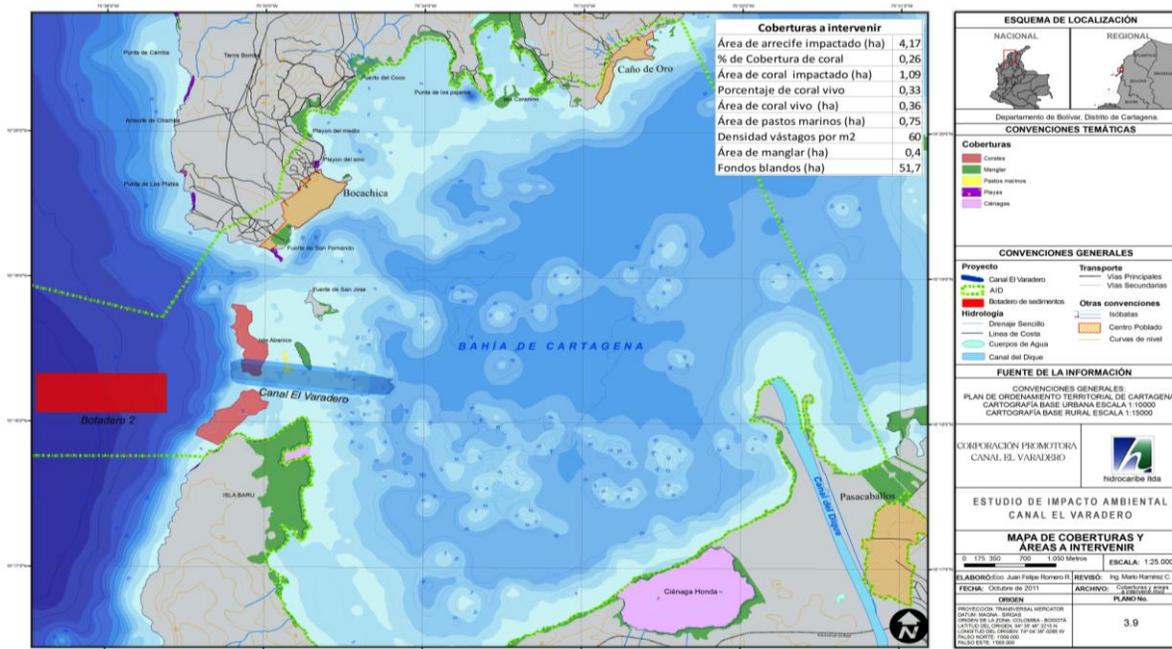
dancia de 1.902,4 ind/0,4 ha, compuesto principalmente por *Rhizophora mangle* con una densidad aproximada a los 1666,8 ind/0,4 ha, y un área basal de 2,4 m²/0,4 ha, y *Avicennia germinans* que tuvo un mayor desarrollo estructural, presentando una mayor altura y DAP promedios, con una densidad aproximada de 235,2 ind/0,4 ha. (Figura 4.4.1).

En cumplimiento de una medida de compensación solicitada y acordada con la comunidad en el proceso de consulta, el manglar removido de la Isla Abanico será compensado con material de dragado; utilizándolo como relleno de protección en la parte norte de la misma isla que se encuentra erosionada y como protección de las playas de Bocachica (Ver ficha de manejo A-2).

4.4 RESIDUOS SÓLIDOS

No se proyecta el uso de materiales de construcción en ninguna de las fases (construcción y operación). Por lo tanto, no se anexa información.

Figura 4.4.1. Zonas de Vegetación a intervenir en el Proyecto



Fuente: Hidrocaribe Ltda, 2011

5 EVALUACION AMBIENTAL

5.1 METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

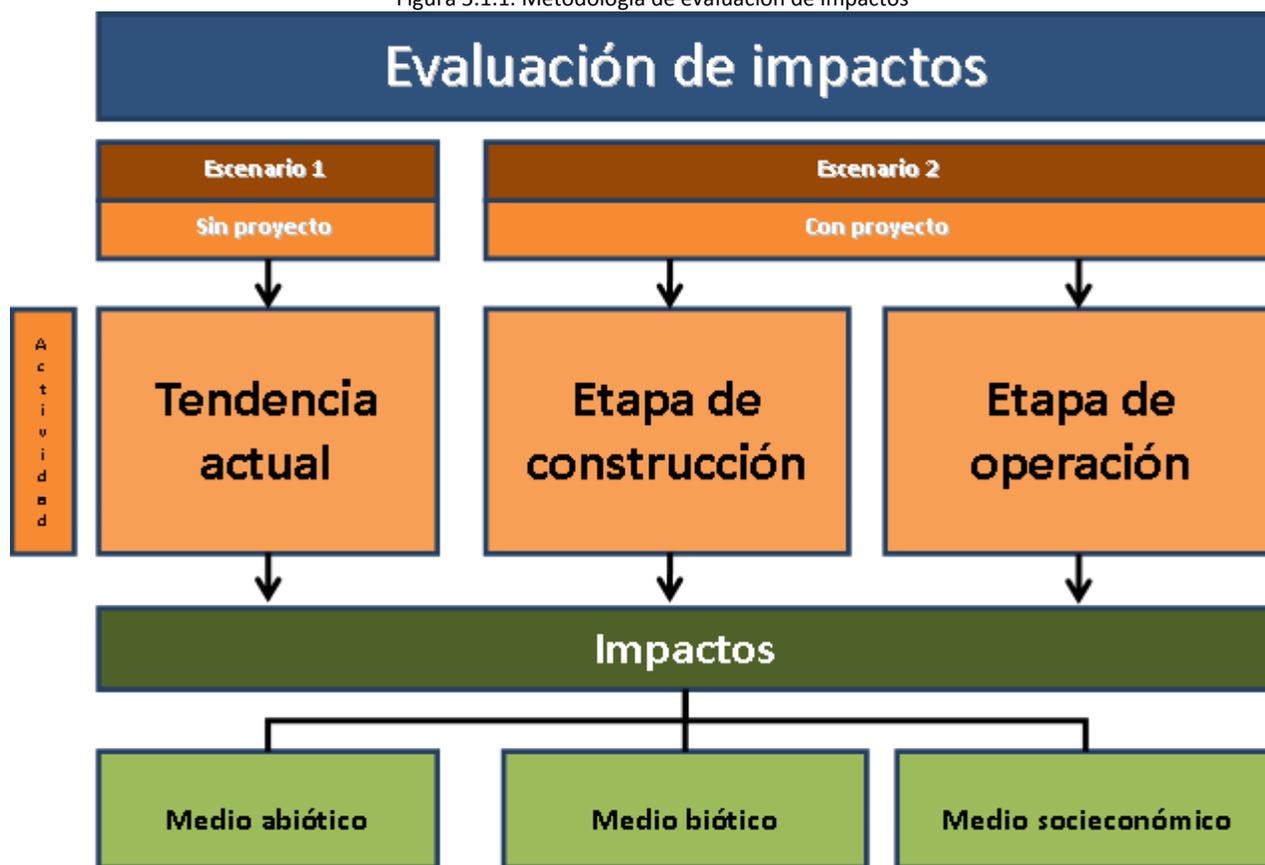
La evaluación ambiental es una de las principales herramientas del Estudio del Impacto Ambiental (EIA), ya que de los resultados obtenidos se desprenderán las medidas y programas que permitirán la formulación del Plan de Manejo Ambiental como principal instrumento de planificación y control.

Siguiendo los lineamientos de los términos de referencia, la evaluación se realiza considerando los escenarios de análisis *Con* y *Sin Proyecto* (Figura 5.1.1). En el escenario *Sin Proyecto* se definieron como actividades las acciones

y tendencias actuales del desarrollo que están causando problemas, tensiones o impactos en los sistemas naturales y sociales de la zona de influencia sin que el proyecto haya iniciado.

En el escenario *Con Proyecto* se distinguen las etapas de construcción y de operación del terminal portuario, estableciendo para cada una de ellas los procesos y actividades más relevantes como generadores de alteraciones e impactos en los medios abiótico, biótico y socioeconómico que definen el entorno ambiental de la zona de proyecto.

Figura 5.1.1. Metodología de evaluación de impactos



Fuente: Hidrocaribe Ltda, 2011

En las matrices de identificación y evaluación de impactos que se están presentando en este capítulo tienen ya integrados los resultados de los talleres de Consulta Previa que se realizaron con los representantes de los Consejos Comunitarios Locales y las comunidades de las cinco poblaciones del área de influencia directa, esto es: Pasacaballos, Ararca, Santa Ana, Caño del Oro y Bocachica. Con cada comunidad se desarrollaron talleres en donde la comunidad designó grupos de trabajo por cada componente del medio ambiente para que identificaran de manera participativa y colectiva los impactos y los valoraran. La evidencia de esta participación se presenta en forma detallada en el Volumen IV de este informe.

5.2 IDENTIFICACIÓN DE TENDENCIAS / ACTIVIDADES DEL PROYECTO

5.2.1 Escenario 1. Sin proyecto

De acuerdo con la caracterización que se presentó en el Capítulo 3 para el área de influencia directa del proyecto, se determinaron una serie de categorías lo suficientemente amplias para englobar las principales actividades y tendencias que hoy se presentan en el área de influencia directa.

- Arrecifes coralinos
- Pesca artesanal
- Isla Abanico
- Turismo
- Comunidades
- Industrial-Portuaria
- Transporte acuático
- Canal del Dique

5.2.2 Escenario 2. Con proyecto

La descripción del proyecto del Capítulo 2 presenta en detalle las actividades constructivas y operativas que han sido analizadas en este capítulo. En esta sección se presentan las obras y/o actividades del escenario *Con Proyecto* para las etapas de construcción y operación del canal El Varadero.

- **Etapas de construcción**

Incluye la construcción del canal, contemplándose obras en medio terrestre (Isla Abanico) y en el medio acuático.

Obras y/o actividades para la realización del canal El Varadero

(A): Intervención isla Abanico: Se removerá la cobertura vegetal y se dragará el extremo sur de isla Abanico 0,4 ha, lo cual corresponde a 20 % del total del área de la isla.

(B): Dragado: Se removerá un total de seis millones de m³ de material. El material fino (arena limosa) que se encuentra en las capas superiores a menos de 5 m, se retirará con una draga tipo “Backhoe” o de “cuchara” que consiste en una retroexcavadora montada sobre un pontón. El resto de arenas será removido con dos dragas de succión en marcha (TSHD). Primero entrará una pequeña draga TSHD para remover el material entre 5 m y 7 m de profundidad y después entrará una draga TSHD más grande para remover la arena faltante. Para el material de origen rocoso o coralino se utilizará una draga de corte y succión autopropulsada que depositará el material de dragado por medio de una tubería en el sitio de disposición final.

(C): Disposición de material de Dragado: El material de dragado será cortado y colocado en barcazas de descarga ventral, las cuales, una vez llenas serán remolcadas hasta las zonas de disposición final:

Botadero 1 se depositarán los lodos y sedimentos finos; está ubicado mar afuera a 15 km al noroeste del canal El Varadero y por debajo del veril de los 150 metros. Este botadero inicialmente fue autorizado por DIMAR (1994)³ para el descargue de limos y lodos.

Botadero 2 se depositarán los sedimentos correspondientes a arenas medias y gruesas; está ubicado mar afuera a 0,5 km al suroeste del canal, por debajo del veril de los 50 metros.

Actividades generales

(D): Contratación de mano de obra: Durante esta etapa se contempla la generación de 75 empleos directos y 150 indirectos aproximadamente.

(E): Movilización de equipos y personal: Mediante el uso de embarcaciones especializadas se transportarán los

³ Concepto Técnico 4122 DIMAR-DILEM de Diciembre 02 de 1994

diferentes equipos para la realización del dragado y los materiales de excavación. Y para el transporte de personal se realizara en embarcaciones pequeñas aptas para la navegación dentro de la Bahía, que cumplan la reglamentación de la DIMAR.

- **Etapas de operación**

(A'): Dragado de mantenimiento: En las zonas propensas a la sedimentación, una profundidad adicional se puede añadir al canal con el fin de permitir el almacenamiento de los sedimentos acumulados entre los eventos de mantenimiento de dragado. Este enfoque evita la pérdida prematura de la profundidad del proyecto y aumenta la longitud de tiempo entre los eventos de dragado.

(B'): Tránsito de buques: El canal permitirá el tránsito de buques en los siguientes casos: Panamax en dos vías de tráfico, Post Panamax en una o dos vías de tráfico y tanqueros Suez Max y Super Post Panamax en una vía de tráfico.

5.2.3 Impactos identificados Con Proyecto

- **Fase construcción**

Una vez realizado el proceso de identificación de impactos para el escenario *con proyecto* se realizaron los correspondientes análisis vertical y horizontal, que permite visualizar los impactos recurrentes, ocasionales y específicos, así como las actividades que registran los mayores impactos asociados.

Análisis Horizontal

Se estableció, en la matriz de identificación de impactos (Anexo 5.1), que durante la fase de construcción, todos los impactos identificados (19 en total) presentan interacción con las obras/actividades definidas para el escenario Con Proyecto. 7 impactos corresponden al medio abiótico, 6 al medio biótico y 6 al medio socioeconómico.

De lo anterior se concluye que los impactos identificados, 5 corresponden a la categoría "recurrente" (26 %), 10 son "ocasionales" (53 %) y 4 son "específicos" (21%), es decir, que los impactos que se puedan generar durante las actividades constructivas, son ocasionados en su mayoría por actividades ocasionales.

Con relación a los impactos recurrentes, se identificó que la generación de expectativas y generación de empleo son los que se repiten con mayor frecuencia, dado que el 100% de las obras los pueden generar. Otros impactos

recurrentes son la alteración de la calidad del aire, alteración de los niveles de ruido y alteración de las características del agua (los cuales dejarían de ser producidos solamente en una actividad).

Entre los impactos ocasionales se resaltan suspensión de sedimentos, cambio en el fondo marino, alteración del paisaje, alteración de hábitats acuáticos, cambio en comunidades acuáticas y terrestres, y afectación de especies amenazadas, los cuales se producen en tres obras/actividades. El resto de los impactos se dan en dos actividades, y los que se encuentran en una sola actividad son los impactos específicos.

Análisis Vertical

Se observa que la que la Intervención de Isla Abanico y el Dragado son las actividades que mayor número de impactos generarán, siguiéndole la Disposición de material de dragado, presentando más del 50 % de los impactos en todos los medios. La movilización de equipos y personal presenta seis impactos en el medio abiótico y socioeconómico, y por último, la contratación de mano de obra solo provoca dos impactos en el medio socioeconómico.

- **Fase operación**

Una vez realizado el proceso de identificación de impactos para el escenario *con proyecto*, en la fase de construcción, se procedió a desarrollarlo para la etapa de operación, para lo cual, se realizaron los correspondientes análisis vertical y horizontal, que permiten visualizar los impactos recurrentes, ocasionales y específicos, así como las actividades que registran los mayores impactos asociados.

Análisis Horizontal

Se estableció que durante la fase de operación (Anexo 5.1), 13 impactos presentan intersección con las obras/actividades definidas para el escenario *Con Proyecto*. 5 corresponden al medio abiótico, 2 al medio biótico y 6 al medio socioeconómico.

El 69 % de los impactos fueron significativos y estuvieron presentes en las dos obras/actividades identificadas para esta fase. Los impactos ocasionales identificados son cambio en el fondo marino, generación de expectativas, generación de empleo y alteración de las actividades turísticas, las cuales estuvieron presentes en una de las

obras/actividades (Dragado de mantenimiento) representando el 31 %.

Análisis Vertical

El Dragado de mantenimiento es la obras/actividad que genera el mayor número de impactos 13 en total correspondientes al 59 %, y el 41 % restante es generado por el tránsito de buques con un total de nueve impactos.

5.2.4 Resultados calificación de impactos Con Proyecto

- **Fase construcción**

De acuerdo con la matriz de calificación (Anexo 5.2), de las 52 interacciones de impactos calificados, 21 corresponden al medio abiótico, 15 al medio biótico y 16 al medio socioeconómico. Del total de interacciones calificadas en las diferentes obras y/o actividades, el 35,59 % fueron calificados como impactos significativos; el 33,89 % fueron calificados como impactos moderados y 15,25% como irrelevantes.

Lo anterior muestra que la mayoría de los impactos son significativos, la mayoría de ellos por ser irreversibles o permanentes, que requieren de medidas en su mayoría de mitigación o compensación.

Se identificaron y calificaron nueve interacciones positivas, de las cuales siete corresponden al medio socioeconómico y dos al medio biótico. A continuación se hace un análisis por componente ambiental y para cada una de las obras y/o actividades.

Análisis por componente ambiental

Medio abiótico, se encontró que el 32.80 % de los impactos en este medio son significativos; el 57,14% fueron calificados como moderados y el 19,04 % fueron irrelevantes.

Dentro de los impactos significativos están, el cambio en el fondo marino y la pérdida de suelo, los cuales son irreversibles y permanentes; puesto que se va a remover material lo cual produce un impacto sinérgico que es la alteración del paisaje natural (o por lo menos del existente), estos impactos son por causa directa del proyecto por lo cual no se pueden prevenir, pero si pueden ser controlados y requieren de medidas de mitigación y compensación.

En el medio biótico, de los 6 posibles impactos que se pueden generar, 5 son impactos significativos, donde la alteración del paisaje y la alteración de hábitats acuáticos se presentan en la mayoría de las obras/actividades, seguido de estas se encuentran el cambio de comunidades acuáticas y terrestres, y la afectación de especies amenazadas, y por ultimo encontramos la alteración de la cobertura vegetal que solo se realizara en la intervención de Isla Abanico. Tan solo 1 de los impactos se calificó como medio, y 1 como irrelevante, los cuales son generados por la disposición del material de dragado. En cuanto a los impactos positivos se identifico la generación de nuevos hábitats, que es producido por el Dragado y la disposición de material de dragado.

En cuanto al medio socioeconómico, de los 6 impactos calificados, 2 fueron calificados como significativos, en donde la generación de expectativas y la alteración de sitios, rutas y producción pesquera serían producidas en tres y dos obras/actividades respectivamente. La generación de empleo presento impactos moderados y positivos para todas las obras/actividades, ya que en el primer caso hay un cambio en la dinámica social (oficios nuevos), y en el segundo caso hay una fuente de ingreso para las comunidades. Caso similar ocurre en la generación de expectativas para las actividades de contratación de mano de obra y movilización de equipos y personal.

Análisis por actividad

Para el medio Abiótico, la actividad susceptible de producir la mayor cantidad de impactos significativos, es la intervención de isla Abanico, la cual afecta al componente suelo, y de manera moderada al componente aire, y agua, ya que de los siete impactos posibles, tres fueron calificados como significativos y cuatro como moderados.

El dragado y la disposición de material de dragado generan un impacto significativo que es el cambio en el fondo marino el cual es irreversible y permanente. El resto de los impactos para estas dos obras/actividades son moderados, de extensión puntual y/o que el impacto es reversible, es decir, que una vez finalizada la actividad se retorna al estado inicial, y/o que son de efecto indirecto y pueden ser prevenidos y/o controlados.

Respecto al medio Biótico, la intervención de la isla Abanico es la que genera mayor numero de impactos significativos (cinco de seis posibles), seguido de esta se encuentra el Dragado con cuatro impactos significativos y uno positivo, y por último la disposición de material de

dragado que genera dos impactos positivos, uno moderado uno irrelevante y uno positivo. La mayoría de los impactos significativos generados en este medio son irreversibles y permanentes, por lo deben ser mitigados o compensados.

En el medio socioeconómico, la intervención de isla Abanico y el Dragado generan dos impactos significativos de los seis posibles y la disposición de material de dragado genera solo uno. (Anexo 5.2). En cuanto a los impactos moderados y positivos son producidas por todas las obras/actividades. La generación de empleo y la generación de expectativas se encontraron en las actividades contratación mano de obra y movilización de materiales y equipos.

- **Fase operación**

De acuerdo con la matriz de calificación (Anexo 5.2), de las 12 interacciones de impactos calificados para la fase de operación, nueve correspondieron al medio abiótico, cuatro al medio biótico y nueve al medio socioeconómico. De las 22 interacciones calificadas en las diferentes actividades, tan solo el 4,16 % fueron calificadas como impactos significativos; el 54,16 % fueron calificadas como impactos de rango moderado y el 33,33% como irrelevantes.

Lo anterior muestra, que la mayoría de los impactos son moderados e irrelevantes, y existe un pequeño porcentaje de impactos significativos en su mayoría por ser irreversibles o permanentes que requieren de medidas generalmente de mitigación ó compensación.

Adicionalmente, se calificaron dos interacciones positivas, las cuales corresponden al medio socioeconómico. A continuación se hace un análisis por componente ambiental y para cada obra/actividad.

Análisis por componente ambiental

Medio Abiótico: no se encontraron impactos significativos; el 100 % de los impactos fueron calificados como moderados, los cuales se pueden prevenir o controlar, no se registran impactos positivos.

Medio Biótico: no se presentaron interacciones de impactos significativos, y se presentaron dos impactos calificados como moderados, (alteración del paisaje y el cambio de comunidades acuáticas y terrestres) durante el dragado de mantenimiento. Por último los impactos anteriormente mencionados son irrelevantes durante la actividad de transito de buques.

En cuanto al medio socioeconómico, de los seis impactos evaluados, solo se presento un impacto significativo (equivalente al 9,09 %) la generación de expectativas durante la obra de mantenimiento de dragado, y su alta calificación se debe a que es inmediato y su acción es extendida, sin embargo este es un impacto reversible y no es permanente. De los impactos moderados se encontraron tres interacciones correspondientes al 27 %, y los impactos irrelevantes correspondieron al 45,45 % con cinco interacciones.

Los impactos positivos correspondieron al 3,3 % (dos impactos), dentro de los que se encuentra la generación de empleo y la generación de expectativas.

Análisis por actividad

En el Anexo 5.2, se puede observar, que para el medio Abiótico, no se presentaron actividades susceptibles de producir impactos significativos, en la fase de operación.

Respecto al medio Biótico, de las dos obras /actividades realizadas durante esta fase del proyecto ninguna genera impactos significativos para este medio. Se presentaron dos impactos moderados durante el dragado de mantenimiento los cuales son la alteración del paisaje y el cambio de comunidades acuáticas y terrestres. Mientras que el tránsito de buques generara los mismos impactos que el anterior pero de carácter irrelevante.

En el medio socioeconómico, el dragado de mantenimiento es la obra o actividad que genera mayor número de impactos, dentro de los cuales se encuentra la generación de expectativas que es un impacto inmediato y su acción es extendida, sin embargo este es reversible y no es permanente por lo cual es posible mitigar. Los impactos afectación a l patrimonio histórico y arqueológico y la alteración de sitios, rutas y producción pesquera, son de carácter moderado, puesto que son reversibles y no son permanentes, por lo cual se pueden prevenir y/o controlar. Los tres impactos restantes fueron irrelevantes.

Se identificaron dos impactos positivos los cuales fueron la generación de expectativas y la generación de empleo, los cuales traen beneficios a las comunidades por contratación directa e indirecta de personal siendo una fuente temporal de ingresos.

5.3 VALORACIÓN ECONÓMICA DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

Los resultados que se presentan se circunscriben a las exigencias establecidas en la "Metodología General para la presentación de Estudios Ambientales, 2010, que establece en el numeral 2.3.2, que la evaluación del proyecto deberá presentar estudios de valorización económica de los impactos ambientales derivados de la ejecución del proyecto.

El objetivo es valorar económicamente los impactos significativos que podrían ocasionar la construcción y operación de un canal navegable para embarcaciones marítimas ubicado al margen occidental de la isla de Bocachica, en la bahía de Cartagena, cuyo propósito será facilitar y aumentar el tráfico marítimo en el puerto de Cartagena. Este proyecto será desarrollado por la Corporación Promotora Canal el Varadero.

La valoración económica de impactos, consiste en identificar y valorar la variación que se produce en el bienestar de las personas ante alteraciones que se generan con respecto a su situación inicial. Si la situación inicial no es alterada, entonces el bienestar de las personas permanecerá igual. Incorporando estos conceptos dentro de la valoración de los impactos ambientales del presente proyecto, se ha optado por considerar aquellos impactos que podrían producir alguna alteración en el bienestar de las personas, resultantes después de la implementación de las respectivas medidas de mitigación. Para la valoración de los impactos ambientales, se considerarán los resultados arrojados de la identificación y evaluación del Estudio de Impacto Ambiental (EIA).

Este capítulo se fundamenta en el concepto de externalidades, que se traducen en afectaciones o costos externos que se recaen sobre terceros, sin mediar compensación alguna. En los términos del Proyecto, esta compensación puede ser entendida como la implementación de medidas de mitigación que consiguen reducir los impactos negativos a niveles considerados como leves o moderados (no significativos), o medidas que implique el reconocimiento económico o compensación por las posibles pérdidas del bienestar en la población afectada.

El Proyecto de construcción del canal de acceso a la bahía de Cartagena, para mejorar y aumentar el tráfico marítimo en el puerto de Cartagena, alterará las funciones ecosistémicas de los arrecifes coralinos ubicados en el área de influencia directa a niveles significativos, por lo

que se prevé importantes medidas de mitigación, que implican su traslado zonas que aptas para tal fin, lo que garantizará su existencia. No hacer ninguna intervención en este sitio en la actualidad, pondrá en peligro la existencia del recurso ya que las presiones naturales y antrópicas que experimenta este lugar harían inviable la existencia de este recurso natural en el mediano y largo plazo.

Es importante mencionar que la valorización económica de impactos que a continuación se presenta es ex-ante, pues los impactos analizados, aun no se han presentado. La valoración se hace con base a consideraciones de carácter hipotético. Para ello, se ha tomado como base la utilización de procedimientos científicos válidos aplicados en otros contextos en condiciones similares, para que los problemas surgidos por los análisis de evaluaciones hipotéticas se encuentren dentro de los parámetros teóricos esperados. Por esta razón, en todos los cálculos realizados se mencionan las referencias bibliográficas que se han utilizado para el análisis.

Los impactos ambientales valorados para el proyecto fueron aquellos que tiene una alta probabilidad de ocurrencia y/o significancia (previamente analizada en la matriz de impactos ambientales) y de los cuales se cuenta con procedimientos válidos para determinar su valor económico.

Durante la ejecución del proyecto, los impactos de mayor relevancia son el traslado del arrecife coralino ubicado en la zona del canal, el traslado de algunas zonas de manglar y el ahuyentamiento temporal de la fauna acuática debido al incremento de ruido generado por los trabajos de construcción del canal y el posterior tráfico marítimo. Este impacto se dará en un área muy puntual, de aproximadamente 2.000 metros de longitud, con 19,5 metros de profundidad y 200 metros de ancho, para habilitar el canal, y 344 hectáreas correspondientes a la zona circundante, donde tradicionalmente se realizan actividades de pesca artesanal.

En este caso para determinar el valor económico del impacto ambiental en los corales y manglares se ha empleado el método de Benefit Transfer que consiste en estimar el valor de los servicios de un ecosistema transfiriendo la información disponible en otros estudios concluidos en otras localizaciones o contextos y para valorar la pesca artesanal se utilizará el método de Precio de Mercado, para lo que se realizó una revisión documental sobre los datos registrados sobre volúmenes de captura

en la bahía de Cartagena, se hicieron estimaciones en campo de capturas y precios de los principales productos pesqueros que provienen de esta actividad.

5.3.1 Consideraciones metodológicas aplicadas en la valoración

La valoración ambiental ha tomado las siguientes consideraciones:

- a) El EIA del Proyecto para la construcción y operación de un canal de acceso, es la base de la valoración económica. Se han agrupado los impactos según el medio biótico, abiótico y socioeconómico.
- b) Mientras que para la valoración económica tiene que existir alguna relación entre los impactos y las personas - en la medida que estas pueden ver alterada su situación de bienestar actual esta no es necesariamente la misma lógica de la Evaluación del Impacto Ambiental, la cual considera a las personas, pero también incorpora afectaciones a los ecosistemas sin que efectivamente se presenten alguna relación específica con las personas.
Se menciona esto en la medida que los valores económicos del impacto sólo son utilizados como elementos de referencia para identificar y jerarquizar aquellos impactos ambientales de mayor relevancia.
- c) En el proyecto los componentes ambientales del medio abiótico (aire y ruido, agua y sedimentos) no alteran significativamente la situación inicial del medio y/o cumplen con niveles "óptimos" de afectación.

Por ello la valoración económica se enfoca en el componente ambiental del medio biótico en relación con el traslado de los arrecifes coralinos y manglares presentes en la zona donde se construirá el canal, lo que propiciará un posible alejamiento temporal (en las diferentes etapas del proyecto) significaría una posible afectación a los pescadores del litoral costero, considerados dentro del área de influencia indirecta social del proyecto.

- d) El recurso pesquero identificado que podría ser afectado por el proyecto está asociado a las actividades de pesca artesanal, específicamente las especies de Pargo chino y Bonito, teniendo en cuenta que estas son las especies de mayor captura, se espera que estas especies pueden desplazarse de la zona. La afectación está relacionada principalmente con el área de

tráfico marítimo y el área donde se trasladará el coral.

- e) El estudio se realiza en un bien común como es el caso de la zona costera. Sin embargo, el componente ambiental posee una riqueza y diversidad biológica que brinda servicios de extracción de peces (recursos pesqueros), dicho servicio es distribuido para autoconsumo y la venta en las localidades cercanas. Del mismo modo, brinda el servicio ecosistémico asociadas con la protección de la costa a inundaciones, marejadas y por las condiciones de supervivencia ante las fuertes tensiones ambientales, este coral se constituye en una fuente de gran valor para la investigación.
- f) La pesca artesanal está prohibido en la bahía de Cartagena (Resolución 683 del 2 de junio de 1977 del INDERENA), sin embargo se desarrolla en toda la bahía, sin control ni vigilancia de la autoridad ambiental local.
- g) Se estima que la construcción del canal será de 17 meses y la concesión para la operación será de 20 años. Para fines de cálculos se considerará el tiempo que demore la licencia del proyecto, además se considera 2 años adicionales como tiempo de aprendizaje de los pescadores a las nuevas zonas de pesca donde se trasladará el coral.
- h) Para obtener el valor (económico) actual de los impactos ambientales, se aplica la tasa de interés de mercado promedio anual entre 2005 y 2010 que es de 6,57%, siendo el elemento de referencia generalmente aceptado para este tipo de actividades.

5.3.2 Valoración económica del bien ambiental: arrecifes de coral

Costo de extracción del recurso pesquero

Los arrecifes coralinos son ecosistemas con alta productividad y diversidad de especies que le permiten cumplir con importantes funciones en el mantenimiento de la zona costera a través de la prevención de la erosión y mitigación de la fuerza del oleaje y de los huracanes; beneficiando directamente a las comunidades adyacentes y a las economías de muchas naciones al proveer una serie de bienes y servicios como: producción de alimentos, elaboración de medicamentos, y el turismo recreativo, entre otros (Guzmán y Guevara, 1998).

La construcción y operación de puertos suponen riesgos para los corales, los cuales están directamente relacionados con la intensidad y la duración de los impactos que causan estrés. Asimismo, la respuesta de los corales a las actividades de dragado y construcción depende de un

amplio grupo de factores como las condiciones ecológicas, resiliencia y las condiciones de ambiente. En Tabla 5.3.1, se presentan los principales impactos sobre los corales y la respuesta de estos en las diferentes etapas de la actividad portuaria (PIANC, 2010).

Tabla 5.3.1. Impactos sobre los corales de las actividades portuarias

Fase	Tipo de impacto	Naturaleza del impacto	Respuesta de los corales
Construcción	Remoción del coral		Perdida permanente del coral en la zona
	Mayor turbiedad. Aumento de la sedimentación. Daños físicos y abrasión. Efectos sobre la calidad del agua.	Reducción de la disponibilidad de luz. Asfixiamiento . Reducción de la eficiencia en la producción de alimentos. Reducción en el albergue de larvas. Estos efectos pueden ser temporales pero tienen consecuencias permanentes.	Mortalidad temporal o permanente. Adaptación por cambios en la composición de las especies. La recuperación puede ocurrir después de terminada la construcción.
Postconstrucción	Cambios en la hidrodinámica debido a la modificación de la batimetría. Cambios en la calidad del agua. Ciclos alterados de resuspensión de la sedimentación.	Son principalmente efectos a largo plazo y permanentes.	Adaptación por cambios en la composición de especies. Crecimiento reducido. Reducción de la fotosíntesis. Incremento de la mortalidad. Colonización del coral si las condiciones lo permiten.
Operación	Efecto de las estelas de los buques Efectos del mantenimiento del dragado	Los riesgos dependen de de la escala de desarrollo y el grado de manejo.	Adaptación. Daños parciales o totales.

Fuente: PIANC (2010)

En el área de influencia directa del proyecto, principalmente al costado occidental del canal, se detectaron dos formaciones coralinas (A y B), cada una con una extensión aproximada de 20 ha, ubicadas sobre una terraza calcárea de poca inclinación. Su profundidad oscila aproximadamente entre los 4 y 15 m. Este ecosistema marino sería el más afectado por la realización del dragado debido a su alta sensibilidad a pequeños cambios en su entorno (Zea, 1991). En la Tabla 5.3.2, se presenta la distribución de los corales en la zona por porcentaje. Las actividades a desarrollar en el canal El Varadero se muestra en la Tabla 5.3.3.

Tabla 5.3.2. Distribución del coral en la zona de varadero por porcentaje

Variable	Formación A	Formación B
Cobertura viva (%)	74,04	33,38
Cobertura coralina (%)	37,55	25,84
Cobertura abiótica (%)	25,56	66,62
No. especies de coral	31	20
Densidad coralina (colonias/m ²)	2,76	1,85

Fuente: Hidrocaribe Ltda, 2011.

Tabla 5.3.3. Análisis por hectáreas de la zona y actividades a desarrollar (canal a 50 metros del coral)

Volumen a dragar (m ³)	6.597.935
Diferencia a dragar con el canal Moffat & Nicohl	310.414
Área de arrecife impactado (ha)	4,17
Cobertura de coral (%)	26%
Área de coral impactado (ha)	1,09
Porcentaje de coral vivo	33%
Área de coral vivo (ha)	0,36
Área de pastos (ha)	0,75
Densidad vástagos por m2**	60
Área de manglar (ha)	0.4
Especies en decreto 383 de 2010	1

Fuente: Hidrocaribe Ltda, 2011.

Es importante resaltar que la zona de varadero presenta corales con enfermedades, que de no tratarse, los pondrían en riesgo de desaparecer; es así como de catorce (14) signos de deterioro evaluados, ocho (8) fueron detectados en el área de estudio. En particular, se evidenció signos de deterioro en el 23,54% de las colonias de la formación A y en el 9,85% de la formación B.

De la misma forma, los arrecifes de coral enfrentan degradación a nivel mundial, a tal punto que el 27% de los arrecifes de corales en el mundo se han perdido permanentemente como consecuencia de factores naturales y más importantes por factores antrópicos. En efecto, si la tasa de destrucción continúa a este ritmo, el 60% de los arrecifes de coral serán destruidos en los próximos 30 años (Cesar, Burke and Pet Soede, 2003).

Valoración económica de los arrecifes de coral

La valoración económica de los ecosistemas coralinos se deriva a partir del valor total de los bienes y servicios ecológicos que provee, por lo tanto, es imperativo identificar cuáles son los principales bienes y servicios de un determinado ecosistema coralino, así como su interacción con otros ecosistemas (Cesar y Kieok, 2004).

En general, los principales bienes y servicios que provee el ecosistema se asocian con su potencial turístico y recreativo, funciones ecológicas en la protección costera, alta productividad en la pesca, valorización de los terrenos en la costa y realización de actividades de investigación. Para la zona de estudio, los principales atributos se relacionan con la protección costera y sus servicios prestados a la pesca (este último, se estudia en el capítulo “la valoración económica de un bien ambiental: recurso pesquero”). A nivel mundial, se ha estimado que la valoración económica de los bienes y servicios que proveen los arrecifes de corales es de aproximadamente US\$375

billones por año, provenientes principalmente de la recreación, protección costera y producción de alimentos. Esto equivale a un valor promedio de US\$6.075 por hectárea de arrecife de coral por año (Edwards y Gómez, 2007).

Para la valoración del coral en la zona de estudio, se aplicará el método de *Benefit Transfer* que consiste en estimar el valor de los servicios de un ecosistema transfiriendo la información disponible en otros estudios concluidos en otras localizaciones o contextos.

En virtud de que los principales atributos de los arrecifes de coral en la zona de El Varadero son protección costera y la conservación de especies y producción de alimentos, a continuación, se presentan los resultados de la valoración económica de los arrecifes de coral en beneficios de la protección costera (véase el análisis de la conservación de especies y producción de alimentos en la sección “la valoración económica de un bien ambiental: recurso pesquero”).

Valoración de los arrecifes de coral en la protección costera

Los servicios de los arrecifes de coral asociados con la protección costera se derivan de su capacidad para reducir la erosión en las costas, disipar olas y reducir el impacto de los huracanes y tormentas. En la Tabla 5.3.4, se muestran algunos estudios de casos en los que se valora la protección costera de los arrecifes de coral.

Tabla 5.3.4. Estudios de casos de la valoración de la protección costera de los arrecifes de coral

Autores	Zona de estudio	Valor protección costera (millones USD 2010)	Área (Km2)	Valor protección costera/Km2	Funciones consideradas
Cesar, Burke and Pet Soede, 2003	Caribe	856.245.920	19.000	45.066	Disipar olas
Cesar, Burke and Pet Soede, 2003	Mundo	9.011.037.984	284.000	31.729	Disipar olas
Burke and Maidens, 2004	Caribe	29.942.704.299	26.000	1.151.642	Disipar olas y reducir energía de las tormentas
Burke et al., 2008	Santa Lucia	40.653.806	33	1.231.934	Costos evitados
Burke et al., 2008	Tobago, West Indies	25.500.061	30	850.002	Costos evitados
Sarkis, van Beukering and McKenzie, 2010	Bermudas	265.900.000	400	664.750	Costos evitados
Van Beukering et al., 2007	Guam	8.764.943	71,66	122.313	Costos evitados
Burke, Selig and Spalding, 2002	Indonesia	380.513.298	50875	7.479	Prevención de la erosión
Burke, Selig and Spalding, 2002	Filipinas	395.055.205	25819	15.301	Prevención de la erosión

Fuente: Hidrocaribe Ltda, 2011.

Aplicando el método *Benefit transfer*, se estima que la valoración de los arrecifes de coral en la zona de Varadero que comprende un área de 4,17 hectáreas es de USD\$ 48.498,4 ó COL\$ 89.722.152,7 (1 dólar = \$1.850⁴). Este valor incluye la mitigación del oleaje y reducción de la energía de las tormentas, valorado a partir del estudio de Burke and Maidens (2004) para el Caribe, zona más representativa para el área objeto de estudio. A diferencia de Cesar, Burke and Pet Soede (2003), también para el Caribe, Burke and Maidens (2004) toman en cuenta el impacto de las tormentas. Asimismo, se considera el valor de los corales en cuanto a la prevención de la erosión, valor que se toma del promedio arrojado en el estudio de Burke, Selig and Spalding (2002) para Indonesia y Filipinas.

Casos de éxito traslado de coral

Caso 1. Traslado de corales del puerto Longoni, isla Mayotte océano Índico (Edwards y Gómez, 2007)

Este proyecto de mitigación tuvo como objetivo compensar la degradación causada por la utilización de parte del arrecife de barrera de la zona para extender el muelle principal. Los objetivos fueron: rescatar 600 colonias de coral que estaban amenazadas; trasplantar corales a la laguna de Mayotte por medio de un experimento.

Método: Consistió en la elección de tres sitios para el trasplante, considerando: que el arrecife sea de barrera con condiciones ambientales muy similares al sitio amenazado; un parche de arrecife en la laguna alejado de la costa, y un arrecife localizado próximo a un sitio de paso a través de la barrera arrecifal

600 colonias fueron seleccionadas a partir de un amplio rango de géneros y formas de crecimiento las cuales fueran representativas de la comunidad amenazada del arrecife frangeante. Las colonias de tamaño pequeño y mediano fueron transportadas en contenedores plásticos llenos con agua de mar, mientras las colonias de mayor tamaño fueron ubicadas en cajas sumergidas y fueron arrastradas por un bote. El tiempo de traslado al sitio de trasplante fue de 30 minutos a 2 horas y los trasplantes

fueron adheridos con cemento a la roca natural de coral o losas de concreto

Luego de haber realizado el trasplante se hizo un seguimiento o monitoreo de la zona a partir del primer mes con escalas de 3 meses durante un año. El monitoreo incluyó:

- La tasa de supervivencia
- La tasa de crecimiento (se midió el diámetro mayor y el menor).
- El porcentaje de mortalidad parcial (% de la superficie de coral muerto observado).
- La colonización del sitio de trasplante por peces e invertebrados

Resultados: La operación fue en general exitosa con una tasa global de supervivencia del 80% después de un año, lo que implica que la metodología de colecta, transporte y adhesión de los trasplantes fue la adecuada. La escogencia del sitio para trasplantar fue importante: el sitio con las condiciones ambientales más similares al sitio fuente amenazado fue el que presentó la mayor supervivencia. Las tasas de supervivencia en el arrecife frangeante (más similar), el parche de arrecife alejado de la costa y el arrecife localizado cercano al sitio de paso a través de la barrera arrecifal fueron del 90%, 65% y 80% respectivamente.

Caso 2. Matira Point, Bora Bora, Polinesia Francesa (Edwards y Gómez, 2007)

El trasplante se hace necesario por la ejecución en la zona coralina de operaciones de dragado para extraer arena de origen coralino para la construcción, la línea de costa alrededor de Matira Point fue alterada por el movimiento de la arena llevando a la erosión costera.

Método: Para el cumplimiento del traslado de coral se implementaron dos etapas, la etapa de restauración física y la etapa de restauración biológica; en la primera de las dos etapas se realizaron rellenos de pozos de extracción, instalación de tres barreras rompeolas y estructuras artificiales de concreto; en la etapa de restauración biológica se consideró la forma de traslado, la escogencia de la zona, la evaluación del estado de salud de los corales y la etapa de seguimiento.

Resultados: Fue exitoso este procedimiento debido a que la tasa de supervivencia de los trasplantes de coral del 95%, en el periodo de 1 año. La efectividad consistió

⁴ Se considera la TRM como el valor promedio en el que fluctúa el dólar durante el año 2011

en la adecuada selección de los sitios donantes con base en su similitud al sitio de trasplante.

Caso 3. Estado de Veracruz, México: Programa de Restauración en el Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano (Oceanus A.C etal. 2010).

Este programa inicio en el año 2007 con la evaluación de los sitios a restaurar, las zonas donadoras y se probaron las técnicas a utilizar. El objetivo fue recuperar la cobertura coralina del género *Acropora* en una superficie de una hectárea, mediante el trasplante de 5 mil colonias de coral a la zona de la cresta arrecifal, y la zona de transición de la pendiente en barlovento del arrecife Anegada de Adentro, en un periodo de dos años.

Resultados: Se obtuvo una sobrevivencia de hasta el 90% de las colonias, aclarando que en la épocas de norte, el número de especies se redujo al 80%, de ellas el 90% estuvo sin signos de blanqueamiento.

En los anteriores estudios de casos, en los que se presentan casos de éxito de traslado de corales, se encuentra que cerca de los 80% y 90% de los corales trasladados sobreviven, por lo que concluye que el traslado de los corales de la zona de Varadero de otras zonas en condiciones similares tiene una alta probabilidad de éxito. Esto implica que los impactos generados por la construcción del canal van a ser compensados en una gran proporción.

Valoración económica del bien ambiental: manglares

Los manglares son ecosistemas naturales muy valiosos debido a que son especialmente ricos en flora y fauna y sus innumerables funciones ecológicas. Los bienes y servicios brindados por estos ecosistemas van desde captura de carbono, fijación de energía solar, retención de sedimentos, amortiguación de vientos, regulación de microclima, hasta hábitat y alimento de aves residentes y migratorias así como de mamíferos, reptiles y otras especies de la zona donde se ubiquen (Rodríguez, García, De la Rosa y Julio (2008).

Con la construcción del canal El Varadero se hace necesario la remoción de 0,4 ha de manglar localizados en el extremo sur de la Isla Abanico, donde se estima una abundancia de 1902 ind/0,4 ha, compuesto principalmente por *Rhizophora mangle* con una densidad aproximada a los 1666,8 ind/0,4 ha, y un área basal de 0,6 m²/0,1 ha, y *Avicennia germinans* que mostró un mayor desarrollo estructural, presentando una mayor altura y DAP promedios, con una densidad aproximada de 235,2 ind/0,4 ha.

Estas 0,4 has de mangle serán compensadas con la restauración de otro ecosistema en el caño Lequerica del canal del Dique a una escala de 1:10, lo que permite compensar 4 ha. El cumplimiento de este mecanismo o estrategia de compensación tiene un costo de \$40.000.000 millones de pesos que incluyen los costos de instalación. Adicional a este monto, existen unos costos de monitoreo y seguimiento de la zona (estudio) para la viabilidad de la compensación.

Valoración económica de los manglares

Los manglares son ecosistemas que generan un amplio número de bienes y servicios ambientales presentes y futuros. Estos bienes y servicios pueden ser aprovechados de una forma directa por las comunidades cercanas, y también pueden ser aprovechados indirectamente a través del sinnúmero de funciones ecológicas. En general, de acuerdo su aprovechamiento e importancia en el ecosistema, el valor económico de los manglares puede estar determinado así:

- Valor de uso directo: Pesca, madera y apicultura
- Valor de uso indirecto: Retención de nutrientes, protección costera, recarga de acuíferos, filtro de agua, fijación de Carbono.
- Valor de opción: Usos futuros potenciales.

De una manera más amplia, Al respecto, De Alba y Reyes (1998) identifican los diferentes usos (valor) que los manglares proveen a la sociedad, y que por tanto, son susceptibles de valoración económica (Tabla 5.3.5).

Tabla 5.3.5. Clasificación de valores para los manglares

Directo	Valor de uso directo	De opción	Valor de no uso	
			De herencia	De existencia
Productos de consumo o servicios directos	Beneficios funcionales	Uso indirecto o directo futuro	Valor de legado a los descendientes	Valores éticos
Usos extractivos	Ecosistémicas	<ul style="list-style-type: none"> - Continuidad Del sistema - Obtención de nueva materia prima - Nuevos Conocimientos 	<ul style="list-style-type: none"> - Protección del hábitat - Evitar cambios irreversibles 	<ul style="list-style-type: none"> - Conocimiento de la existencia - Protección del hábitat - Evitar cambios irreversibles - Culturales, estéticos y religiosos
	- Autopresevación y evolución del sistema			
	- Ciclaje de nutrientes			
	- Conocimiento e investigación			
	- Hábitat migratorio			
	- Fijación de nitrógeno			
	Ambientales			
	- Protección y regeneración de suelos			
	- Captación y purificación de agua			
	- Protección de cuencas			
Usos no extractivos	- Control de plagas			
	- Control de inundaciones			
	- Protección contra tormentas			
	- Regulación climática			
	- Retención de carbono			
	- Estabilización costera			
	- Salud			
	- Recreación			
	- Actividades culturales y religiosas			
	- Navegación			
- Producción audiovisual				

Fuente: de Alba Edmundo y Reyes María Eugenia (1998) valoración económica de los recursos biológicos

Al igual que con los corales, el criterio para valorar los manglares presentes en El Varadero, se hará uso método de *Benefit transfer* que consiste en transferir el valor de los manglares obtenidos en otras zonas con características particularmente cercanas al área de estudio. En la Tabla 5.3.6, se hace un compendio de los diferentes estudios que realizan valoración económica de los manglares, los cuales permitirán hacer una aproximación a la valoración

de las 0,4 hectáreas de manglares de la zona de estudio. Cabe destacar que los resultados obtenidos en los estudios presentados varían según la metodología utilizada, la zona de estudio, los atributos ambientales considerados, y la problemática o el objetivo particular que se busca atender.

Tabla 5.3.6. Valoración económica de manglares

Autor(es)	Zona de estudio	Año	USD\$ Ha/year (2010)	Funciones consideradas
Costanza, dArge, deGroot, Farber, Grasso, Hannon, Limburg, Naeem, Oneil, Paruelo, Rasklin, Sutton, vandenBelt	Mundial	1994	14.697	Todos
			2.730	Protección contra tormentas y tsuanmis
			9.940	Saneamiento de aguas contaminadas
			251	Refugio/ Hábitat
			683	Producción de comida
			237	Producción de madera, energía
			964	Recreación
Sathirathai and Barbier	Tailandia	2001	4.730	Todos
			109	Recursos forestales
			56	Pesca
			4.565	Protección costera
Gloria Gómez País	Cuba	2004	14.605	Total
			446	Extracción de madera
			220	Pesca
			105	Apicultura
			596	Retención de Carbono

Autor(es)	Zona de estudio	Año	USD\$ Ha/year (2010)	Funciones consideradas
			13.239	Protección costera
JacobsGIBB Ltd.	American Samoa	2004	35.952	Todos
			1.103	Producción de alimentos
			3.238	Protección costera
			31.611	No uso
Gunawardena and Rowan	Sri Lanka	2005	1.211	Todos
			334	Protección costera
			847	Producción de alimentos
			27	Producción de madera
			3	Valor de opción
Trinidad	Filipinas	1998	803	Producción de alimentos y madera
Rönnbäck	Mundial	1999	11.407	Producción de alimentos
Aburto, Ezcurra, Danemann, Valdez, Murray and Sala	México	2008	40.748	Peces y jaibas

Fuente: Hidrocaribe Ltda, 2011.

Teniendo en cuenta que los principales bienes y servicios proveídos por los manglares presentes en el Varadero se relacionan con la protección costera, retención de carbono, refugio y hábitat de especies, recursos forestales, saneamiento de aguas contaminadas y producción de alimentos (peces), por el método de *Benefit transfer* se afirma que las 0,4 ha que serán removidas en la Isla Abanico tienen un valor de aproximadamente USD\$ 6.325,2 ó COL\$ 11.701.621 (1 dólar: \$1850)⁵. Este valor se obtiene de la valoración económica promedio de cada uno de los atributos de interés en estudios internacionales (Tabla 5.3.7).

Tabla 5.3.7. Valoración de manglares en El Varadero (0,4 hectáreas)

Atributos	USD\$ año
Protección costera	1.928,5
Retención de carbono	238,3
Refugio y hábitat de especies	100,4
Recursos forestales	81,9
Saneamiento de aguas contaminadas	3.976,1
Total	6.325,2

Fuente: Hidrocaribe Ltda, 2011.

5.3.3 Valoración económica del bien ambiental: recurso pesquero

Costo de extracción del recurso pesquero

El costo estimado para la extracción del recurso pesquero en el área en el que se construirá el canal de El Varadero es de \$61.826.042,4

⁵ Este valor no incluye el valor de la producción de alimentos, el cual se presenta en el capítulo Valoración económica del bien ambiental: recurso pesquero

Recurso pesquero

Para determinar el valor del recurso pesquero se realizaron mediciones puntuales en las zonas de desembarco en las poblaciones del área de influencia directa (Bocachica, Pasacaballos, Caño del Oro, Ararca y Santa Ana), de los cuales se obtuvo información sobre volúmenes, precios de los recursos pesqueros y sitios de pesca durante 15 días. Los resultados del trabajo de campo muestran que el 84,3% de las UEPs que realizaron sus faenas en la zona de El Varadero provienen de Bocachica, mientras que el 15,8% restante proviene de Caño del Oro. La extracción pesquera se realiza principalmente mediante línea de mano (80,4%) y arpón (19,6%).

En relación al volumen de desembarque y precios promedio de las especies capturadas, los resultados muestran que las especies de mayor significancia en la captura pesquera son el Pargo chino (22,0%) y Bonito (19,8%) como se observa en la Tabla 5.3.9. Asimismo, la Tabla 5.3.8 muestra los precios promedio por kg en playa.

Tabla 5.3.8. Volúmenes de los principales productos pesqueros desembarcados (kg/año), 2011

Especies	Nombre Común	Total captura año
CARANX CRYSOS	COJINOA	24,3
CARANX HIPPOS	JUREL, JUREL ALETIA-MARILLO	623,0
EUTHYNNUS ALLETTERATUS	BONITO	1008,2
LANGOSTA	Langosta	296,5
LUTJANIDAE	PARGO	67,9
LUTJANUS APODUS	PARGO CHINO	1119,2
PULPO	Pulpo	967,6
SCOMBEROMORUS BRASILIENSIS	CARITA, CARITE	123,2

Especies	Nombre Común	Total captura año
SCOMBEROMORUS CAVALLA	SIERRA BLANCA	521,8
SPHYRAENA BARRACUDA	BARRACUDA	340,1
Total		5091,9

Fuente: Hidrocaribe Ltda, 2011.

Los precios de playa o precios iniciales, son los pagados por los intermediarios a los pescadores; este corresponde al valor que se le asigna al esfuerzo por la extracción del producto pesquero. Los precios varían según la especie, la estacionalidad de la oferta natural, el ciclo biológico de las especies, la estacionalidad de la demanda (por turismo y semana santa) y el grado de organización de los pescadores.

En la pesca de las poblaciones del área influencia directa del proyecto presenta poca intermediación, la mayoría de la captura se destina al autoconsumo y los excedente se comercializan, en el mercado de Bazaruto y zonas populares del área urbana de Cartagena. Por ello los pescadores de la zona de estudio logran buenos precios de venta comparados con otros pescadores de las zonas más alejadas de Cartagena. Los precios iniciales (o de playa) durante el periodo de muestreo se muestran en el siguiente cuadro.

Tabla 5.3.9. Precio de los principales productos pesqueros desembarcados (kg/ año), 2011

Especies	Nombre Común	Precio (abril)
CARANX CRYOSOS	COJINOA	\$ 6.000
CARANX HIPPOS	JUREL, JUREL ALE-TIAMARILLO	\$ 5.000
EUTHYNNUS ALLETTE-RATUS	BONITO	\$ 4.000
LANGOSTA	LANGOSTA	\$ 20.000
LUTJANIDAE	PARGO	\$ 12.000
LUTJANUS APODUS	PARGO CHINO	\$ 8.000
PULPO	PULPO	\$ 7.000
SCOMBEROMORUS BRASILIENSIS	CARITA, CARITE	\$ 10.000
SCOMBEROMORUS CAVALLA	SIERRA BLANCA	\$ 10.000
SPHYRAENA BARRACUDA	BARRACUDA	\$ 6.500

Fuente: Hidrocaribe Ltda, 2011.

Durante la construcción del canal El Varadero, las faenas diarias de las embarcaciones dedicadas a la pesca artesanal en la zona se verán interrumpidas (17 meses en total, 14 en dragado del canal y 3 meses en traslado del coral) y se generará el impacto por el ahuyentamiento temporal de la fauna acuática. Una vez construido el canal, habrá restricciones para la pesca en este lugar, zonas aledañas y zona de tránsito marítimo por seguridad con los pescadores.

Esta situación representará una pérdida del bienestar por la pérdida de ingreso o daño económico por el uso del recurso pesquero en este sector durante el tiempo que demore la concesión. Los pescadores tendrán que incurrir en costos adicionales para desplazarse hacia zonas aledañas donde migrará el recurso pesquero. Este daño será determinado por el excedente del productor o pérdida del bienestar o beneficio.

Para efectos del estudio se proyectarán los valores beneficios para el año 2012 y 2013, periodo en el cual termina la construcción del canal y los pescadores se han adaptado a las nuevas zonas de pesca.

Ingreso Promedio Total por especies

Para la obtención del beneficio total (BT), será necesario proyectar el ingreso promedio total (IT) durante el tiempo que demore el proyecto para las principales especies desembarcadas, el cual se determina de la siguiente manera:

$$IT = P(p) \times Q(p)$$

Donde:

P(p) es el precio de los productos pesqueros

Q(p) es el volumen de los productos pesqueros

Para este caso se consideró que el volumen promedio total de las especies por años, se mantiene constante, es decir a pesar de los tensores que agudizan la pesca en la Bahía de Cartagena, se asume que la captura pesquera mantendrá los niveles actuales dado las obras que viene adelantando la administración local, especialmente las relacionadas con las descargas de aguas servida con la construcción y puesta en funcionamiento del plan maestro de alcantarillado.

En la Tabla 5.3.10 presentan un valor promedio del ingreso total para el año 2012 y primeros cuatro meses del año 2013. La proyección se hizo teniendo en cuenta una tasa de inflación esperada del 3% para el año 2012 y de 2% para los meses de enero – abril 2013⁶.

Tabla 5.3.10. Ingreso total proyectado por especie, 2012 – 2013

Especies	Nombre Común	2012	2013
CARANX CRYSOS	COJINOA	\$ 150.356,40	\$ 154.867,14
CARANX HIPPOS	JUREL, JUREL ALETIAMARILLO	\$ 3.208.413,00	\$ 3.304.665,44
EUTHYNNUS ALLETTERATUS	BONITO	\$ 4.153.794,10	\$ 4.278.407,93
LANGOSTA	LANGOSTA	\$ 6.108.565,10	\$ 6.291.822,08
LUTJANIDAE	PARGO	\$ 839.288,70	\$ 864.467,40
LUTJANUS APODUS	PARGO CHINO	\$ 9.222.286,50	\$ 9.498.955,07
PULPO	PULPO	\$ 6.976.587,60	\$ 7.185.885,24
SCOMBEROMORUS BRASILIENSIS	CARITA, CARITE	\$ 1.268.713,20	\$ 1.306.774,61
SCOMBEROMORUS CAVALLA	SIERRA BLANCA	\$ 5.374.974,60	\$ 5.536.223,85
SPHYRAENA BARRACUDA	BARRACUDA	\$ 2.276.868,80	\$ 2.345.174,84
Total		\$ 39.579.848,14	\$ 40.767.243,58

Fuente: Hidrocaribe Ltda, 2011.

Costo Promedio Total

El costo promedio total se ha determinado por el costo promedio de extracción (captura). En la Tabla 5.3.11 se presenta el costo promedio de extracción, La proyección de los costos totales se hizo a partir de una tasa de inflación esperada del 3%.

Tabla 5.3.11. Costo Total por año según arte de pesca, 2012 – 2013

Arte	2012	2013
ARPON	\$ 211.896	\$ 218.253
LINEA DE MANO	\$ 5.862.748	\$ 6.038.630
Total	\$ 6.074.644	\$ 6.256.883

Fuente: Hidrocaribe Ltda, 2011.

Beneficio total

El beneficio total es la diferencia entre el ingreso total (relación de volúmenes de captura y precio de los productos pesqueros evaluados) y el costo total. En la

Tabla 5.3.12 se presenta el beneficio total por año.

Tabla 5.3.12. Beneficio Total por año

Año	Ingresos	Costos	Utilidad
2012	\$ 39.579.848	\$ 6.074.644	\$ 33.505.204
2013	\$ 40.767.244	\$ 6.256.883	\$ 34.510.360

Fuente: Hidrocaribe Ltda, 2011.

Valor Presente Neto del Beneficio Total de la Pesca artesanal

El valor presente neto -VPN es la diferencia entre todos los ingresos y costos de la actividad pesquera expresados en moneda actual a través de una tasa de descuento (d), siendo este último en otras palabras el costo de oportunidad de la inversión.

El impacto ambiental relacionado a la fauna acuática representa una pérdida del bienestar que debe se relaciona con el valor del daño económico. Este daño será determinado por el VPN o excedente del productor o pérdida del bienestar o beneficio, el cual se obtiene de la siguiente manera:

$$VPN = \sum \left(\frac{BT}{(1+d)^t} \right)$$

Donde:

$$BT = IT_t - CT_t$$

d = tasa de descuento

t = período de análisis

Para este caso, se asumirá como tasa de descuento (d) el promedio anual de las la tasa de interés del mercado dada por el Banco de la República de Colombia en período 2005-2010⁷.

Tabla 5.3.13. Tasas de interés promedio del mercado

Años	Tasas de interés promedio real
2005	6,18
2006	6,63
2007	8,88
2008	10,16
2009	4,04
2010	3,51
2005- 2010	6,57

Fuente: Banco de la República.

⁶ La tasa de inflación del 2% se obtuvo del promedio de la inflación reportada en los meses de enero – mayo durante los años 2009 – 2011.

⁷ Esta suposición se hace considerando que si las personas no incurren en costos, colocarían su dinero en el banco

La construcción del canal se estima en 17 meses, y se estima que el tiempo de aprendizaje de los pescadores a la nueva zona de pesca es de dos años, por tanto, para estimar la valoración de la pesca se consideran los años 2012 y 2013. El beneficio total se actualizará al año 2011.

$$\text{VPN} = \$33.505.204 / (1,0657) + \$ 34.510.360 / (1,0657)^2 = \$61.826.042,4$$

Cabe mencionar que esta pérdida del bienestar por el ahuyentamiento temporal de la fauna acuática y el acceso restringido a la pesca en el lugar de la construcción del canal no toma en cuenta el ahorro de los pescadores dedicados a esta actividad en tiempo de pesca. Asimismo los pescadores artesanales afectados por la ejecución del proyecto, dispondrán de mayor tiempo para dedicarse a otras actividades que les genere utilidad (actividades alternativas). Esta eventual mejora en su utilidad no ha sido restada del valor. Por lo tanto el valor económico encontrado representa la máxima pérdida del bienestar por el impacto ambiental.

Para este caso el VPN, tomando en cuenta el valor máximo de la pérdida del bienestar por el impacto ambiental que asciende a \$61.826.042,4 por los 17 meses que demora la construcción del canal y los dos años de aprendizaje a las nuevas zonas de pesca;. Se estima que el valor económico el posible impacto ambiental por el ahuyentamiento temporal de la fauna acuática en la zona de construcción del canal de El Varadero asciende a US\$33.419,5 (1 dólar: 1.850 pesos colombianos⁸).

Respecto del **Valor Económico Total del Impacto** se resalta que no habrá muerte de peces, por lo que si las especies migran hacia los lugares donde están los pescadores artesanales, este valor podría significar un aumento de sus ingresos y no una disminución de los mismos.

Beneficios mensuales por pescador según arte de extracción

Los artes de pesca comúnmente desarrollado por los pescadores en la zona de varadero son arpón y línea de mano. La primera arroja una mayor utilidad representa alrededor de un 1,68 salarios mínimos legales vigentes, mientras que la pesca con el método de línea de mano

genera utilidades 4 veces por debajo de salario mínimo legal vigente a 2011 en Colombia.

Tabla 5.3.14. Beneficio mensual por pescador según arte de pesca (precios 2011)

Arte	Utilidad por pescador	Utilidad por pescador mensual
ARPON	\$ 37.525,0	\$ 900.600,0
LINEA DE MANO	\$ 5.514,0	\$ 132.336,8
Total	\$ 10.291,8	\$ 247.003,0

Fuente: Hidrocaribe Ltda, 2011.

Zonas alternativas de pesca

En términos generales, de los métodos o artes de pesca eventualmente utilizados en la zona de Varadero para la captura de peces, resulta más costoso para los pescadores el arte de línea de mano, arte que también genera menores beneficios en términos de utilidades. Sin embargo, teniendo en cuenta que los pescadores efectúan su actividad con utensilios diferentes como es el caso de las canoas, la cuales son utilizadas con o sin motor, se realiza el análisis diferenciando el método de propulsión y el sitio de pesca y desembarco (ver anexos cuadros de salida).

Los resultados de este proceso son:

1. En la zona de Varadero para los pescadores que utilizan el arte de pesca de línea de mano y método de propulsión con motor, los costos son inferiores en un 10%, con respecto al costo promedio de pesca de las zonas alternas que pueden llegar a utilizar estos pescadores bajo las mismas condiciones. Es decir se verían afectados al cambiar de zona por el aumento de los costos sin embargo, este aumento se ve compensado con la productividad de la zona alterna, en la cual pueden llegar a obtener ingresos superiores hasta en un 300%, con respecto a varadero. En ese sentido, a los pescadores se les aconseja buscar una zona alterna a la de varadero como por ejemplo el Hondo, Gigante e Islas del rosario.
2. En lo que respecta a los pescadores que utilizan el método de línea de mano, pero que no poseen motor en su canoa, los costos son inferiores en la zona de varadero en un 69,9%, sin embargo, nuevamente los ingresos percibidos en la zona alterna son mayores razón por la cual los beneficios o utilidad neta en varadero se hacen inferiores en 28% con relación a zonas alternas como: punta gorda, el arroyo, el copo, la pelotica.

⁸ Se considera la TRM como el valor promedio en el que fluctúa el dólar durante el año 2011

3. Para los pescadores que llevan a cabo la actividad pesquera con arpón y se ayudan de canoas sin motor, que es lo mas eventual en esta zona, resulta con mayores costos y menores ingresos la zona de varadero, esto en 2,2% y 47% respectivamente.

En efecto la zona de varadero es una zona muy utilizada para pescar con careta, por las condiciones mismas de la zona, es decir, por las formaciones coralinas y otras características que hacen que el agua sea más clara y además se encuentren especies por las cuales puedan ofrecer un poco mas de dinero en el comercio, sin embargo, esta misma característica hace de la pesca en esta parte de la bahía de la ciudad tenga una producción muy volátil.

5.3.4 Consideraciones finales para la evaluación de impacto

A partir de los resultados de la sección anterior y considerando que el uso de mayor afectación será la pesca es necesario determinar la relación beneficio costo para determinar la incidencia del proyecto en esta actividad. La relación beneficio costo- B/C es un índice que mide el grado de relación entre el valor presente de los ingresos y costos de cada UEP expresados en moneda actual a través de una tasa de descuento (d) (Sapag Chain y Sapag Chain, 1995; Seijo *et al.*, 1997). Se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$B/C = \frac{\sum \frac{IT_t / (1 + d)^t}{CT_t / (1 + d)^t}}$$

Donde, IT_t y CT_t son los ingresos y costos totales en el año t , respectivamente, y d es la tasa de descuento considerada para este estudio.

Al considerar los resultados arrojados en le sección anterior se obtiene que la relación B/C es de 6,51, lo que indica que los ingresos valorados a 2011 son aproximadamente 6 veces mayores que los costos.

Teniendo en cuenta los resultados anteriores se consideran los indicadores de evaluación y se establecen los criterios de decisión a partir de los criterios establecidos

por la evaluación de proyectos. Los indicadores considerados son: el valor presente neto VPN y la relación costo beneficio costo ($R: B/C$).

A partir de los criterios de evaluación establecidos se establecerán los determinantes para la aceptación, rechazo o indiferencia en la viabilidad del proyecto. La evaluación se hará considerando los siguientes:

Para el VPN se consideran valores críticos:

VPN > 0. Los beneficios del proyecto son mayores que sus costos, por lo tanto, se acepta el proyecto y se dice que éste genera ganancias en bienestar social.

VPN = 0. El proyecto no produce beneficios ni costos. Por lo tanto, no genera cambios sustanciales en el bienestar social.

VPN < 0. Los costos del proyecto son mayores que sus beneficios. Por tanto, se debe rechazar el proyecto ya que provoca pérdidas en bienestar social.

De esta forma, como el resultado de este indicador es un valor de \$61.826.042,4 (mayor que cero), la pesquería en la zona de estudio es un proceso rentable, lo que indica que el proyecto genera bienestar social y por tanto la compensación mínima debería partir de esta base.

Para la $R: B/C$ se consideran valores críticos si:

R: $B/C > 1$. El proyecto genera bienestar social, por lo tanto se acepta el proyecto.

R: $B/C = 1$. El proyecto no presenta cambios en bienestar social, por lo tanto es indiferente.

R: $B/C < 1$. El proyecto empeora el bienestar social. Por lo tanto, no es recomendable su ejecución.

Como el resultado de este indicador es un valor mayor que uno (6,51), significa que el proyecto genera resultados económicamente positivos para la sociedad y por lo tanto desde el punto de vista de este indicador, es un proyecto viable y se recomienda su materialización.

6 ZONIFICACIÓN DE MANEJO AMBIENTAL

6.1 INTRODUCCIÓN

De acuerdo con la zonificación ambiental (Capítulo 3), la evaluación de impactos (Capítulo 5) y la normatividad ambiental vigente, se determinó la zonificación de manejo ambiental del área de influencia directa, atendiendo la siguiente clasificación:

Áreas de Exclusión: corresponde a áreas que no pueden ser intervenidas por las actividades del proyecto. Se considera que el criterio de exclusión está relacionado con la fragilidad, sensibilidad y funcionalidad socio-ambiental de la zona; de la capacidad de autorecuperación de los medios a ser afectados y del carácter de áreas con régimen especial.

Áreas de Intervención con Restricciones: se trata de áreas donde se deben tener en cuenta manejos especiales y restricciones propias acordadas con las actividades y etapas del proyecto y con la sensibilidad socioambiental de la zona.

Áreas de Intervención con alta restricción: Corresponden a áreas donde se deben especificar medidas ambientales especiales y restricciones específicas de acuerdo a su alta importancia y sensibilidad ambiental. Corresponden a las áreas de Importancia Ambiental.

Áreas de Intervención con baja restricción: Pertenecen a estas áreas aquellas declaradas como Áreas de interés

Económico. Para estas áreas se requiere que los programas de gestión social, contengan medidas específicas para prevenir y controlar los impactos ambientales.

Áreas de Intervención: Corresponde a áreas donde se puede desarrollar el proyecto, con manejo socioambiental acorde con las actividades y etapas del mismo.

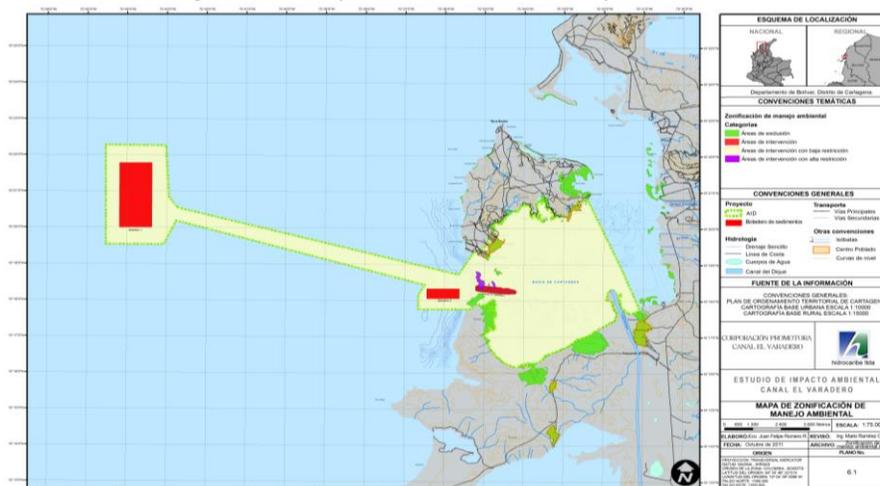
6.2 RESULTADOS

De acuerdo con la zonificación ambiental se encuentra:

- En el AID del proyecto se registran como áreas de exclusión a los corales en buen estado de conservación representados por la formación coralina A, los manglares exceptuando a los de la isla Abanico y las ciénagas costeras.
- Serán áreas de intervención con restricciones:
 - Alta restricción: incluyen las coberturas vegetales de manglar de la isla Abanico, los pastos marinos que se encuentran al oriente de esta y la formación coralina B.
 - Baja restricción: Corresponde a las áreas de uso económico donde se llevan a cabo transporte marítimo y local.

De acuerdo con la zonificación ambiental, en la Figura 6.2.1, se pueden observar las diferentes zonas determinadas.

Figura 6.2.1. Mapa de Zonificación de Manejo Ambiental



Fuente: Hidrocaribe Ltda, 2011.

7 PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

7.1 INTRODUCCIÓN

El Plan de manejo ambiental que se expone a continuación es el producto de un trabajo elaborado de manera conjunta por los profesionales especialistas de la consultoría, por los representantes de las comunidades y autoridades de la zona y por los representantes de los Consejos Comunitarios de las comunidades negras que habitan en esas poblaciones. Fue un proceso de construcción colectiva dentro de la Consulta Previa donde todos los participantes aportaron sus saberes, vivencias y conocimientos para producir este plan de manejo ambiental.

El Plan de Manejo Ambiental contiene los Programas de Manejo Socio-ambiental que se van a desarrollar antes, durante y después de la construcción y operación del canal de El Varadero; a su vez, cada programa se presenta en forma de Fichas; un programa puede abarcar uno o varios proyectos y/o actividades.

Cada Ficha contiene:

- Objetivos
- Metas
- Impacto ambiental a manejar
- Tipo de Medida
- Acciones a Desarrollar
- Cronograma de Ejecución
- Lugar de Aplicación
- Población beneficiada
- Mecanismos y estrategias de participación
- Responsable de la Ejecución
- Seguimiento y Monitoreo (Indicadores)
- Costos

Los programas y/o proyectos de manejo que se generan, abarcan lo sugeridos por los términos de referencia genéricos para Estudios Ambientales para proyectos de dragado de profundización de canales de acceso a puertos marítimos de gran calado.

Los proyectos y actividades de Manejo Ambiental, están identificados con un código donde las primeras dos letras es la inicial del nombre del Medio (abiótico, biótico o socioeconómico), seguido de un número consecutivo para cada medio. Todo lo solicitado en los términos de

referencia y que aplican para el proyecto se encuentra incluido en los diferentes programas.

A continuación se relacionan cada uno de los programas que se desarrollarán tanto para la etapa constructiva como operativa en este capítulo.

7.2 RELACIÓN DE PROGRAMAS

1. PROGRAMAS DE MANEJO AMBIENTAL (7.2.1)

MEDIO ABIOTICO

♦ Programa Manejo del Recurso Suelo (A-1)

- Señalización del área de dragado y tráfico marítimo
- Ubicación de sitios de disposición de los materiales provenientes del dragado
- Disposición del material de dragado
- Manejo de botaderos
- Manejo de la erosión en los taludes submarinos
- Manejo de sedimentos
- Manejo de flujo de corrientes marinas
- Manejo de basuras en la zona de influencia del dragado
- Protección del manglar en la zona de influencia del dragado
- Manejo paisajístico
- Manejo de residuos líquidos
- Manejo de aceites, grasas y combustibles
- Señalización canal de acceso

♦ Programa Manejo y disposición final del material de dragado a compensar (A-2)

- Manejo y disposición del material de dragado a compensar

♦ Programa Manejo del Recurso Hídrico (A-3)

- Protección cuerpos de agua
- Manejo y control de las aguas de sentina y de lastre
- Manejo de residuos sólidos

♦ Programa Manejo del Recurso Aire (A-4)

- Manejo de fuentes de emisiones
- Manejo de fuentes de ruido

MEDIO BIOTICO

◆ Programa Manejo del Suelo (B-1)

- Manejo de remoción de vegetación arbórea y arbustiva
- Manejo de flora
- Manejo de fauna
- Manejo de aprovechamiento forestal

◆ Programa Protección y Conservación de Hábitats (Manglar) (B-2)

- Protección de sistemas remanentes
- Divulgación y capacitación del personal

◆ Programa Conservación de Especies Amenazadas (B-3)

- Componente de investigación en aves (énfasis migratorias)
- Sensibilización a la población
- Control Pesquero

◆ Programa Compensación para el Medio Biótico por aprovechamiento de cobertura vegetal (B-4)

- Por aprovechamiento de la cobertura vegetal
- Por afectación paisajística
- Por afectación de fauna y flora

◆ Programa de compensación para el medio biótico por afectación del paisaje, flora, fauna y mitigación de las condiciones para la migración de los peces "Guarderías de media agua y arrecifes artificiales" (B-5)

- Desarrollo de alternativas enfocadas al fortalecimiento de la actividad pesquera.
- Disminución de la presión sobre el recurso pesca en la bahía de Cartagena.
- Apoyo a la comunidad de pescadores

◆ Programa de manejo del recurso hídrico y ecosistemas marinos traslado de organismos bénticos coralinos" (B-6)

- Evaluación del estado actual de las formaciones coralinas a trasladar y adyacentes a la zona de dragado
- Evaluación del estado actual de la fauna asociada
- Evaluación y escogencia de posibles sitios de reubicación
- Traslado de corales y fauna asociada
- Inspecciones periódicas
- Divulgación y capacitación del personal

MEDIO SOCIOECONOMICO

◆ Programa Información y Participación Social (S-1)

- Información y comunicación
- Participación

◆ Programa Contratación de Mano de Obra Local (S-2)

- Necesidades y perfiles de mano de obra local
- Proceso de selección de mano de obra local

◆ Programa de Educación y Capacitación al Personal Vinculado al Proyecto (S-3)

- Inducción al personal
- Capacitación para la prevención y control de contingencias
- Educación ambiental
- Capacitación en oficios técnicos
- Capacitación en relaciones interpersonales

◆ Programa de apoyo a la capacidad de gestión comunitaria (S-4)

- Promoción y socialización del programa
- Desarrollo del programa

◆ Programa de arqueología preventiva (S-5)

- Promoción y socialización del programa
- Desarrollo del programa

◆ Programa de compensación social (S-6)

- Manejo pesquero
- Fortalecimiento etnocultural
- Infraestructura comunitaria.

7.2.1 Resumen Plan de Manejo Ambiental

CORPORACIÓN PROMOTORA CANAL EL VARADERO PLAN DE MANEJO AMBIENTAL					
PROGRAMA DE MANEJO PROPUESTO	CÓDIGO	PROPUESTA COMUNIDADES	PROTOCOLO	RESPONSABLE	COSTO ESTIMADO (\$)
Programa Manejo del Recurso Suelo	A-1	Control	Seguimiento y ficha de control	PROCANAL	79.600.000
Programa Manejo y disposición final del material de dragado a compensar	A-2	Participación y control	Seguimiento y ficha de control	PROCANAL	3.050.000.000
Programa Manejo del Recurso Hídrico	A-3	Control	Ficha de control	PROCANAL	40.700.000
Programa Manejo del Recurso Aire	A-4	Control	Ficha de control	PROCANAL	50.500.000
Programa Manejo del Suelo	B-1	Participación y control	Ficha de control	PROCANAL	23.600.000
Programa de Protección y Conservación de Hábitats (Manglar)	B-2	Participación	Ficha de control	PROCANAL	20.400.000
Programa Conservación de Especies Amenazadas	B-3	Participación	Ficha de control	PROCANAL	30.000.000
Compensación para el Medio Biótico	B-4	Participación	Ficha de control	PROCANAL	40.000.000
Programa de Guarderías de media agua y arrecifes artificiales	B-5	Participación	Ficha de control	PROCANAL	2.128.165.000
Programa de traslado de organismos bentónicos coralinos	B-6	Participación	Ficha de control	PROCANAL	1.814.228.000
Programa Información, Comunicación y Participación Social	S-1	Participación y control	Registros	PROCANAL	50.700.000
Programa Contratación Mano de Obra Local	S-2	Participación	Registros	PROCANAL	48.000.000
Programa Educación y capacitación al personal vinculado al proyecto	S-3	Control	Registros	PROCANAL	40.000.000
Programa Apoyo a la capacidad de gestión comunitaria	S-4	Control	Registros	PROCANAL	60.000.000
Programa de arqueología preventiva	S-5	Control	Registros	PROCANAL	0
Programa Compensación social	S-6	Participación y control	Registros	PROCANAL	10.100.000.000
Total costos					\$ 17.575.893.000

8 PLAN DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO

8.1 INTRODUCCIÓN

En este capítulo se presentan las Fichas que se prepararon con el objeto de establecer indicadores para el seguimiento y monitoreo de las actividades de manejo ambiental en la construcción y operación del proyecto. Esto se traduce en procedimientos para verificar la eficacia de la ejecución del Plan de Manejo Ambiental del proyecto, en cuanto a la afectación de los componentes: suelo, agua, flora, fauna y social.

El seguimiento y monitoreo consiste en el señalamiento de las diferentes actividades necesarias para revisar de manera continua las acciones propuestas en las fichas de manejo y verificar su eficiencia. De esta manera, debe permitir la toma de medidas adicionales, cuando éstas sean requeridas. El seguimiento y monitoreo tiene como objetivo principal prevenir afectaciones negativas derivadas de la presencia y operación del proyecto y que están siendo controladas mediante el Plan de Manejo Ambiental.

Cada programa de manejo ambiental como mínimo los siguientes ítems:

- Nombre del programa
- Código del programa
- Objetivos
- Metas
- Área de cobertura
- Localización
- Etapa de ejecución
- Acciones a desarrollar
- Recursos
- Responsable de la ejecución
- Indicadores de seguimiento
- Cronograma

Las acciones propuestas para el seguimiento y monitoreo, se condensan en Programas de Seguimiento y Monitoreo por Componente Ambiental que indican de manera general:

- El indicador
- El tipo de indicador (G: Gestión, C: Cumplimiento, E: Eficacia, F: Eficiencia)
- La periodicidad de evaluación
- El tipo de registro

- La fórmula o Expresión

Cada indicador sirve para gestionar y evaluar los progresos realizados respecto a los objetivos establecidos, resumiendo los datos en una cantidad limitada de información clave significativa.

A continuación se relacionan cada uno de los programas que se desarrollarán este capítulo:

8.2 RELACIÓN DE PROGRAMAS

MEDIO ABIOTICO

- ◆ Seguimiento y monitoreo al Programa Manejo del Recurso Suelo (SMA-1)
- ◆ Seguimiento y monitoreo al Programa Manejo y Disposición final del material de dragado a compensar (SMA-2)
- ◆ Seguimiento y monitoreo al Programa Manejo del Recurso Hídrico (SMA-3)
- ◆ Seguimiento y monitoreo al Programa Manejo del Recurso Aire (SMA-4)

MEDIO BIOTICO

- ◆ Seguimiento y monitoreo al Programa Manejo del Recurso Suelo (SMB-1)
- ◆ Seguimiento y monitoreo al Programa de la protección y conservación de hábitats (Manglar) (SMB-2)
- ◆ Seguimiento y monitoreo al Programa de conservación de especies amenazadas (SMB-3)
- ◆ Seguimiento y monitoreo al Programa de la compensación para el medio biótico por aprovechamiento de cobertura vegetal (plantaciones de manglar) (SMB-4)
- ◆ Seguimiento y monitoreo al Programa de la compensación para el medio biótico por afectación del paisaje, flora, fauna y mitigación de las condiciones para la migración de los peces "Guarderías de media agua y arrecifes artificiales" (SMB-5)
- ◆ Seguimiento y monitoreo al Programa de manejo del recurso hídrico y ecosistemas marinos "Traslado de organismos bénticos coralinos" (SMB-6)

MEDIO SOCIECONÓMICO

- ◆ Seguimiento y monitoreo al Programa de Información y Participación Comunitaria. (SMS-1)

- ◆ Seguimiento y monitoreo al Programa de Contratación de Mano de Obra Local. (SMS-2)
- ◆ Seguimiento y monitoreo al Programa de Educación y Capacitación al Personal Vinculado al Proyecto (SMS-3)
- ◆ Seguimiento y monitoreo al Programa Apoyo a la Capacidad de Gestión (SMS-4)
- ◆ Seguimiento y monitoreo al Programa de Arqueología Preventiva (SMS-5)
- ◆ Seguimiento y monitoreo al Programa de Compensación Social (SMS-6)

9 PLAN DE CONTINGENCIA

El PDC es realizado bajo el esquema reglamentado por el Decreto 321 de 1999, artículo 7, que estructura el PDC en tres planes a saber: Plan Estratégico, Plan Operativo y Plan Informativo

El Plan de Contingencia del Canal de Acceso El Varadero, establece los procedimientos de acción, personal, funciones y responsabilidades sugeridos para el manejo de las contingencias, definiendo las estrategias y equipos necesarios de acuerdo con la gravedad del incidente, para prevenir, controlar y mitigar cualquier eventualidad.

Los eventos contingentes están relacionados con la ocurrencia de efectos adversos sobre las personas y el medio marino y terrestre por situaciones no previsible de origen natural o antrópico, que están en directa relación con el potencial de riesgo y vulnerabilidad del área del proyecto. De ocurrir alguna eventualidad esta podría afectar la seguridad, la integridad y la salud del personal y la calidad ambiental del medio. Hay que tener en cuenta la normatividad legal vigente.

El Plan de Contingencia está diseñado para que el personal que participe en las actividades de Dragado del Canal de Acceso El Varadero, puedan responder rápida y eficazmente ante cualquier evento de emergencia que ocurra durante las etapas del proyecto, y de esta manera prevenir riesgos a la salud humana e impactos ambientales a los recursos naturales en el área de influencia directa.

Por tal motivo, el PDC deberá ser de conocimiento de todo el personal que participa en las actividades propias del proyecto, para que pueda ser ejecutado cuando se requiera. La habilidad de la aplicación del PDC se adquiere mediante la realización de capacitaciones, entrenamientos y simulacros, que a su vez permiten detectar, evaluar y corregir sus posibles fallas.

9.1 ANÁLISIS DE RIESGO

El presente análisis de riesgos, es realizado para el dragado del canal de acceso El Varadero, proyecto ubicado en uno de los tres estrechos ubicado al sur de la Bahía de Cartagena (Lonin et al., 2004), entre la Isla de Tierra Bomba y el norte de la Isla de Barú.; incluye los riesgos

naturales, operacionales o tecnológicos, sociopolíticos y culturales del área de estudio, los cuales se presentan para dar cumplimiento a la legislación ambiental vigente, posteriormente se complementa con el Plan de Contingencia.

En este análisis se tienen en cuenta aspectos del dragado del canal de acceso El Varadero y los elementos operacionales con que se llevan a cabo procesos como la extracción, el transporte y el vertido de materiales situados bajo el agua en el medio marino.

Inicialmente, se determinan los aspectos metodológicos y los escenarios de atención, continuando con la definición de términos empleados para el cumplimiento de los objetivos que se propondrán más adelante, como son amenaza, elementos en riesgo, vulnerabilidad, gravedad y riesgo.

Independientemente se presentan las amenazas que pueden afectar las operaciones de dragado, las cuales se dividen en naturales, operacionales o tecnológicas, sociopolíticas y culturales; así mismo, se presentan los elementos en riesgo, que pertenecen al medio y los que son propios del dragado del canal, los cuales entrarán a interactuar con las amenazas en el numeral que se denominará "análisis de vulnerabilidad". Se aclara que dichas calificaciones son estimadas, teniendo en conocimiento el comportamiento de los fenómenos al igual que la información obtenida de documentos estadísticos y otras fuentes de información.

De igual manera se realiza el análisis de riesgos en los diferentes escenarios que se puedan presentar, donde a través de un ejercicio matemático, se determinan en los que se debe hacer mayor énfasis en el momento de presentarse una contingencia, siendo este elemento clave para la elaboración del plan de contingencia.

Finalmente, se establecen las medidas que se deberán adoptar para disminuir la vulnerabilidad de los elementos en riesgo, y a la vez disminuir la gravedad de las consecuencias por ocurrencia de cualquiera de los siniestros indicados, concluyendo con los lineamientos del plan de contingencia que se desarrollarán en el transcurso de documento.

10 PLAN DE ABANDONO Y RESTAURACIÓN

Por tratarse de un proyecto con obras bajo agua, en donde no se instalará infraestructura temporal ni permanente, en este capítulo, se ha considerado un Plan de

Desmovilización y Retiro de los equipos y ayudas, que fueron empleados para la construcción del proyecto. A continuación se describe la metodología a implementar:

PLAN DE ABANDONO Y RESTAURACIÓN FINAL PROYECTO CANAL DE ACCESO EL VARADERO				CORPORACIÓN PROMOTORA CANAL EL VARADERO		FICHA AB- 1						
PROGRAMA		DESMOVILIZACIÓN Y RETIRO										
OBJETIVOS												
Minimizar el impacto generado por la desmovilización y retiro de equipos y ayudas, utilizados en la construcción del proyecto.												
METAS		<ul style="list-style-type: none"> Ejecutar el 100% de las medidas propuestas. 										
IMPACTOS AMBIENTALES A MANEJAR												
<ul style="list-style-type: none"> Alteración del paisaje 												
TIPO DE MEDIDA A EJECUTAR												
Control	<input checked="" type="checkbox"/>	Prevención	<input checked="" type="checkbox"/>	Mitigación	<input checked="" type="checkbox"/>	Corrección	<input checked="" type="checkbox"/>	Compensación	<input type="checkbox"/>			
ACCIONES A DESARROLLAR												
De acuerdo con la normatividad vigente (Ley 1ª de 1991 y sus decretos reglamentarios), las obras que sean construídas por el Concesionario en las zonas de espacio público terrestre y en la zona marina pasan a ser propiedad de la Nación mediante el proceso de reversión de la concesión.												
Desmovilización y retiro												
Al término de las actividades de construcción serán desmovilizados y retirados del área intervenida; las dragas, embarcaciones de apoyo, tubería, barreras de protección, señalizaciones temporales (boyas, faros y luces reflectoras) y demás equipos utilizados.												
Se informará a las comunidades y autoridades del área de influencia acerca de la finalización del proyecto, desmovilización y retiro de equipos.												
CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN												
ACTIVIDAD	CONSTRUCCIÓN								OPERACIÓN			
	Año 1				Año 2				Año 3			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Desmantelamiento y Abandono												
LUGAR DE APLICACIÓN	Área directa de intervención del proyecto											
RESPONSABLE(S) DE LA EJECUCIÓN	PROCANAL											
MECANISMOS DE PAR-	Se informará a las comunidades y autoridades del área de influencia acerca de la finalización											

PLAN DE ABANDONO Y RESTAURACIÓN FINAL PROYECTO CANAL DE ACCESO EL VARADERO			CORPORACIÓN PROMOTORA CANAL EL VARADERO	FICHA AB- 1
PROGRAMA	DESMOVILIZACIÓN Y RETIRO			
TICIPACIÓN	del proyecto y de la gestión social.			
POBLACIÓN BENEFICIA- DA	Personal de la comunidad vinculada en las actividades como tal.			
SEGUIMIENTO Y MONITOREO				
INDICADOR	TIPO	PERIODICIDAD DE EVALUACIÓN	REGISTRO	FÓRMULA/EXPRESIÓN
Obligaciones cumplidas	C	Único	Acta de recibo a satisfacción de la Interventoría.	Número de actividades ejecutadas / Número de actividades programadas.
Tipos de indicadores (G: Gestión, C: Cumplimiento, E: Eficacia, F: Eficiencia)				
COSTOS : Están incluidos dentro del contrato de obra del Contratista				

