

2 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

La Sociedad Portuaria Puerto Bahía S.A., proyecta la construcción y operación de un terminal portuario en el costado sur de la bahía de Cartagena, en el sector comprendido entre la desembocadura del canal del Dique en la bahía y la ciénaga Honda, también conocida como bahía Honda. El lote de tierra destinado para tal fin tiene un frente a la bahía de Cartagena y un frente al canal del Dique, por lo que se ha decidido aprovechar esta ventaja para construir y operar un terminal marítimo sobre la bahía y un terminal fluvial sobre el canal del Dique que estarán interconectados por vía terrestre.

La proyección de un puerto fluvial sobre el canal del Dique es de enorme potencialidad si se tiene en cuenta que los mayores centros de producción y consumo del país de carga de comercio exterior tradicional, están localizados en el interior del territorio nacional y que el transporte de carga por vía terrestre es el mayor costo en términos de \$/ton/km para carga masiva. Esta configuración del terminal portuario proyectado permite aprovechar también las economías que ofrece el transporte fluvial para darle mayor competitividad a los productos colombianos en el mercado externo. En este sentido, el proyecto del terminal fluvial es coherente con los propósitos del Gobierno Nacional de mejorar las condiciones de navegabilidad por el río Magdalena – canal del Dique para impulsar el transporte fluvial de carga desde y hacia el interior del país, cuya potencialidad se estima 2,2 millones de toneladas de carga general para al año 2010, y 7,1 y 9,4 millones de toneladas para los años 2020 y 2030, respectivamente (INCOPLAN & STEER DAVIES GLEAVES, 2009).

De otra parte, el terminal marítimo proyectado sobre la bahía de Cartagena, además de que será el puerto de entrada/salida de la carga nacional de comercio exterior que se movilice por vía fluvial, tiene la ventaja de su cercanía con las grandes rutas Este – Oeste que movilizan la gran carga marítima intercontinental. Los tráficos navieros de estas rutas se hacen en grandes embarcaciones y requieren de puertos pivotes para el trasbordo de la carga a las rutas Norte – Sur del continente americano. Esta carga de trasbordo se maneja en contenedores y no entra al país, sino que se reembarca en naves menores para su despacho a los países de destino. En los últimos años en el panorama portuario nacional, el movimiento de carga de trasbordo ha sido la de mayor crecimiento y a través del puerto de Cartagena, alcanzando en 2008 un volumen de 5,6 millones de toneladas (unos 500,000 TEUs). Las proyecciones de consultores internacionales indican un tráfico potencial de 16,5 millones de TEUs para el año 2020 en el área del Caribe (Ocean Consultant Shipping, en Sociedad Portuaria Regional de Cartagena, 2007).

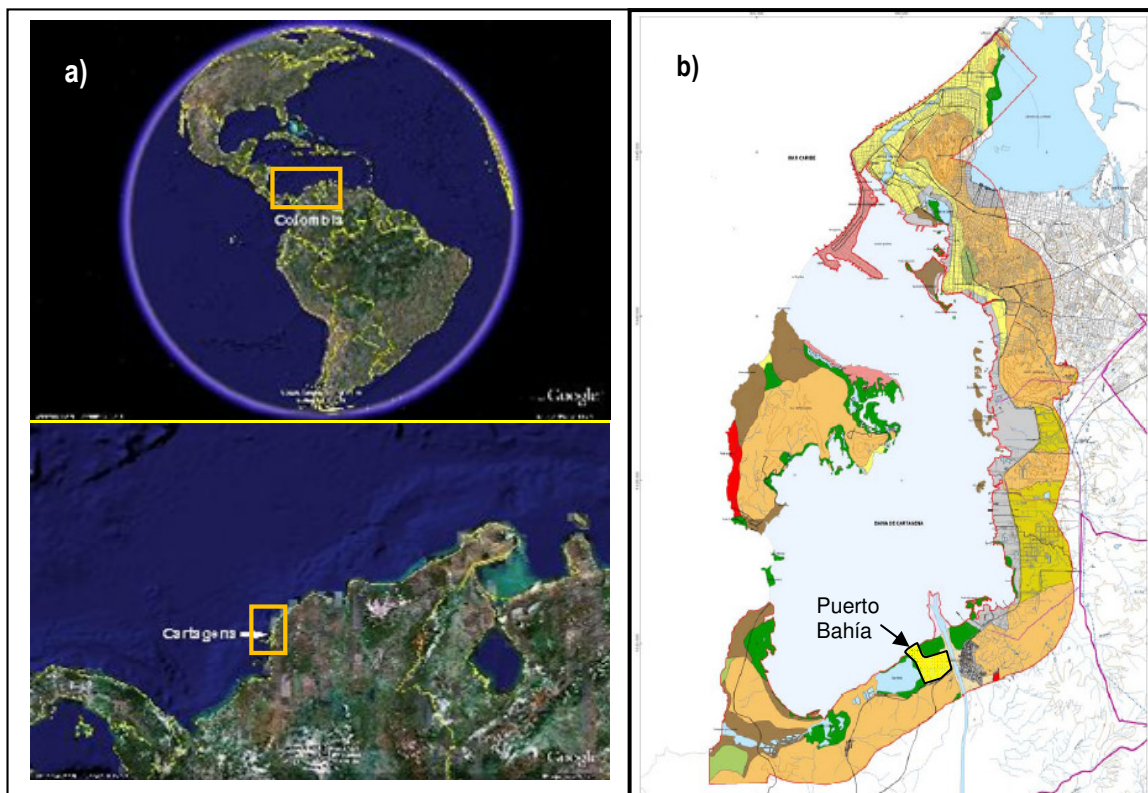
Finalmente, con la implementación de facilidades portuarias para el manejo de operaciones de comercio exterior de hidrocarburos que se propone incluir dentro de la actividad del puerto, se está contribuyendo a satisfacer las necesidades de instalaciones portuarias que tiene el país, más aún con los incrementos recientes en la producción de petróleo a 1.600.000 BLS por día en los campos de producción.

2.1 Localización

El terminal está localizado en la costa Caribe colombiano, en jurisdicción del Distrito de Cartagena de Indias, en el Departamento de Bolívar, más específicamente sobre el costado sur del recinto de la bahía de Cartagena, principal cuerpo de agua de la zona que tiene una superficie de 82 km² y una profundidad media de 16 m (CARDIQUE, 2003). Este costado sur de la bahía de Cartagena está conformado por los terrenos costeros que se extienden hacia el occidente de los espigones o *lenguetas* que ha formado la sedimentación en el delta que marca la desembocadura del canal del Dique en la bahía, próximos a la población de Pasacaballos (Figura 2.1.1).

Por el norte limita con la bahía de Cartagena y predios vecinos, por el oriente con el canal del Dique, por el sur limita, carretera que conduce a Santa Ana de por medio, con predios particulares y por el occidente con la ciénaga Honda, cuerpo de agua que está separado de la bahía de Cartagena por una barra manglárica.

Figura 2.1.1 Localización general del proyecto Puerto Bahía



Fuente: a) Adaptación sobre imágenes de Google Earth; b) Adaptación de INCOPLAN sobre mapa geomorfológico de CARDIQUE (2006).

El desarrollo portuario se proyecta sobre 3 predios de propiedad de la sociedad, denominados Lotes No. 1, No. 2 y No. 3, cuyos límites y áreas se indican en la Figura 2.1.2 y en el Plano 2.1. En el plano se pueden observar las características topográficas de los predios, las condiciones batimétricas de la zona marina frente al lote del terminal, la hidrografía y la ausencia de asentamientos humanos. Las coordenadas geográficas de los tres lotes, en el sistema WGS 84 y las coordenadas planas en el sistema Magna – Sirgas, se presentan también en el plano mencionado y en la Tabla 2.1-1.

El Lote No. 1, con una extensión de 17,2 hectáreas, estuvo dedicado hasta mediados de los años 80 a la actividad portuaria para la exportación de carbón a granel. La topografía es plana en la mayor parte de su extensión, con un pequeño morro en la parte central, cuya altura no sobrepasa los 16 msnm.

El Lote No. 2, de 95,6 hectáreas, fue intervenido por su antiguo propietario para construir piscinas destinadas a una actividad camaronera que operó hasta hace unos años. Es plano en su mayor extensión, con alturas en los contornos de las piscinas del orden de los 3,0 msnm y los fondos de las mismas con alturas entre 0,0 y 0,5 msnm; hacia el costado sureste, sobre el lindero con el carretable que conduce a la población de Barú, hay unas pequeñas ondulaciones del terreno cuyas alturas no sobrepasan los 10,0 msnm.

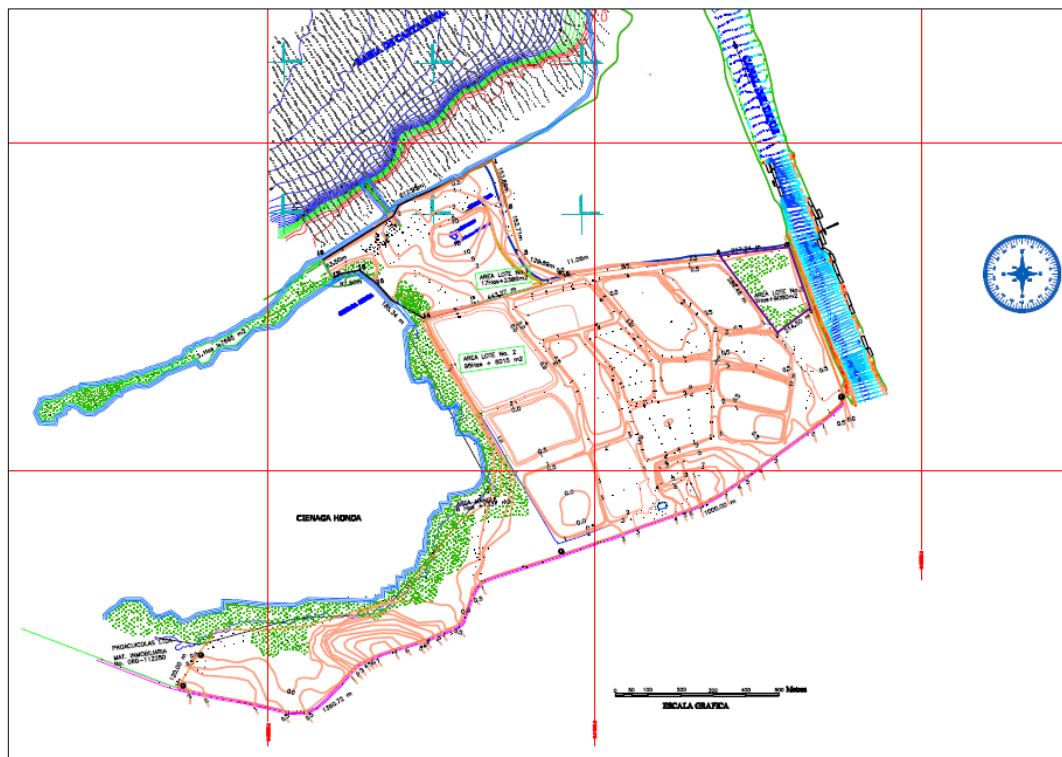
El Lote No. 3, de 3,9 hectáreas de extensión, tiene vegetación de rastrojo alto porque no tuvo un uso definido por su antiguo propietario, salvo un cuadrante en la parte central que fue intervenido para la conformación de potreros, con cobertura de pastos. La elevación de sus terrenos se encuentra entre 0,5 y 1,0 msnm.

Tabla 2.1-1 Coordenadas de los 3 lotes del proyecto

Punto No.	COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS		COORDENADAS GEOGRAFICAS (WGS 84)	
	NORTE	ESTE	LATITUD	LONGITUD
LOTE - 1				
1	1629946,836	840686,925	10° 17' 20.31456" N	75° 31' 54.22328" W
2	1629801,132	840732,44	10° 17' 15.5806" N	75° 31' 52.70624" W
3	1629656,577	840781,709	10° 17' 10.88458" N	75° 31' 51.06606" W
4	1629593,416	840895,181	10° 17' 8.84627" N	75° 31' 47.32872" W
5	1629589,49	840905,517	10° 17' 8.72005" N	75° 31' 46.98856" W
14	1629460,693	840481,605	10° 17' 4.46696" N	75° 32' 0.89631" W
15	1629569,217	840333,828	10° 17' 7.9761" N	75° 32' 5.76745" W
16	1629610,711	840280,498	10° 17' 9.31827" N	75° 32' 7.52572" W
17	1629586,298	840197,677	10° 17' 8.51171" N	75° 32' 10.24302" W
18	1629641,453	840166,23	10° 17' 10.3016" N	75° 32' 11.28439" W
1	1629946,836	840686,925	10° 17' 20.31456" N	75° 31' 54.22328" W
LOTE - 2				
5	1629589,49	840905,517	10° 17' 8.72005" N	75° 31' 46.98856" W
6	1629654,946	841383,16	10° 17' 10.92" N	75° 31' 31.30605" W
7	1629682,007	841595,952	10° 17' 11.8317" N	75° 31' 24.31908" W
9	1629420,953	841559,805	10° 17' 3.33263" N	75° 31' 25.46798" W
8	1629495,306	841660,461	10° 17' 5.76657" N	75° 31' 22.17209" W
10	1629222,536	841765,766	10° 16' 56.90702" N	75° 31' 18.67212" W
11	1628745,054	840902,738	10° 16' 41.24477" N	75° 31' 46.95433" W
12	1628335,621	839723,795	10° 16' 27.74921" N	75° 32' 25.62433" W
13	1628438,272	839785,878	10° 16' 31.09829" N	75° 32' 23.60013" W
14	1629460,693	840481,605	10° 17' 4.46696" N	75° 32' 0.89631" W
5	1629589,49	840905,517	10° 17' 8.72005" N	75° 31' 46.98856" W
LOTE - 3				
6	1629654,946	841383,16	10° 17' 10.92" N	75° 31' 31.30605" W
7	1629682,007	841595,952	10° 17' 11.8317" N	75° 31' 24.31908" W
8	1629495,306	841660,461	10° 17' 5.76657" N	75° 31' 22.17209" W
9	1629420,953	841559,805	10° 17' 3.33263" N	75° 31' 25.46798" W
6	1629654,946	841383,16	10° 17' 10.92" N	75° 31' 31.30605" W

Fuente: HYSER, 2008

Figura 2.1.2 Localización detallada de los lotes del proyecto portuario Puerto Bahía



Fuente: HYSER, 2008

2.2 Características técnicas de las actividades de construcción

Para la descripción de las características técnicas del proyecto se tomó la información de los estudios de ingeniería básica elaborados por INCOPLAN (2008) para la Sociedad Portuaria Puerto Bahía, la cual es presentada en este documento conforme a la secuencia lógica de desarrollo para este tipo de estudios y contiene todos los aspectos técnicos solicitados por el MAVDT en los términos de referencia PU-TER-01-02. Como actividad previa a la del diseño de las instalaciones portuarias se realizaron una serie de estudios básicos en diferentes ramas de ingeniería, de los cuales la mayoría de ellos se han incluido en el Capítulo 3 de este Estudio de Impacto Ambiental EIA para complementar la información de la línea base.

2.2.1 Estudios previos

Previo a la etapa de diseños de ingeniería básica se realizaron estudios de campo y de gabinete que permitieron dimensionar la especialidad y el tamaño de las instalaciones portuarias y por tanto definir las especificaciones técnicas de las obras requeridas en su fase construcción, así como las características y especificaciones técnicas de los equipos más apropiados para la manipulación de la carga en su fase de operación.

- **Batimetría**

Se realizó en julio 5/2008 sobre la zona marina frente al proyecto desde la barra de la ciénaga Honda hasta el espigón izquierdo de la desembocadura del canal del Dique. Está referenciado al nivel medio de bajamares de Sicigia (MLWS) y sus coordenadas están ligadas a las planas cartesianas Magna Sirgas (Plano 2-1). La batimetría indicó que a los 200 metros de la línea de costa las profundidades son del orden de los 15 a 17 metros.

- **Topografía**

El levantamiento topográfico se realizó a mediados de septiembre de 2008 (Plano 2-1). El relieve de los lotes de proyecto son planos, con una pequeña colina hacia la parte central con altura máxima de 16 msnm; los terrenos planos se encuentran entre las cotas 0,5 y 2,0 msnm, como producto de la intervención del terreno por parte del anterior propietario para adecuarlo a piscinas camaroneras. El área de los tres lotes señalados suma un total de 116,7 hectáreas. El área destinada para el proyecto portuario es de 93,6 hectáreas.

- **Geotecnia**

Los estudios de suelos se realizaron por AICO E.U., en el mes de marzo de 2006 mediante 249 metros lineales de perforación repartidos en 12 sondeos, 7 de ellos en tierra y 5 en agua, con sus ensayos de laboratorio.

En tierra se observan dos tipos de suelos:

- a) un suelo superficial blando a muy blando hacia las áreas con vegetación de manglar de color gris oscuro, con espesor entre 3,0 y 3,5 m, debajo del cual existe un estrato de arcilla de baja plasticidad, de consistencia media a blanda hasta los 5,5 a 6,0 m; le siguió un manto de arcilla de alta plasticidad, de consistencia resistente a muy resistente, hasta los 12,0 m;
- b) un suelo superficial de arcilla con piedra caliza hacia el centro del lote, resistente a muy resistente, de color amarillo pardo, caracolejo, medio denso y piedra coralina meteorizada hasta los 3,5 m, sobre estratos arcillosos de alta plasticidad, consistencia resistente a muy resistente hasta los 12 m.

En el medio marino también se caracterizan dos zonas:

- a) la zona cercana a la orilla, con una lámina de agua de unos 0,8 m, sobre un depósito de arena limosa con mangle y grava en un estado suelto hasta los 2,5 m; bajo este material hay un depósito de limo con arena y caracucha menuda, en estado suelto a medio denso, que va hasta los 16 m;
- b) la zona mar adentro, con una lámina de agua de 17 a 21 m, seguida de un depósito de limo elástico en estado muy blando a blando que va hasta los 26 - 27 m, sobre un depósito arenoso a limo arcilloso con caracucha en estado suelto a medio denso hasta los 32,0 a 33,5 m de profundidad.

• Oceanografía

En el numeral 3 de este informe, caracterización del área de influencia, se presenta la información ampliada. De manera muy concreta, las condiciones oceanográficas son las siguientes:

- Corrientes:** la intensidad del intercambio turbulento vertical entre las capas superficiales y del fondo de la bahía, depende del caudal del canal del Dique y de la fuerza de los vientos; en época lluviosa el Dique influye sobre las corrientes superficiales, con desplazamiento general al Norte y el viento favorece el intercambio profundo; en época seca, las aguas del Dique se pegan contra la orilla de la bahía por el roce del viento en superficie, que induce en profundidad una corriente de compensación orientada de Sur al Norte.
- Vientos:** prevalecen las dos estaciones: la seca, de diciembre a abril, con presencia de los vientos Alisios de Norte y del Noreste, y la de lluvias de junio a noviembre, cuando los vientos llegan del Sur o el Suroeste; son vientos más lentos y cálidos, cargados de vapor de agua y asociados a grandes precipitaciones en el área; el resto del año es de transición; la velocidad promedio es de 8 nudos, registrándose vientos muy fuertes (20 a 23 nudos) de escasa duración.
- Oleaje:** el oleaje externo entra a la bahía por las bocas al Norte y Sur de Tierrabomba y se deforma en el avance hacia tierra firme, llegando al área de estudio con amplitudes del orden de 0,55m; sin embargo, la extensión de la bahía permite la formación de olas producidas por el viento, que en ocasiones superan 0,9 m de altura, observadas en el muelle del CIOH en la Isla de Manzanillo.
- Mareas:** en la zona costera del Departamento de Bolívar, es de tipo microtidal, es decir presenta con un rango muy pequeño, entre 17 y 42 cm con una máxima de 50cm; clasificada como mixta con predominio semidiurno, (con dos pleamares y dos bajamares por día). Dentro de la bahía se ha establecido un rango máximo de marea de 60 cm.

Sedimentos: los lodos finos del Dique ocupan ahora la mayoría de los fondos de la bahía que antes eran arenosos. Las obras de ampliación y dragado del canal del Dique (1981 – 1984), aumentaron el caudal sólido del canal a la bahía lo que, junto con la disposición del material del dragado en Pasacaballos, provocó la formación del delta (con espigones de 1,5 km en la bahía).

• Hidrología del canal del Dique

En el numeral 3 de este informe, correspondiente a la caracterización del área de influencia, se hace una amplia descripción de las características hidrológicas del canal del Dique, destacando básicamente el régimen de niveles y el régimen de caudales. Se presenta a continuación una síntesis.

- Niveles:** Dependen del nivel del río Magdalena en Calamar (entre 1,5 y 8,5 msnm) y de la amplitud de las mareas marinas, cuyo valor máximo es del orden de 0,60 m, y van descendiendo a medida que se llega a la bahía de Cartagena. En el período seco los niveles mínimos varían en promedio entre -0,1 y 0,45 msnm y en el período húmedo entre 0,2 y 0,7 msnm. El nivel medio corresponde a 0,29 msnm.
- Caudales:** Los caudales máximos en Pasacaballos que son superados el 5% del tiempo, son del orden de los 273 m³/s; los mínimos, que son superados el 100% del tiempo, son del orden de los 31 m³/s. Los caudales del 50% del tiempo corresponden a 158 m³/s y los caudales medios son de 164 m³/s.
- Sedimentos:** El tamaño de las partículas que transporta el Dique se clasifican en una fracción fina, constituida por arcillas y limos, y una fracción gruesa constituida por las arenas (muy fina y fina). Su granulometría es la siguiente:

Fracción fina

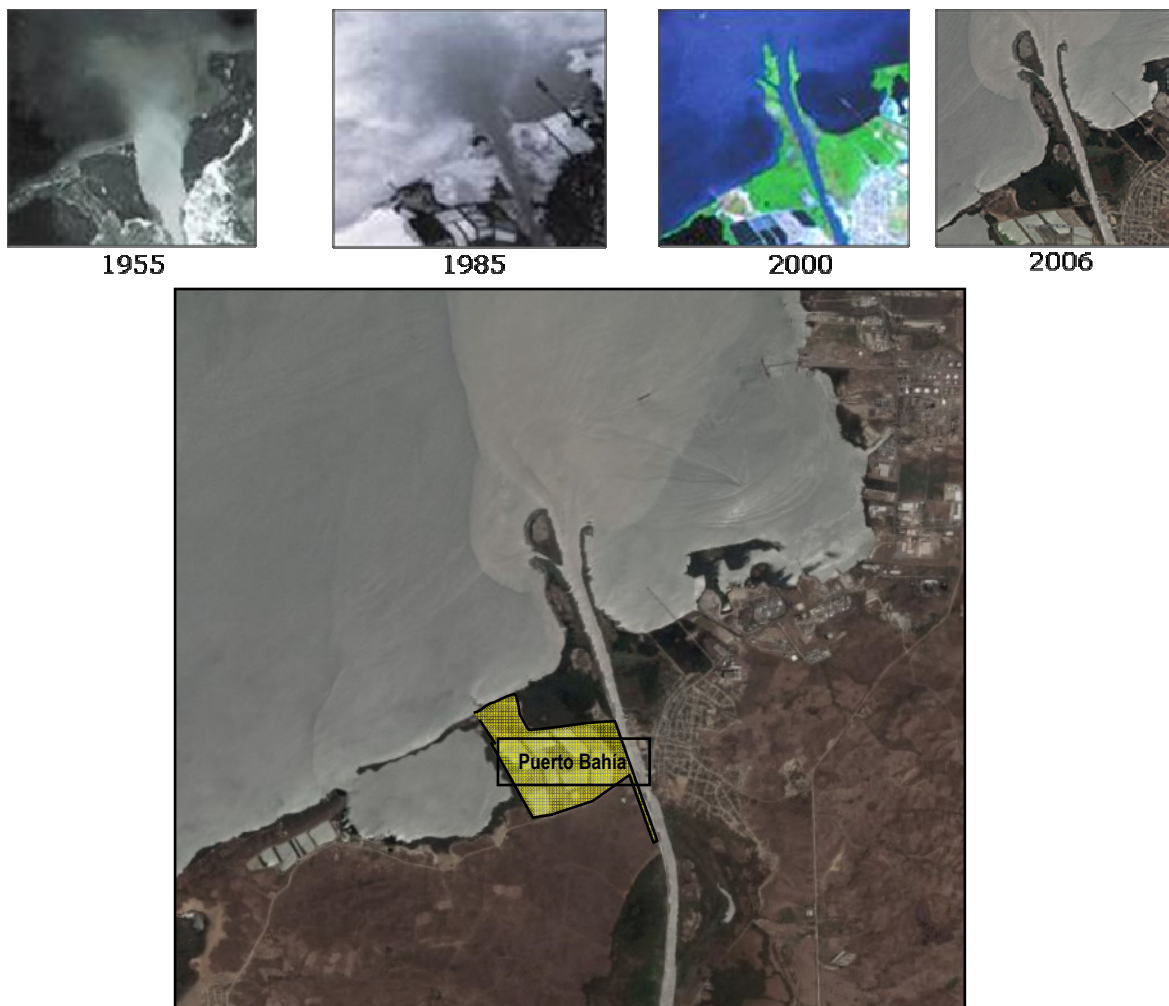
Arcillas:	0.002 – 0.0040 mm
Limo medio:	0.016 – 0.0320 mm
Limo grueso:	0.032 – 0.0625 mm

Fracción gruesa

Arena muy fina:	0.0625 – 0.125 mm
Arena fina:	0.1250 – 0.250 mm

El caudal sólido total se estima en 2,1 millones de toneladas al año (MTA). La Universidad Nacional (2007) distingue la carga de arenas del lecho (0,42 MTA), la carga de arenas en suspensión (0,68 MTA) y la carga de finos en suspensión (0,91 MTA); el volumen depositable alcanza los 1,3 MTA. La concentración promedio de los sedimentos en suspensión es de 435 mg/l en Pasacaballos.

Figura 2.2.1 Evolución del delta del canal del Dique en la bahía de Cartagena



Fuente: Ramírez. M. 2009, sobre imagen earth.google

2.2.2 Análisis de cargas

De acuerdo con UNCTAD¹ (2008), cerca del 80 % del volumen del comercio mundial de mercancías son transportadas vía marítima, siendo el soporte de la globalización y del comercio internacional. El volumen del comercio embarcado alcanzó en el 2007 una cifra de 8.020 millones de toneladas, que representó un incremento del 4,8% frente al año anterior, superior al crecimiento promedio anual de la década pasada, que se estimó en 3,1%.

El movimiento portuario de contenedores a nivel mundial creció en 2007 un 11,7% alcanzando la cifra de 485 millones de TEUs. China participó con el 28,4% de este total. Para Mayo de 2008 la flota mundial de portacontenedores llegó a unos 13,3 millones de TEUs e incluye 54 portacontenedores con capacidades superiores a 9.000 TEUs, los cuales son operados por 5 compañías: CMA CGM (Francia), COSCON y CSCL (China), Maersk (Di-

¹ United Nations Conference on Trade and Development UNCTAD. *Review of Maritime Transport, 2008*. Ginebra.

namarca) y MSC (Suiza). Además, 12 naves superan los 10.000 TEUs de capacidad, 8 de ellas con capacidad de 12,508 TEUs de propiedad de Maersk y 4 entre 10.000 y 10.062 TEUs, de propiedad de COSCON.

2.2.2.1 Situación en el Caribe

El tráfico portuario a nivel de América Latina y el Caribe (Tabla 2.2-1), el crecimiento de la carga contenerizada de importación entre 2000 y 2007 fue muy importante en Colombia (152%), Brasil (128%) y Chile (10%). En exportaciones contenerizadas se destacaron Perú (135%), Brasil (120%) y los países de América Central (104%).

Tabla 2.2-1 Tráfico portuario en América Latina y el Caribe (miles de toneladas)

País	2004	2005	2006	2007	Crecimiento 2004-2007
Brasil	618.796	645.560	629.177	714.817	15,5%
México	264.530	282.720	286.724	271.638	2,7%
Argentina	100.843	101.495	134.758	141.258	40,1%
Colombia	99.000	100.500	102.610	112.973	14,1%
Chile	91.453	104.922	103.123	112.650	23,2%
Ecuador	70.642	69.685	75.250	40.716	(*)
Panamá	26.246	34.198	36.685	32.386	23,4%
Jamaica	16.998	18.624	20.177	19.998	17,6%
Perú	16.998	17.946	19.005	18.561	9,2%
Guatemala	14.717	15.755	16.081	15.968	8,5%
República Dominicana	15.208	14.987	15.055	15.586	2,5%
Costa Rica	10.794	11.051	12.706	13.615	26,1%
Venezuela	11.205	9.843	10.544	11.426	2,0%
Uruguay	7.670	8.416	10.528	10.215	33,2%

Fuente: UNCTAD, 2007. (*) Datos de algunos puertos son estimados

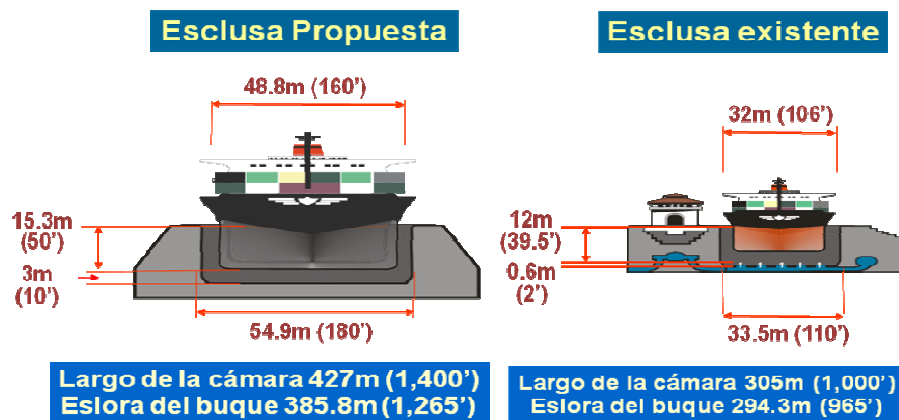
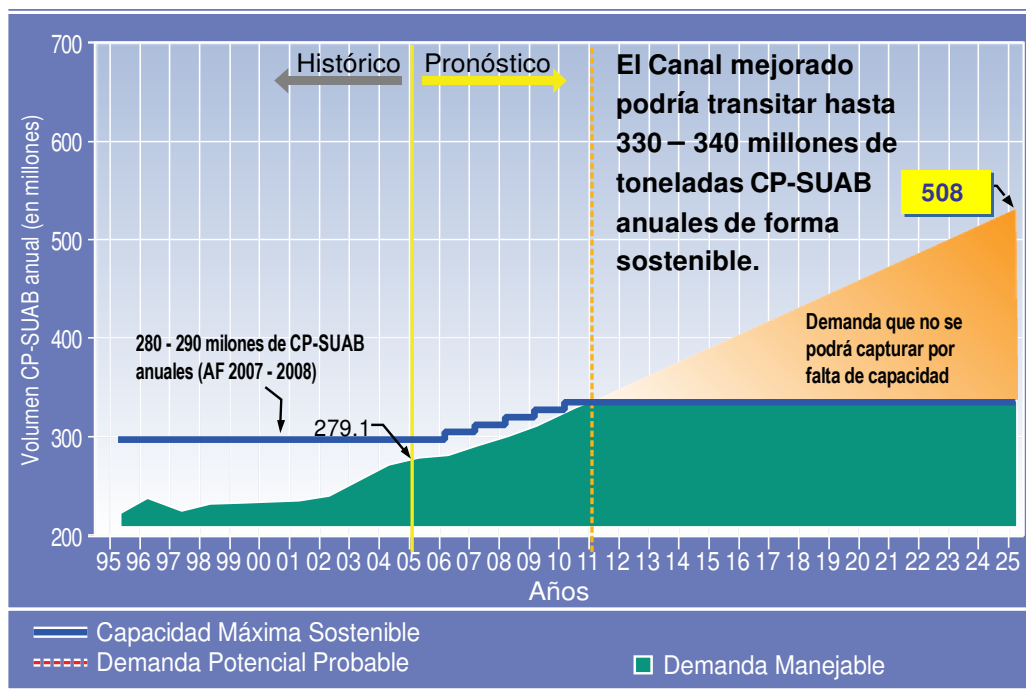
De otra parte, es necesario mencionar la importancia del canal de Panamá por cuanto los tránsitos de embarcaciones en las diferentes rutas que lo cruzan están directamente relacionados con el tráfico portuario en el Caribe. En la ruta Asia – Costa Este de USA los operadores de la carga están prefiriendo el cruce por el canal de Panamá que utilizar el sistema intermodal entre las costas de Estados Unidos; entre los años 1999 y 2005 la participación del canal de Panamá creció del 11% al 40% en el volumen de carga movilizada por esta ruta, mientras la del sistema intermodal de USA bajó del 85% al 58% (Sociedad Portuaria Regional de Cartagena, 2007).

En los mismos años, el volumen de carga que pasó el canal ascendió de 226 a 279,1 millones de toneladas, destacándose el transporte de contenedores, que pasó de 45 a 98 millones de toneladas. La capacidad del canal es limitada para estos volúmenes, lo que conlleva a esperas hasta de 10 días para que los buques puedan cruzarlo; con algunas mejoras en equipos que están en marcha se estima que la máxima capacidad sostenible del canal sea de 340 millones de toneladas (Autoridad del Canal de Panamá, ACP, 2006). La embarcación más grande que puede cruzar el canal, buque Panamax, tiene 294 metros de eslora, 32,2 metros de manga y 12,0 metros de calado, y en estas condiciones no puede enfrentar el reto que le impone el crecimiento de la demanda de transporte por el canal.

La ACP estima que esta demanda podrá llegar a los 508 millones de toneladas para el año 2025 (Figura 2.2.2) en un escenario probable, y ante el riesgo de que las líneas navieras de las rutas transcontinentales tomen otras opciones de cruce de la banda centroamericana u otras opciones de buque, el postpanamax, por ejemplo, ha tomado la decisión de construir un tercer juego de esclusas que permita el cruce de estos buques postpanamax, a la vez que aumenta la capacidad del canal.

Con la ampliación del canal se fortalecerán los transportes de las grandes rutas navieras provenientes de Europa, Asia y de la misma zona norteamericana en buques postpanamax, que requieren instalaciones portuarias amplias y competentes y equipos adecuados de manejo de la carga para que puedan participar en la distribución regional y subregional de las mercancías. Esto se confirma con las proyecciones de demanda de carga de Ocean Shipping Consultants para el Caribe y Centroamérica (Figura 2.2.3) presentadas por SPR de Cartagena (2007), que establecen una demanda de servicios portuarios para 20 millones de TEUs en los próximos 13 años.

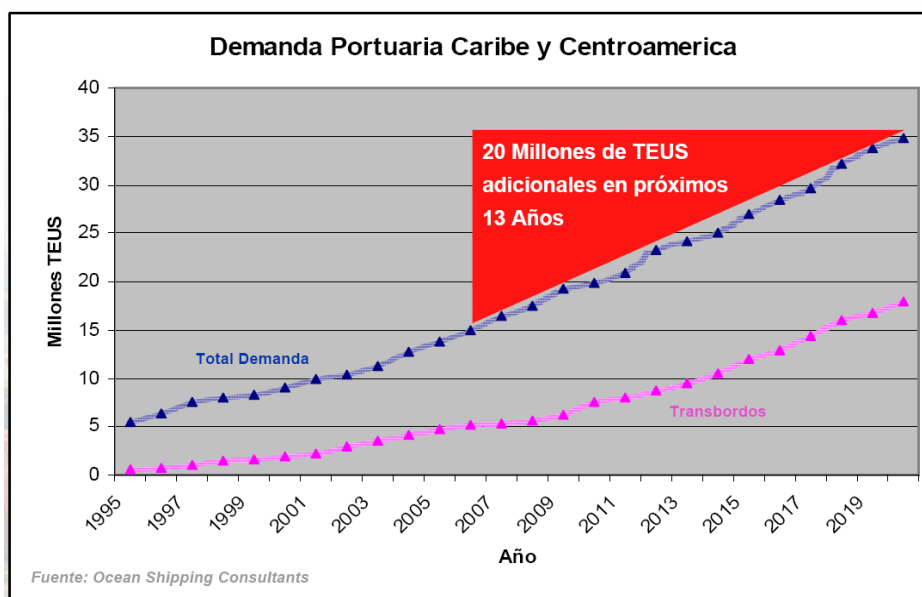
Figura 2.2.2 Demanda probable de tránsito por el canal de Panamá en el año 2025



Fuente: ACP, 2007

La mayoría de los puertos pivotes regionales están en la intersección de las rutas este-oeste con las rutas norte-sur, por lo que la localización de Colombia es apropiada para constituir un nuevo puerto pivote regional en el corredor norte – sur del Caribe. Varios puertos del Caribe cercanos a las grandes rutas están empeñados en la captura de esta demanda de carga proyectada. Entre ellos, los de mayor opción son los de Colón, en Panamá, con tres terminales amplias y bien equipadas, el puerto de Kingston y los terminales de la zona portuaria de Cartagena. Es claro que además de contar con adecuadas instalaciones portuarias y equipos, la administración de Puerto Bahía debe desarrollar estrategias comerciales para lograr el manejo de esas franjas de nuevas cargas.

Figura 2.2.3 Demanda de carga portuaria proyectada para el Caribe y Centroamérica



Fuente: SPR de Cartagena, 2007

2.2.2.2 La carga en el Caribe colombiano

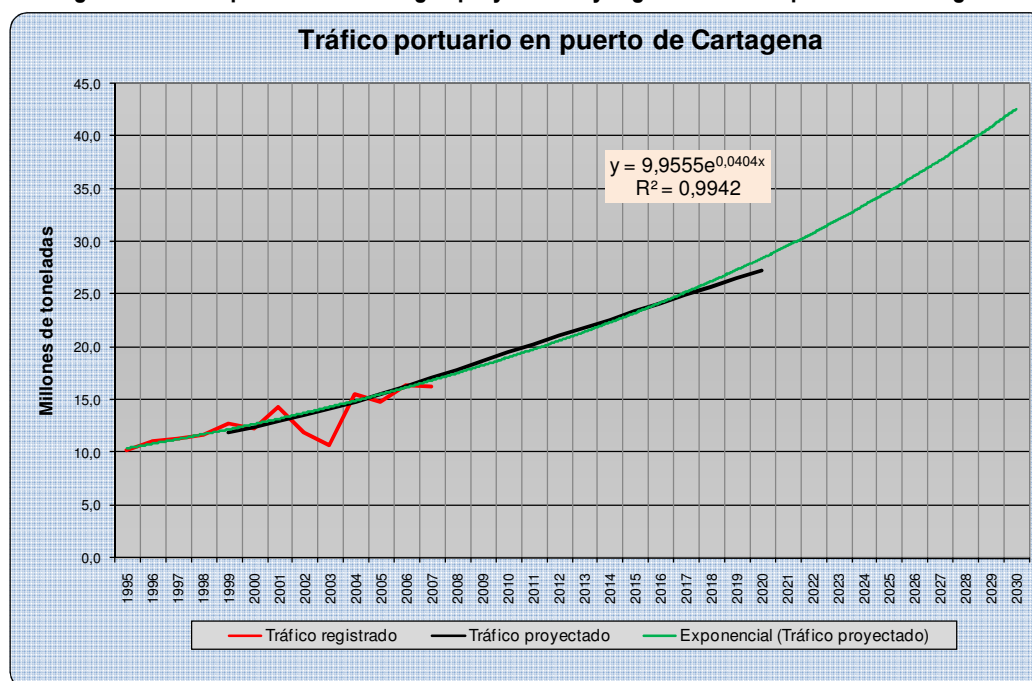
La carga despachada en los puertos colombianos muestra un bajo porcentaje de uso del canal de Panamá. Los tráficos de los dos puertos que monopolizan la carga en tránsito en Colombia indican que la SPR de Buenaventura maneja el 9% de esta carga por el canal y la SPR de Cartagena apenas el 7% (Aqua & Terra, 2007). Pero, como se advirtió, lo importante es la cercanía a las grandes rutas de las líneas navieras. En el año 2007, por todos los terminales de la zona portuaria de Cartagena se manejaron 16,3 millones de toneladas en todos los tipos de carga, siguiendo de manera muy aproximada la tendencia de la proyección de cargas que presentó INCOPLAN & PARSONS en 1999 en el Plan de Ordenamiento Físico Portuario de los Litorales Colombianos (Figura 2.2.4), lo cual demuestra que todavía mantiene vigencia. La línea de tendencia para extender la proyección al año 2030 muestra un óptimo grado de correlación, más de 0,99, e indica que para ese año el movimiento de carga por el puerto de Cartagena podrá alcanzar los 42 millones de toneladas.

Para el mismo año 2007, la participación del manejo de contenedores en las tres principales terminales de servicio público fue del 48%, alcanzando la cifra de 7,88 millones de toneladas; esta participación muestra una tendencia creciente con relación a los años anteriores. Para el mismo año 2007, la participación del manejo de contenedores en las tres principales terminales de servicio público (SPR de Cartagena, Muelles El Bosque y

CONTECAR) fue del 48%, alcanzando la cifra de 7,88 millones de toneladas; esta participación muestra una tendencia creciente con relación a los años anteriores.

En el año 2005 la participación de los contenedores en el total de la carga fue del 41%. Ahora, considerando esta tendencia y la proyección de la figura anterior, se espera que para el año 2030 el movimiento de contenedores en la zona portuaria de Cartagena alcance la cifra de 25 millones de toneladas por año. Asumiendo un peso promedio de 10 toneladas por contenedor, esta cifra representaría un movimiento de 2,5 millones de TEUs para el año considerado del 2030.

Figura 2.2.4 Comparativo entre cargas proyectadas y registradas en el puerto de Cartagena



Fuente: Datos del tráfico registrado tomados de la Superintendencia de Puertos y Transportes, 2007. Curva de la carga proyectada tomada de INCOPLAN & PARSONS, 1999.

En cuanto a la capacidad instalada, la más sobresaliente en este aspecto es la SPR de Cartagena, con una capacidad de manejo de 1,2 millones de TEUs. Adicionalmente, la SPR de Cartagena tomó el manejo de las instalaciones portuarias de CONTECAR y ha proyectado allí la operación de este terminal con 1000 metros de muelle, 12 grúas pórticos y un área de patios para almacenamiento del orden de las 70 hectáreas, con la que aspira a manejar un total de 2,5 millones de TEUs. Vale entonces decir que toda la demanda de carga en contenedores de la zona portuaria de Cartagena podrá ser manejada por la SPR de Cartagena en sus propias instalaciones y en las proyectadas para el terminal de CONTECAR.

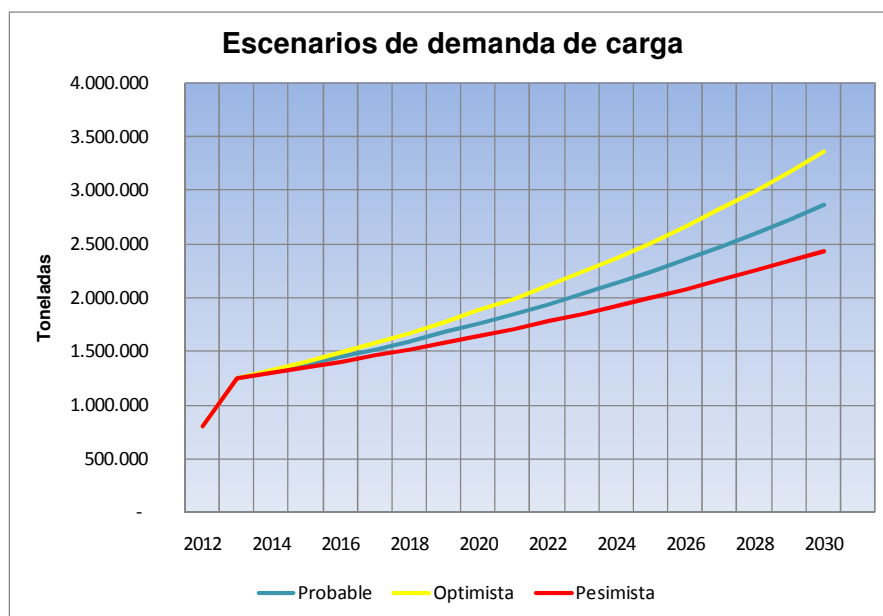
2.2.2.3 Proyecciones de carga para Puerto Bahía

El terminal marítimo de Puerto Bahía ha dispuesto manejar en sus instalaciones carga de contenedores, carga general suelta, graneles sólidos vegetales (excluyendo el carbón) y graneles líquidos (incluyendo hidrocarburos). Se plantea conseguir una pequeña fracción del mercado de carga de contenedores en el ámbito de la zona por-

tuaria de Cartagena y del Caribe. De otra parte, es el propósito de algunos de los socios del cuadro de accionistas de Puerto Bahía manejar cargas propias en los otros tipos de carga.

Con base en esta información se prepararon escenarios del movimiento de la carga considerando todos los tipos de carga señalados. El escenario probable se desarrolló teniendo en cuenta un crecimiento anual del 5%, el cual se ajusta a las proyecciones de inversión por parte de los accionistas (Figura 2.2.5 y Tabla 2.2-2). También se prepararon escenarios para sensibilizar la proyección: un escenario optimista con crecimiento anual del 6% y un escenario pesimista con crecimiento anual del 4%.

Figura 2.2.5 Volúmenes de carga proyectada por escenarios



Fuente: INCOPLAN, 2008

Tabla 2.2-2 Volúmenes de carga por escenarios para Puerto Bahía (toneladas)

Año	Probable	Optimista	Pesimista
2012	800.000	800.000	800.000
2015	1.378.125	1.404.500	1.352.000
2020	1.758.876	1.879.538	1.644.915
2025	2.244.820	2.515.246	2.001.290
2030	2.865.023	3.365.966	2.434.876

Fuente: INCOPLAN, 2008

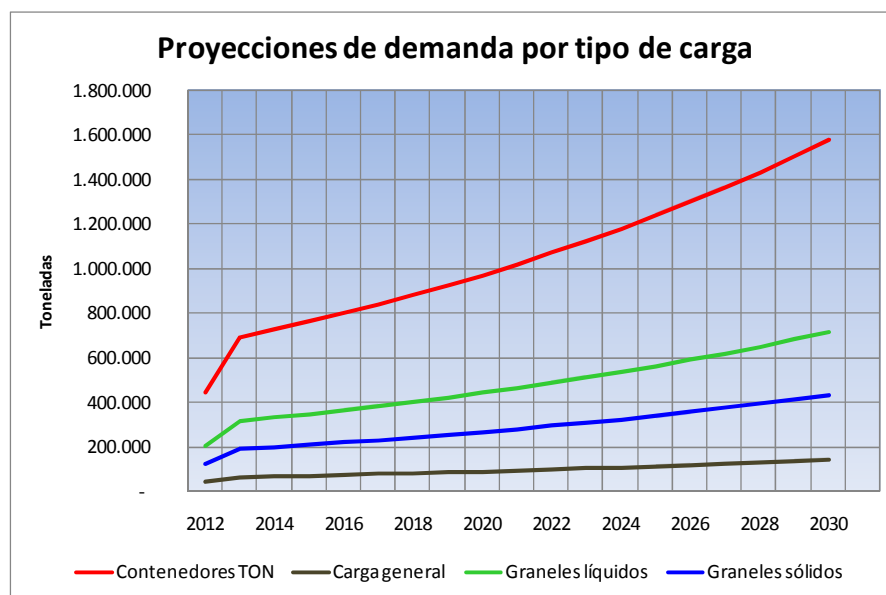
• Carga de contenedores

La Sociedad Portuaria Puerto Bahía desarrollará estrategias comerciales y de mercadeo para ganar una pequeña fracción de la demanda de carga adicional que se plantea para el Caribe de 20 millones de TEUs. Las proyecciones indican que en este volumen participan 13 millones de TEUs correspondientes al transbordo internacional. Adicionalmente, se prevé un crecimiento de la carga de contenedores en la zona portuaria de Cartagena, estimado por INCOPLAN del orden de los 2,5 millones de TEUs. Se plantea entonces como meta, que las estrategias de comercialización y mercadeo conseguirán una participación de menos del 1% en estos mercados, lo cual es un objetivo razonable. En la Figura 2.2.6 y en la Tabla 2.2-3 se presentan estas proyecciones al año 2030.

- **Otras cargas**

Las proyecciones para las otras cargas (Figura 2.2.6 y Tabla 2.2-3), como se advirtió, obedecen al ritmo de inversiones previstos por algunos de los accionistas del terminal portuario que pretenden manejar cargas propias y que van a participar del desarrollo de la zona franca industrial prevista en el área de expansión del terminal.

Figura 2.2.6 Proyecciones de demanda por tipo de carga en el escenario probable



Fuente: INCOPLAN, 2008, con base en datos de Puerto Bahía, 2008
NOTA: Graneles líquidos incluye hidrocarburos y sus derivados.

Tabla 2.2-3 Volúmenes de la demanda por tipo de carga para el escenario probable (toneladas)

Año	Contenedores TEUS	Contenedores TON	Carga general	Graneles sólidos	Graneles líquidos	Total carga
2012	36.667	440.000	40.000	120.000	200.000	800.000
2015	63.164	757.969	68.906	206.719	344.531	1.378.125
2020	80.615	967.382	87.944	263.831	439.719	1.758.876
2025	102.888	1.234.651	112.241	336.723	561.205	2.244.820
2030	131.314	1.575.763	143.251	429.753	716.256	2.865.023

Fuente: INCOPLAN, 2008, con base en datos de Puerto Bahía, 2008
NOTA: Graneles líquidos incluye hidrocarburos, crudos y sus derivados.

2.2.3 Estrategia de desarrollo del proyecto portuario

2.2.3.1 Tipos de carga

Considerando la posibilidad que se tiene de acceder al mercado del manejo portuario de mercancías existente en el Caribe y de competir en el entorno del mercado nacional, y la ventaja de que los lotes del proyecto tienen salida a la bahía de Cartagena y al canal del Dique, se ha concebido una estrategia de desarrollo portuario en etapas, para manejar carga de trasbordo internacional y carga de comercio exterior utilizando dos terminales portuarios interconectados: uno terminal marítimo sobre la bahía y un terminal fluvial sobre el canal del Dique.

De otra parte, la carga de comercio exterior prevista para manejar en los terminales incluye carga general contenedorizada y suelta y carga de graneles líquidos. Los graneles líquidos están representados por hidrocarburos, crudos y sus derivados. Se ha previsto también manejar graneles sólidos diferentes al carbón, en envases tipo *big bag*, que pueden manejarse como carga general suelta o en contenedores; no se utilizarán bandas transportadoras.

2.2.3.2 Embarcaciones de diseño

- **Embarcación tipo del muelle marítimo**

Considerando, de una parte, las dimensiones del canal de acceso en Bocachica, que tendrá una profundidad hábil de 15,0 metros y ancho suficiente para el paso de dos embarcaciones navegando en sentido contrario y, de otra parte, que la ruta para llegar al terminal marítimo desde el canal de acceso de Bocachica cuenta en todo su recorrido con profundidades superiores a 15,0 metros, el buque de diseño será un portacontenedores tipo Post—Panamax, cuyas dimensiones se indican en la Tabla 2.2-4.

Estas embarcaciones sobrepasan las dimensiones del actual canal de Panamá, que son: manga de 32,2 m, eslora de 290 m y profundidad 12,0 m. Teniendo en cuenta las profundidades existentes en el sitio donde se ubicará el muelle y que fueron obtenidas en los levantamientos de campo, el calado máximo de las embarcaciones que atracarán allí será de 14,50 m; en teoría, permitirá recibir embarcaciones de más de 8.000 TEUs y tanqueros de hidrocarburo, crudos y sus derivados en términos prácticos se establece como buque de diseño el que se está indicando en la siguiente tabla.

Tabla 2.2-4 Especificaciones de las embarcaciones de diseño

Item	Container Post-Panamax-Tanqueros	Convoy fluvial
Eslora (m)	300,00	210,00
Manga (m)	40,00	26,00
Calado máximo (m)	13,50	1,80
DWT (ton)	70.000	7.200
Capacidad total (TEUs)	5.000	384

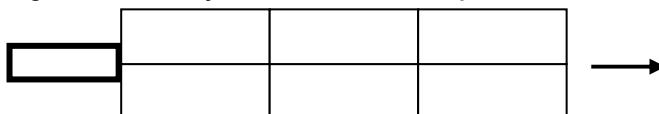
Fuente: INCOPLAN, 2008

- **Nave tipo del muelle fluvial**

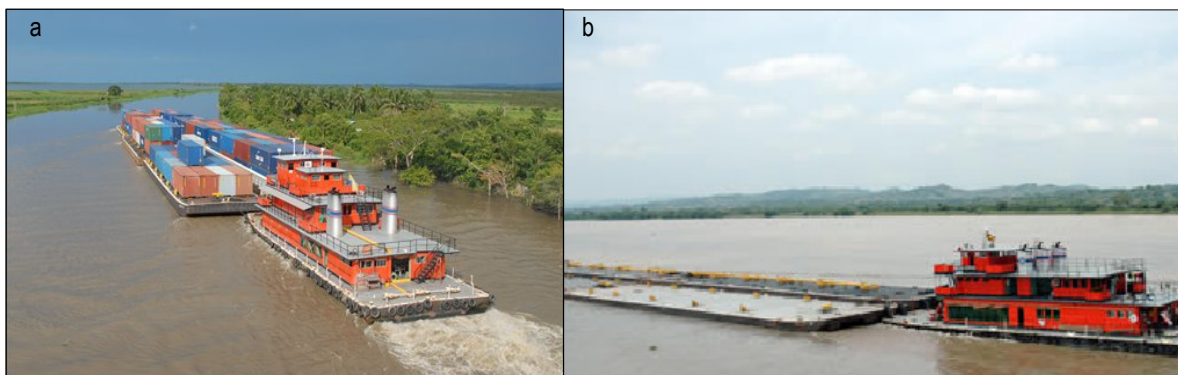
Para las operaciones del transporte fluvial se utilizará el convoy de diseño especificado por el Ministerio de Transporte, que consiste en un conjunto de 6 barcazas o botes empujados por un remolcador, conformando un arreglo R-2B-2B-2B (Figura 2.2.7). Cada bote tiene unas dimensiones estándar de 60 metros de eslora, 13 metros de manga y 1,8 metros de calado; el remolcador típico cuenta con una potencia de 2.000 HP y su eslora media es del orden de los 30 metros, pero puede alcanzar hasta los 42 metros y los convoy de barcazas de 1.200 toneladas cada una. Con base en lo anterior, las dimensiones del convoy de diseño, incluyendo el remolcador, son: manga de 26 metros y 210 metros de longitud promedio y calado máximo de 1,8 metros. La capacidad media del convoy es de 6.000 toneladas y la máxima 7.200 toneladas con carga de hidrocarburos, tal como se indica en la Tabla 2.2-4.

Recientemente, y gracias al impulso que CORMAGDALENA está ofreciendo para estimular el transporte fluvial de carga y la navegación por el río Magdalena y el canal del Dique, se transportaron por esta vía entre Cartagena y Puerto Berrío, 154 contenedores de 40 pies, lo que equivale a 308 TEUs. De acuerdo con el Ministerio de Transporte, se plantea continuar el transporte fluvial, hacia el futuro, con esta configuración de convoyes.

Figura 2.2.7 Convoy de diseño R-2B-2B-2B para el canal del Dique



Fuente: INCOPLAN, 2009



Fuente: a) CORMAGDALENA, 2008; b) www.naviera.com.co

2.2.3.3 Accesos al puerto

Como estrategia general de accesos al puerto se plantea que toda la carga que se maneje en los terminales entrará y saldrá por vía acuática, la cual tendrá diferentes modalidades según el terminal utilizado. Adicionalmente, entre el terminal marítimo y el terminal fluvial se construirá una carretera para facilitar el traslado de las mercancías o contenedores entre los terminales. Las modalidades de acceso son las siguientes:

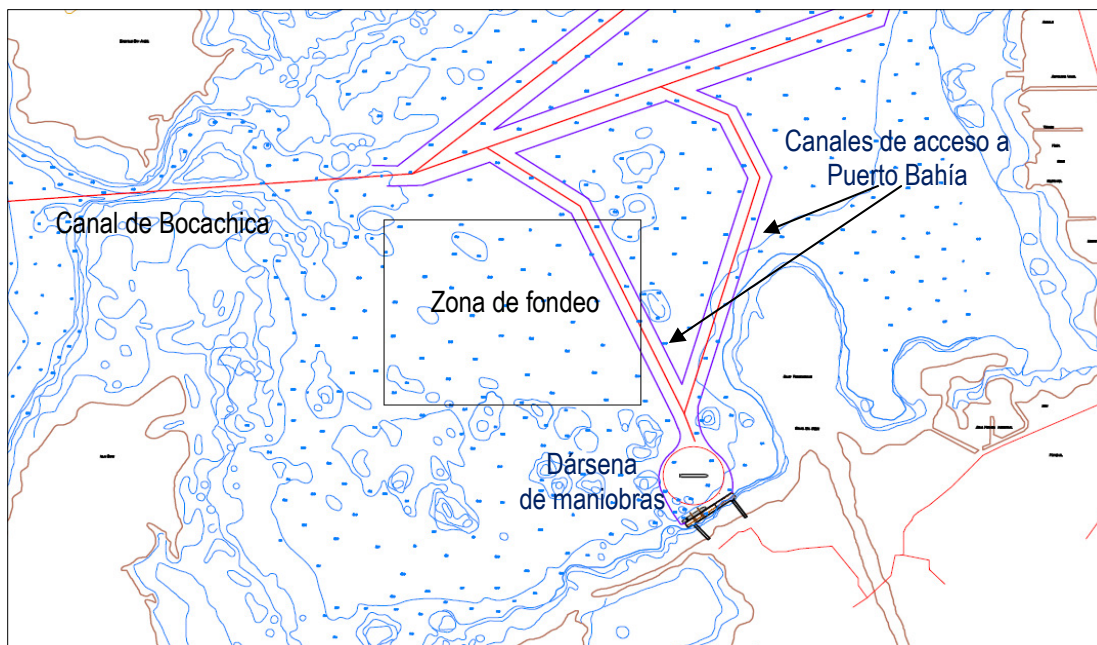
- Acceso marítimo
- Acceso fluvial

• Canal de acceso marítimo y dársena de maniobras

El acceso marítimo hasta el terminal se hará por el acceso público del canal de Bocachica, que recientemente fue profundizado a 15 metros de profundidad y 54 metros de ancho en la base, para permitir la navegación de embarcaciones de hasta 13,5 metros de calado; INVIAS abrió la licitación LP-SGT-SNF-008 del 2008 para llevar el canal a 15,25 metros de profundidad y 132 metros de ancho en la base, trabajos que se ejecutarán en el 2009 y permitirán el ingreso de barcos con un calado máximo 13,75 metros.

Luego se navegará por aguas interiores de la bahía de Cartagena cuyas profundidades son superiores a los 15,0 metros, hasta llegar a las áreas de maniobra y atraque de los muelles. La plataforma de atraque estará ubicada a aproximadamente 220 m de la orilla actual (Figura 2.2.8 y Plano 2-2), donde de acuerdo con los levantamientos batimétricos las profundidades son del orden de 15,0 a 20,0 m. Con estas profundidades, se puede catalogar la instalación portuaria como un puerto de aguas profundas, con acceso para el buque de diseño y no requerirá de dragados en la bahía de Cartagena ni en el canal de acceso ni en la dársena de maniobras.

Figura 2.2.8 Canal de acceso marítimo y dársena de maniobras



Fuente: Adaptado de la Carta náutica. Bahía de Cartagena. DIMAR, por INCOPLAN, 2008

• Acceso fluvial y dársena de atraque

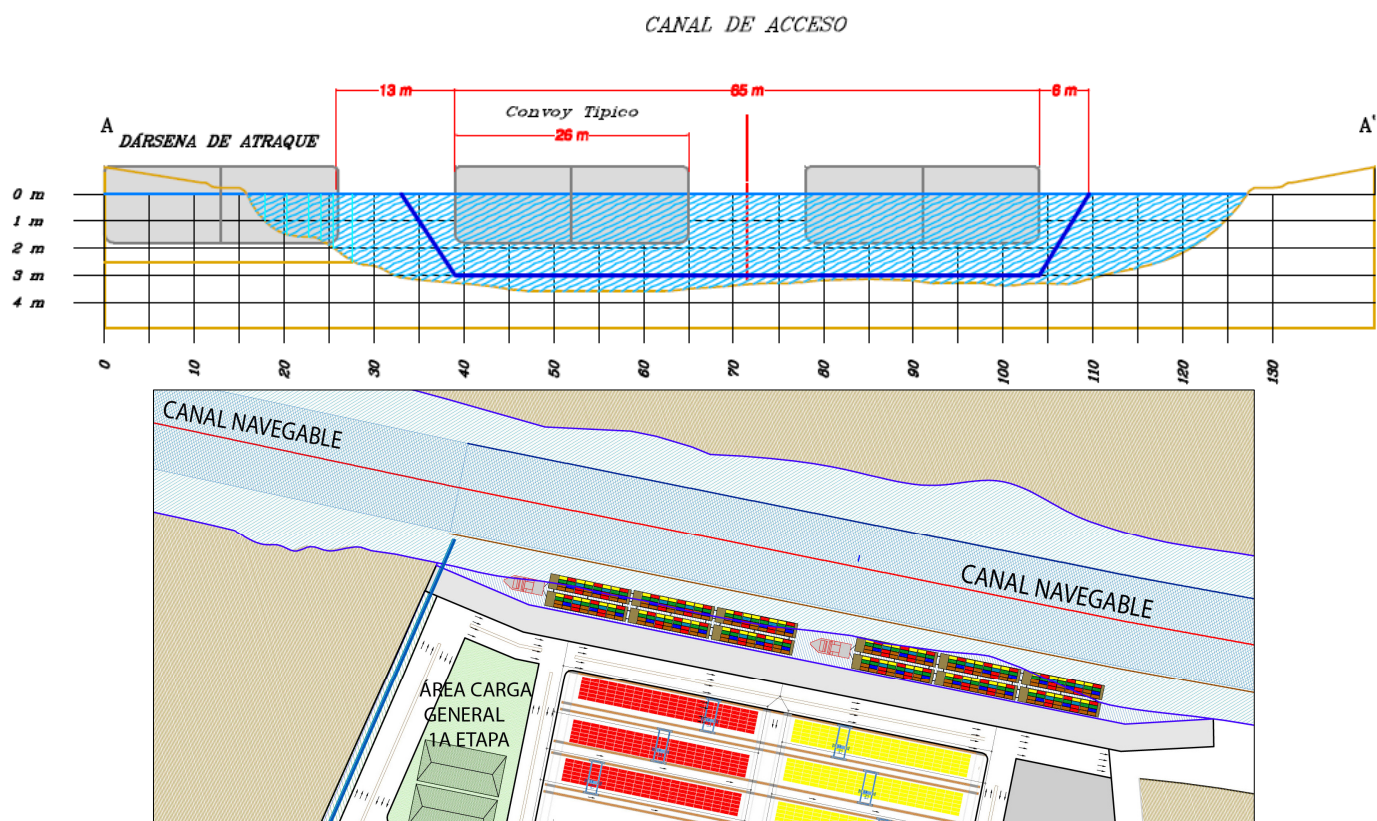
El muelle del terminal fluvial estará sobre el mismo canal del Dique y el acceso de las embarcaciones se hará directamente por el canal de navegación del Dique, por lo que no será necesario realizar dragados para construir un canal de acceso al terminal. Este canal de navegación del Dique tiene un ancho de base de 65 metros, taludes 1V:2H y permite el tránsito simultáneo de dos convoyes viajando en sentido contrario; entre las dos embarcaciones se prevé una separación de seguridad equivalente a una manga del bote de diseño, es decir, 13 m. Las profundidades son variables; de acuerdo con la batimetría del canal presentada en el numeral 3 de este informe, las profundidades máximas del canal navegable frente al muelle de atraque del terminal varían entre 3,40 m y 3,60 m de profundidad. Hacia las orillas la profundidad disminuye hasta conseguir las riberas.

El terminal fluvial y su plataforma de atraque están ubicados a unos 2,3 km de la desembocadura del canal del Dique en la bahía de Cartagena. Para adecuar el sitio a la operación de cargue y descargue de mercancías, se prevé la construcción de una dársena de atraque y zona de maniobras, en forma longitudinal al canal navegable (Figura 2.2.9) a todo lo largo de los 1.240 m del muelle.

Puesto que el convoy tiene 26 m de manga, para disponer la dársena de atraque se deja media manga (13 metros), como margen de seguridad respecto al canal navegable del Dique, el cual, como ya se señaló, tiene 65 metros de ancho. Como el ancho total del canal del Dique es variable, para emplazar el muelle y la dársena se debe efectuar una excavación sobre la margen izquierda del canal del Dique, de ancho variable entre 12 y 25 metros a lo largo del muelle proyectado.

Se destacan las obras proyectadas por el Ministerio de Transporte para controlar el transporte de sedimentos a la bahía de Cartagena por el canal del Dique; contemplan una estructura de compuertas sobre el canal entre los caños Lequerica y Matunilla que desvía la corriente del canal por el Matunilla hacia la bahía de Barbacoas, lo cual tiene como consecuencia una comunicación a nivel entre las bahías de Barbacoas y Cartagena por el Lequerica y el mismo canal del Dique. En estas condiciones, la construcción de una dársena sobre el canal ampliando la sección no tiene efecto sobre el comportamiento hidráulico de esta comunicación y, por lo tanto, no se esperan acumulaciones de sedimentos de fondo en la sección del canal frente a la dársena de Puerto Bahía.

Figura 2.2.9 Sección y planta del canal del Dique en el sitio de la dársena de Puerto Bahía



2.2.3.4 Planeación interna del puerto

El área general del puerto, con 93,6 hectáreas, se divide en 4 zonas principales:

- El terminal marítimo, sobre la bahía de Cartagena, 17,1 hectáreas
- El terminal fluvial, sobre el canal del Dique, 23,5 hectáreas
- La zona de expansión portuaria, 50,0 hectáreas
- La vía de interconexión entre los dos terminales, 2,9 hectáreas

Cada terminal contará con:

- Zona de muelles
- Zona para manejo de carga seca
- Zona para manejo de graneles líquidos
- Zona para extensiones futuras

La zona de muelles constará de un puesto de atraque en el terminal marítimo y dos puestos de atraque en el terminal fluvial. El muelle del terminal marítimo se utilizará alternadamente para el manejo de graneles líquidos (hidrocarburos, crudos y sus derivados) y de contenedores y carga general suelta y graneles secos diferentes al carbón. En el terminal fluvial habrá un puesto de atraque para carga seca y otro para los hidrocarburos, pero que en el tiempo ocioso se podrá utilizar también para el manejo de contenedores y carga general suelta.

Las áreas de patio del puerto se organizan y distribuyen para el manejo de la carga desde la fase inicial. Los contenedores de la carga de trasbordo se manejarán en los patios del terminal marítimo. Los patios para almacenamiento de hidrocarburos, crudos y sus derivados estarán en el terminal fluvial. El manejo de graneles secos se atenderá en zonas adecuadas y con sistemas especializados de manipulación, en la medida en que sea requerido por los usuarios. Por estrategias de manejo y organización de la carga, conviene mantener una separación física entre el manejo de graneles y el de carga general; además, para esta última carga habrá otra separación entre carga contenerizada y carga general suelta.

2.2.3.5 Etapas de desarrollo

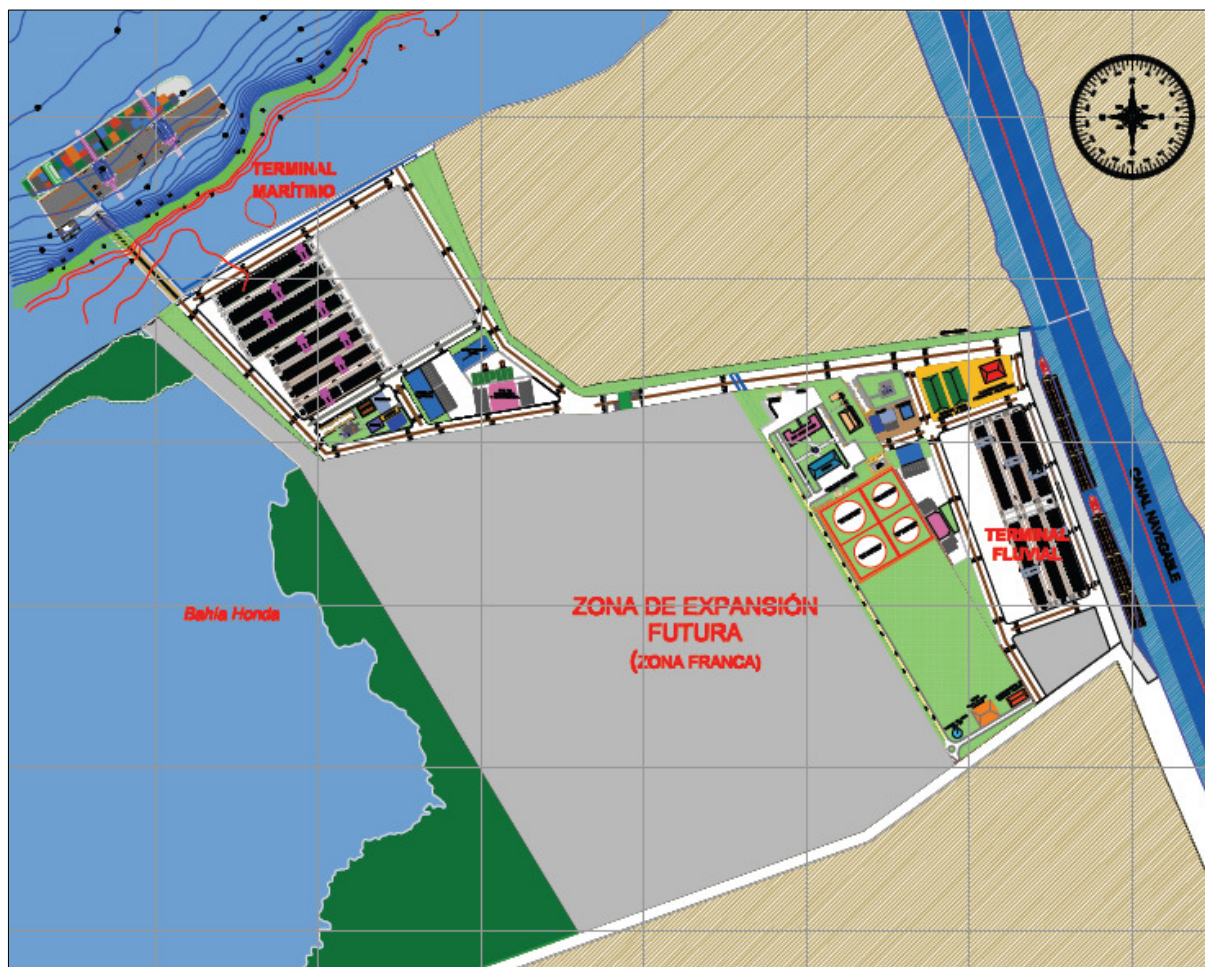
- Primera Etapa (Figura 2.2.10, Plano 2-3):
 - Construcción en el terminal marítimo de un muelle de 320 metros de longitud, con su muelle de servicio para embarcaciones menores, y de un patio multipropósito.
 - Construcción en el terminal fluvial de un muelle de 570 metros, excavación de la dársena sobre el canal del Dique y conformación de la zona de patio multipropósito y de la planta de acopio para hidrocarburos, crudos y sus derivados.
 - Construcción de una vía para intercomunicar los dos terminales.
 - Nivelación y adecuación de los terrenos de la zona de expansión portuaria.
- Segunda Etapa (Figura 2.2.11, Plano 2,4):
 - Extensión del muelle marítimo en 200 metros y del fluvial en 670 metros.
 - Extensión de las áreas de patios en los dos terminales.

Con este esquema se define una estructura para el desarrollo del puerto y la identificación de etapas permite un grado de flexibilidad para adaptar el paso de desarrollo a las evoluciones en el mercado. De igual manera, permite planificar las inversiones en el tiempo, con base en la comparación entre la capacidad para el manejo de carga existente en cada momento y la demanda para servicios portuarios en el puerto. Los años señalados en la proyección de cargas son sólo indicativos; ante un crecimiento de la demanda más rápido al previsto se adelantará la ejecución de la próxima fase; en caso contrario las inversiones se aplazarán.

2.2.4 Distancia a áreas protegidas

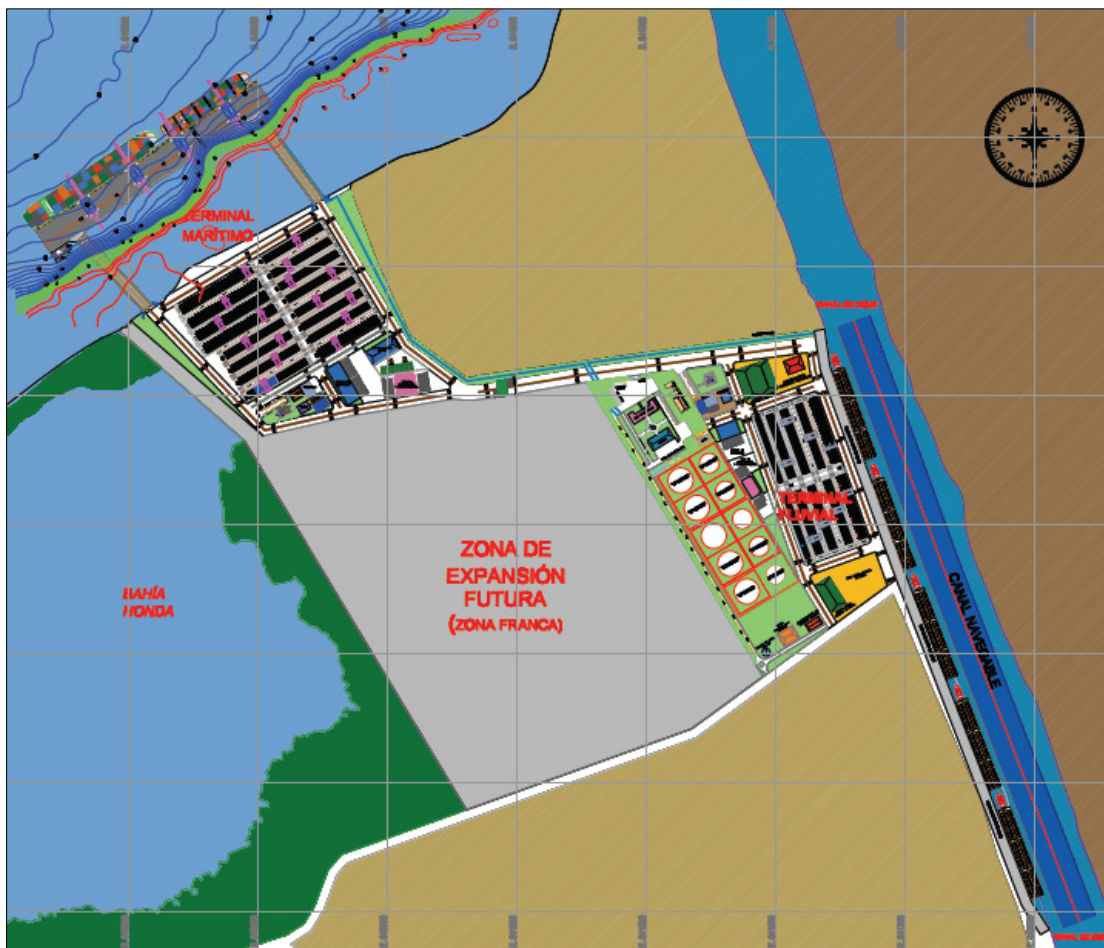
El Parque Nacional Natural Corales del Rosario comprende un área marina que bordea el costado suroccidental de la isla de Barú. El proyecto portuario de Puerto Bahía se ubica en el costado nororiental de la isla y la distancia al punto más cercano del PNN es de 9,23 km, medidos en línea recta (Figura 2.2.12). Al Parque Caci-que Dulio hay una distancia de 0,73 km y está separado por el trazado de la nueva vía proyectada a Barú. Por lo anterior, no se prevé ninguna afectación a estas áreas por cuenta de las actividades de la construcción y operación del proyecto portuario.

Figura 2.2.10 Planta general de la Primera Etapa



Fuente: INCOPLAN, 2009

Figura 2.2.11 Planta general de la Segunda Etapa



Fuente: INCOPLAN, 2009

Figura 2.2.12 Distancia del proyecto al PNN Corales del Rosario



Fuente: INCOPLAN, 2009

2.2.5 Materiales de construcción

Para efectos de la nivelación de los terrenos a las cotas definidas en el proyecto, esto es, 2,0 msnm en los dos terminales y en el área de expansión portuaria, se examinó la disponibilidad de materiales dentro del predio. De acuerdo con las recomendaciones de geotecnia, los rellenos se deben hacer hasta la cota 1,5 msnm, ya que los 0,5 m restantes son el espesor de la placa de concreto se debe colocar para soportar el peso de las cargas y equipos del puerto. También debe considerarse que dentro del predio hay algunas elevaciones del terreno que deben ser niveladas a la cota de los patios. Por tanto, para cuantificar las necesidades de material de relleno se debe hacer un balance de masas entre los volúmenes requeridos y la disponibilidad de material en el predio.

2.2.5.1 Requerimientos de material de relleno

Las necesidades de material están dadas por el relleno que se tiene que hacer en las zonas bajas del predio. Vale recordar que más del 60% del área del proyecto se usó en camaronicultura con piscinas a bajo nivel, apenas por encima de la cota de mareas máximas, para favorecer el manejo del agua. Por esta razón las necesidades de materiales son considerables.

Para estimar las necesidades de material se dividió el área del predio con base en los componentes principales: el terminal marítimo, el terminal fluvial, la vía entre los terminales, el corredor de tuberías y la zona de expansión portuaria. Tomando como base el plano topográfico del predio se determinaron las áreas y las cotas medias de base de cada uno de los componentes. Con las cotas medias se estableció la altura correspondiente del lleno bajo la placa de concreto. Con esta altura y las áreas se determinó el volumen requerido en cada uno de ellos (Tabla 2.2-5). El volumen necesario para el relleno es 1.072.600 m³ en todo el predio del puerto.

Tabla 2.2-5 Requerimientos de material de relleno

Componente del puerto	Volumen (m3)
Terminal marítimo	55.000
Terminal fluvial	182.400
Vía entre terminales	12.000
Corredor de tuberías	4.800
Área de expansión	818.400
Total requerimientos	1.072.600

Fuente: INCOPLAN, 2009

2.2.5.2 Disponibilidad de materiales en el predio

Dentro del predio se pueden considerar tres fuentes principales para los materiales del lleno:

- Un cerro pequeño que existe en la zona de patios del terminal marítimo, cuya mayor altura llega a los 16 msnm (Figura 2.2.13); los materiales son bancos de calizas arrecifales de color amarillo crema, localmente muy compactas y areniscas calcáreas pardo amarillentas con delgadas capas de arcillolitas calcáreas de colores grises y amarillos; estas características son muy apropiadas para el relleno.
- Los materiales excavados en la margen izquierda del canal del Dique para construir la dársena de atraque de las embarcaciones fluviales; son materiales constituidos por arcillosas limosas de consistencia blanda a media hasta los 6 metros de profundidad; serán colocados a manera de sobrecarga en las piscinas de la parte posterior del terminal fluvial.
- Una pequeña loma ubicada sobre el costado sur del predio, junto a la actual vía a Barú y cuya mayor elevación está a la cota 8,0 msnm; está constituida por una secuencia de lodolitas gris oscuras, claras y negras, con niveles de oxidación de color amarillo, en capas delgadas y medias, laminación interna ondulosa discontinua, que la hace apropiada para el lleno.

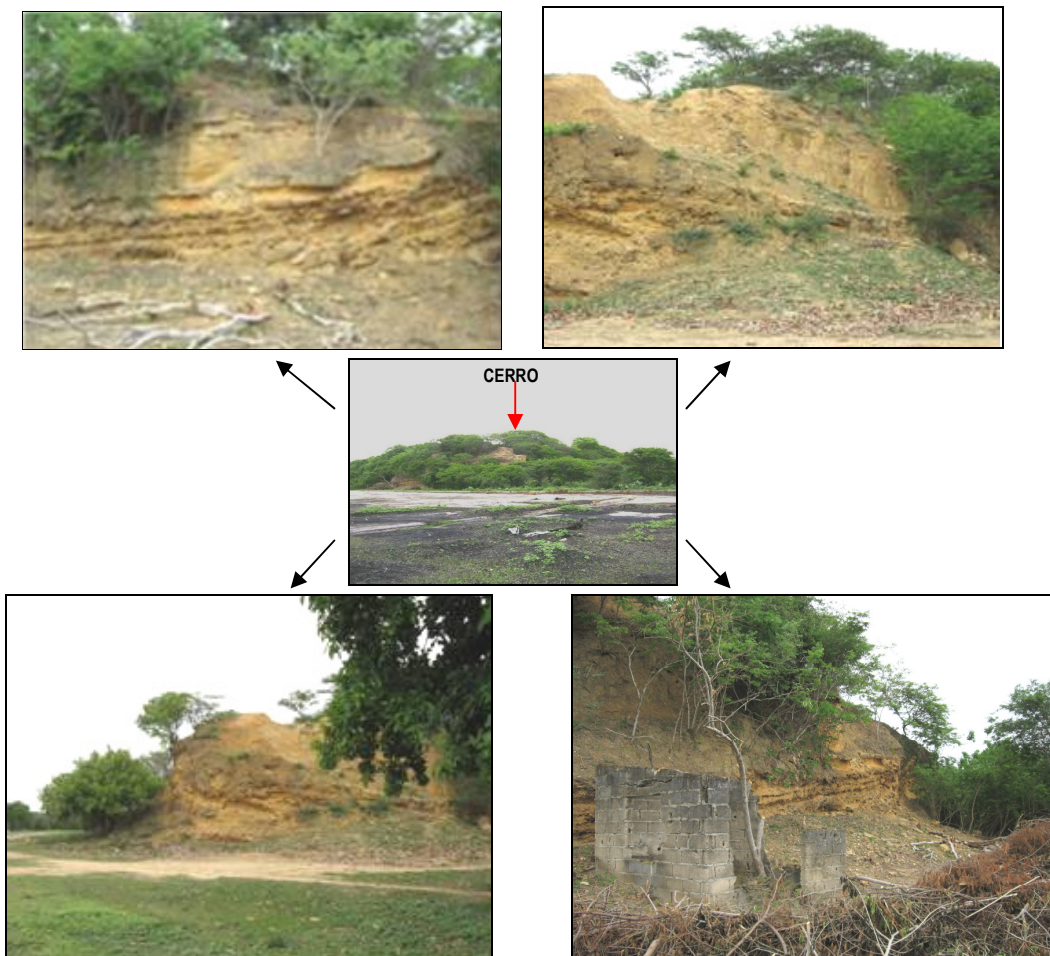
Con base en el plano del levantamiento topográfico se cuantificaron los volúmenes disponibles a partir de la cota 1,5 msnm para el cerro localizado en el terminal marítimo y para la loma sobre la vía a Barú. Para el volumen de excavación en el canal del Dique se consideró un ancho promedio de corte de 16 metros, una profundidad de excavación a la cota -2,5 msnm y una longitud media de 1180 metros, debido a que en los extremos del muelle el corte debe ir alineándose paulatinamente con la orilla del canal. El volumen ofrecido por estas fuentes de materiales es del orden de los 639.200 m³. Los resultados se presentan en la Tabla 2.2-6.

Tabla 2.2-6 Fuentes de materiales en el predio

Fuente de material	Volumen (m ³)
Remoción del cerro	251.200
Excavación de la dársena	86.000
Remoción loma en vía a Barú	302.000
Total disponibilidad	639.200

Fuente: INCOPLAN, 2009

Figura 2.2.13. Cerro a remover como parte de la adecuación del medio terrestre



Se presenta una vista general (centro) y fotografías de detalle del material granular y cobertura actual.
Fotos. Armando Sarmiento. Mayo de 2007.

2.2.5.3 Volumen de material que se debe importar

El balance de masas entre los requerimientos de material para los llenos y la disponibilidad en las fuentes del predio, indica que se debe importar un total de 433.400 m³ (Tabla 2.2-7). Las operaciones de relleno para los patios de los terminales, la vía entre los terminales y el corredor de tuberías, que suman 254.200 m³, se pueden realizar con el material disponible (639.200 m³) en las fuentes ubicadas dentro del predio. Con el material restante se pueden acondicionar los niveles en por lo menos 4 hectáreas del área de expansión portuaria.

Tabla 2.2-7 Volumen de material a importar para el relleno

Item	Volumen (m3)
Total requerimientos	1.072.600
Total disponibilidad	639.200
Volumen por importar	433.400

Fuente: INCOPLAN, 2009

Para efectos del manejo ambiental, se ha dispuesto abrir una licitación dirigida a proveedores de materiales de relleno, para que coloquen el material dentro del predio. Dentro de los términos de la licitación quedará muy en claro que el proponente ganador deberá cumplir con todas las normas vigentes referentes al suministro del material, esto es, que provenga de canteras cercanas que cumplan con todos los requisitos legales del Ministerio de Minas y Energía y de las autoridades ambientales, y referentes al transporte de esos materiales.

2.2.6 Zonas de excavación

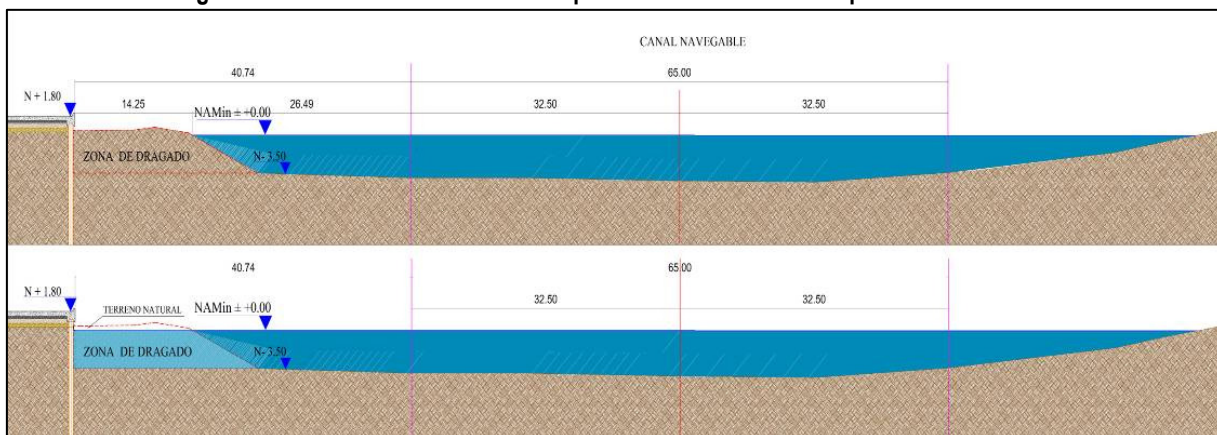
Se requiere excavar una dársena sobre la orilla del canal del Dique para que el atraque de los convoyes en muelle se realice por fuera del canal de navegación establecido por el Ministerio de Transporte. Como ya se mencionó, los anchos de la dársena de 20 a 30 m a lo largo de los 1.240 m de longitud del muelle. La profundidad de diseño es 2,5 m. El volumen de excavación se estimó en 86.000 m³, quedando la configuración de la sección del canal del Dique como se observa en la Figura 2.2.14.

Se reitera que el proyecto del Ministerio de Transporte para controlar los sedimentos que por el canal llegan hasta la bahía de Cartagena, establece la construcción de una compuerta sobre el canal entre los caños Matunilla y Lequerica (más exactamente en el corte del Paricuica), que desvía la corriente del Dique por el caño Matunilla hasta la bahía de Barbacoas y da lugar a una comunicación a nivel entre las bahías de Barbacoas y Cartagena a través del caño Lequerica y el tramo final del canal del Dique entre Lequerica y Pasacaballos. Según los estudios de Universidad Nacional (2008), las velocidades de flujo en este tramo final, donde se ubica la dársena de Puerto Bahía, serían cercanas a 0,0 m/s, lo que lleva a concluir que la ampliación del canal por la excavación de la dársena de atraque no tendría efectos sobre el comportamiento de los sedimentos en ese tramo final.

La excavación se realizará colocando dos retroexcavadoras sobre orugas en el lado tierra, con cuchara de 1 m³ de capacidad y brazo de más de 8,00 m de longitud, las que alimentan a un tren de 8 volquetas estándar, obteniendo un rendimiento de 1.000 m³ de material por día, lo que resulta en un total de 90 días de trabajo. El material será colocado directamente en volquetas y dispuesto en las zonas de piscinas de la antigua camaronera que existen en la parte posterior del patio del terminal fluvial

De acuerdo con los estudios de geotecnia (AYCO LTDA, 2008), el material proveniente de la excavación del canal está constituido por arcillosas limosas de consistencia blanda a media hasta los 6 metros de profundidad, lo que le confiere bajas condiciones de capacidad portante. Por tanto, será colocado a manera de sobrecarga en las piscinas de la antigua camaronera y que ahora forman parte de la zona de futura expansión portuaria. Una vez dispuesto el material deberá ser explanado con bulldozer, en capas de unos 30 cm.

Figura 2.2.14 Sección del canal del Dique con la dársena de atraque de Puerto Bahía



Fuente: INCOPLAN, 2009



La retroexcavadora requerida debe tener especificaciones similares a las siguientes:

Modelo	Cat 330 BL/CL o similar
Potencia	220 HP o superior
Cucharón	2.75 yd ³
Alcance bajo el nivel del terreno	5,00 m

2.3 Facilidades portuarias

Las instalaciones de tierra de Puerto Bahía se han discriminado en 3 zonas principales: el terminal marítimo, donde se realizará el manejo de la carga general contenedorizada y suelta; el terminal fluvial, donde se instalarán el patio multipropósito y el terminal de hidrocarburos. Los muelles de los 2 primeros terminales funcionarán alternadamente para cargue/descargue de carga general y del granel líquido que irán al terminal de hidrocarburos.

2.3.1 Terminal marítimo

Este terminal es de carácter multipropósito; se moverán cargas de contenedores, carga general suelta y graneles secos y líquidos. Consta de un muelle, áreas de almacenamiento e instalaciones de cargue y descargue para camiones. El esquema de las áreas de almacenamiento debe ser flexible para aumentar la eficiencia en los procesos del terminal y manejar las diferencias entre pronósticos y movilización alcanzada; tendrá áreas para:

- Oficinas para la administración del terminal y para las dependencias de antinarcóticos y aduana.
- Estacionamiento de equipos del terminal
- Cerramientos y una puerta de ingreso
- Parqueo de camiones

Las instalaciones mínimas requeridas para la primera etapa en este terminal son las siguientes:

- Un puesto de atraque para el buque de diseño
- Condiciones de navegación, maniobra y amarre para dicho buque.

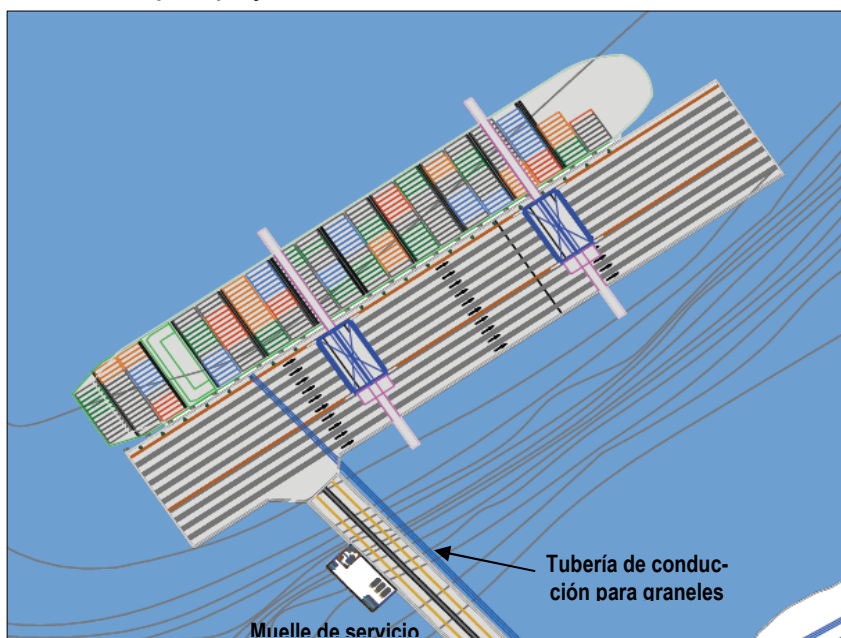
- Área de apilamiento para contenedores y otros equipos de manejo que complementen la capacidad de la grúa en el atracadero
- Bodegas para consolidación de contenedores (CFS)
- Bodegas y áreas para carga suelta
- Casetas e instalaciones para inspección de las mercancías
- Alumbrado del patio de contenedores
- Otras instalaciones de infraestructura
- Drenaje del terreno
- Servicios de agua, electricidad, teléfono, etc.
- Oficinas de servicios.

Las características del diseño de esta infraestructura permiten un incremento ininterrumpido de la capacidad de manejo del primer muelle, y la ampliación al segundo muelle y áreas del terminal en el futuro.

2.3.1.1 El muelle principal

Para el atraque de las embarcaciones en la Etapa 1 se construirá una plataforma de concreto de 320 metros de longitud por 54,92 m de ancho, calculada para recibir barcos tipo Post-Panamax, para soportar grúas pórtico y resistir grúas móviles de última generación (Figura 2.3.1, Plano 2-5.2). El nivel superior de la plataforma estará en la cota +2,5 metros sobre el nivel promedio de aguas mínimas. El ancho de la plataforma permitirá la circulación de 6 carriles bajo los apoyos de las grúas pórtico y 4 carriles en la parte exterior, uno por cada grúa pórtico esperada en un futuro. También permitirá que los camiones circulen y realicen giros adecuados sobre el muelle.

Figura 2.3.1 Muelle principal y de servicios del terminal marítimo de Puerto Bahía. Etapa 1

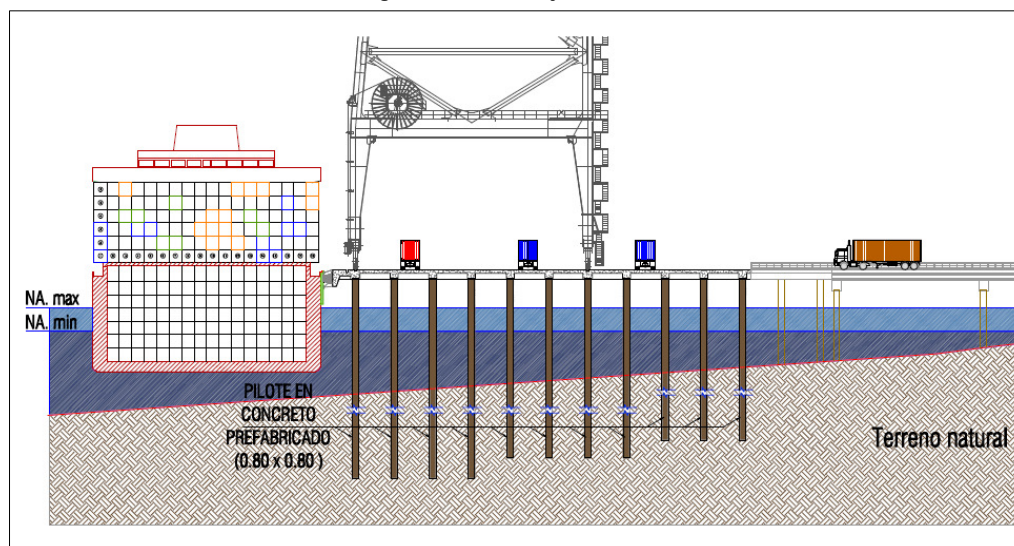


Fuente: INCOPLAN, 2009

La estructura del muelle consistirá en una losa de concreto reforzado de 0,4 m de ancho, apoyada sobre un retícula de vigas longitudinales de 1,0 m de ancho por 1,2 m de alto y vigas transversales de 1,2 m de ancho por 1,2 m de alto, que a su vez se apoyan sobre una cuadrícula de pilotes 0,8 x 0,8 m.

Las grúas pórtico serán de tipo Post-Panamax, apoyadas sobre rieles separados 30,5 m entre sí. Los rieles se ubicarán sobre 2 vigas carrileras de 1,4 m de alto por 1,2 m de ancho. Las vigas transversales son de 1,2 m de alto por 1,2 m de ancho. Las longitudinales son de 1,2 m de alto por 1,0 m de ancho. Se utilizarán pilotes pretensados en concreto de 350 kg/cm² de resistencia, reforzados longitudinalmente con acero de tensionamiento, de 0,8 m x 0,8 m, aligerados, y de una longitud de 35 m (Figura 2.3.2 y Plano 2-5.2). Los pilotes formarán una cuadrícula espaciada cada 6 m en el sentido longitudinal del muelle y cada 5,08 en el sentido transversal.

Figura 2.3.2 Pilotaje del muelle



Fuente: INCOPLAN, 2009

2.3.1.2 Viaducto

En la primera etapa se construirá un viaducto de 197 m de largo y 20 m de ancho, con 4 carriles de circulación, adecuados para la entrada y la salida de vehículos de la plataforma de atraque (Figura 2.3.3 y Plano 2-5.2). Tendrá barandas metálicas, andén en concreto, tablero en concreto reforzado, vigas longitudinales, cabezales en concreto y pilotes de soporte. En superficie tendrá dos andenes peatonales y dos calzadas de doble carril.

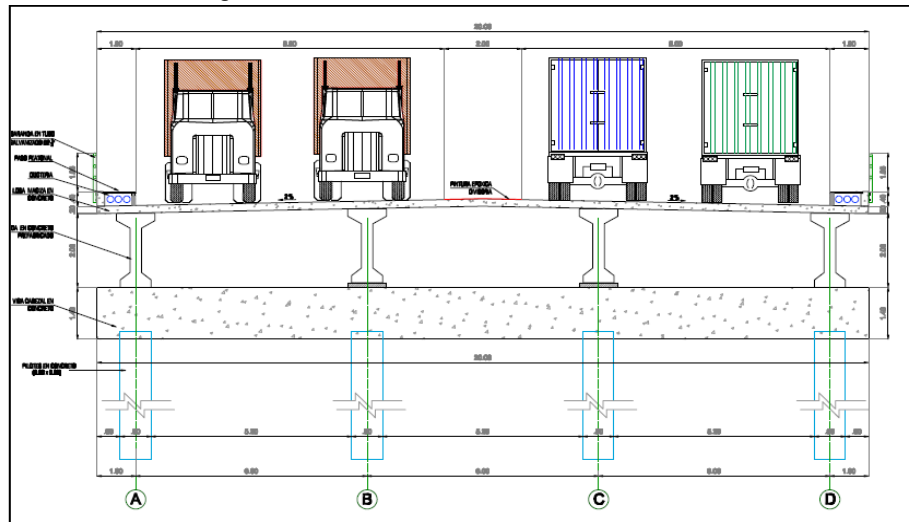
Su estructura consistirá en una losa de concreto reforzado de 0,25 m de altura y 20 m de ancho, apoyada sobre 4 vigas longitudinales en concreto pre-esforzado. Las vigas longitudinales se apoyarán sobre cabezales en concreto, separados 20 m entre sí. Cada cabezal será soportado por 4 pilotes en concreto de 0,8 m x 0,8 m.

2.3.1.3 Muelle de servicios

Se construirá un muelle para el servicio de embarcaciones menores, tipo botes y remolcadores. Estará ubicado sobre costado oeste del viaducto, a aproximadamente 150 m de la línea de costa (Figura 2.3.1). En este sector de la costa las profundidades de la plataforma marina son superiores a los 3,0 metros, calado que es suficiente para el atraque de este tipo de embarcaciones. Esta plataforma tendrá 15,0 metros de ancho por 30,0 m de largo y se ubicará adyacente al costado exterior del viaducto (Figura 2.3.4 y Plano 2-5.3). Posee rampa para subir o bajar botes y escalera para descender desde el nivel 2,5 metros del viaducto hasta el nivel 1,0 metros y así facilitar la operación de embarque y desembarque. La plataforma estará construida en losa de concreto reforza-

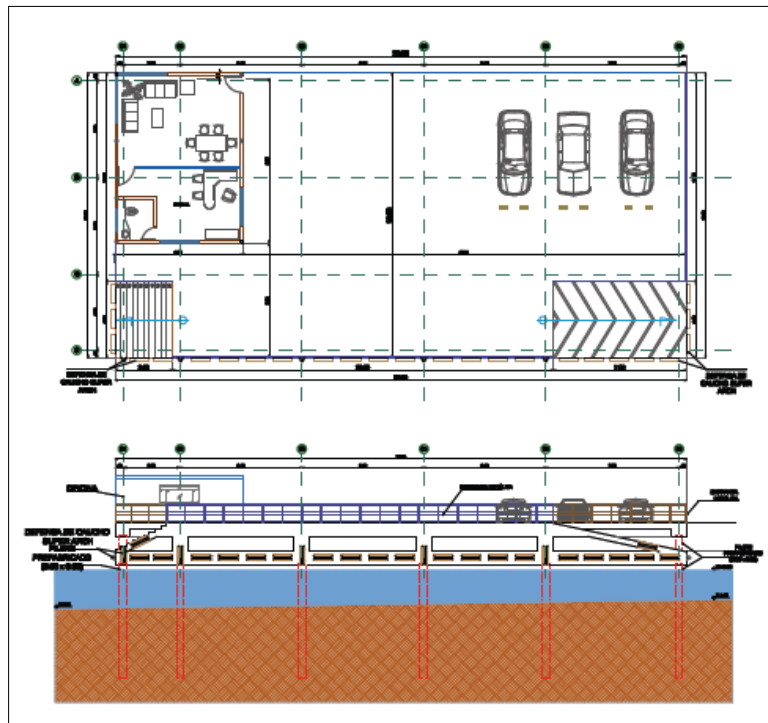
do, vigas de apoyo y pilotes de concreto que le servirán de soporte. En la periferia del muelle se encuentran defensas de caucho que permitirán aparcar a las embarcaciones que lo utilizan.

Figura 2.3.3 Corte del viaducto de acceso al muelle



Fuente: INCOPLAN, 2009

Figura 2.3.4 Planta y alzado del muelle de servicios



Fuente: INCOPLAN, 2009

2.3.1.4 Patio multipropósito

Para la primera etapa, que es el objeto del presente EIA, se ubicarán 4 tipos de áreas (Figura 2.3.5 y Plano 2-5.1). Una, que conformará el patio de contenedores; otra para carga general y otras infraestructuras, entre ellas, el área de inspección y el centro de consolidación y desconsolidación de carga (CFS), el área para los servicios administrativos del terminal y, finalmente, una zona de reserva para la expansión del patio de contenedores en la segunda etapa y que eventualmente se podrá utilizar para carga general suelta que no requiera cubierta.

Figura 2.3.5 Organización de áreas en el patio del terminal marítimo

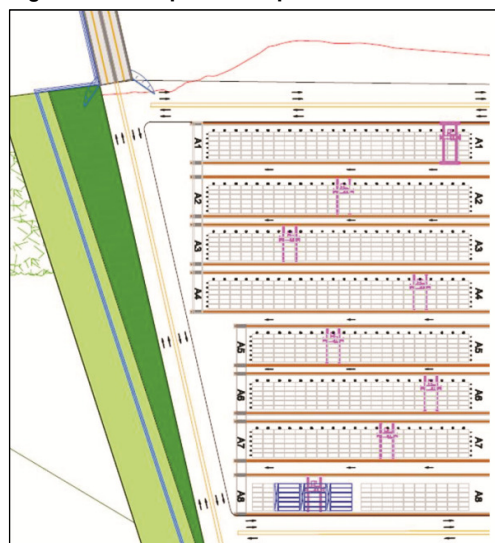


Fuente: INCOPLAN, 2009

- **Patios de contenedores del muelle marítimo**

En un área de 43.842 m² se construirán los patios de contenedores de la primera etapa. Estos patios se configuran en módulos, con posiciones señalizadas para el desplazamiento de las grúas de patios, para ubicación de los contenedores y para las circulaciones de los vehículos. Cada módulo tendrá bahías que definen su longitud y cada bahía posee 6 contenedores de ancho por 6 de altura. Se han previsto 8 módulos, 4 con 24 bahías de longitud, 3 con 20 bahías y 1 con 18 bahías (Figura 2.3.6), que corresponden a un total de 1.044 slots de piso.

Figura 2.3.6 Esquema del patio de contenedores



Fuente: INCOPLAN, 2008

- **Patios para carga general suelta y otras infraestructuras**

Para el almacenamiento de la carga general suelta y otras dependencias se ha dispuesto un área sobre el costado sureste del terreno de patios de 19.027 m². En este patio se dispondrán las áreas y bodegas para la carga general, la zona de inspección y la zona de consolidación/desconsolidación de carga (CFS).

2.3.1.5 Edificaciones

El puerto estará dotado con las infraestructuras y edificaciones necesarias para la administración y control de la operación, así como de unas bodegas para el almacenamiento de la carga general suelta que necesite recubrimiento (Tabla 2.3-1). Se incluyen las dotaciones y edificaciones para el taller de mantenimiento, la estación de bomberos, oficina de seguridad industrial, enfermería, almacén, etc.

Tabla 2.3-1 Edificaciones en el terminal marítimo

DESCRIPCIÓN	AREA(M2)
Bodega de consolidación/desconsolidación CFS	1,591
Bodega de inspección	2,326
Bodega de carga general	1,800
Taller de mantenimiento	600
Almacén de repuestos	370
Bomberos, seguridad industrial y enfermería	370
Edificio de Administración	662
Portal de entrada	450
TOTAL	8,169

Fuente: INCOPLAN, 2008

- **Bodegas**

Se han contemplado 3 bodegas: una para la carga general suelta que requiera cubrimiento, con un área de 1.800 m². Otra bodega para la zona de inspección, con un área de 2.326 m² y, finalmente otra bodega para la zona de consolidación/desconsolidación de carga (CFS) con un área construida de 1.591 m². Cada una de estas bodegas cuenta con áreas para circulación y parqueo de los vehículos que transportan las mercancías.

- **Edificio de Administración**

El edificio tipo conjunto que comprende 2 módulos de oficinas con entradas separadas que ofrecen la posibilidad de manejarse independientemente cada módulo, con el propósito de ir construyendo en la medida en que lo requiera el aumento de la operación del puerto. Incluye una recepción, oficina de gerencia, oficina de sistemas, oficina de recursos humanos, oficina de registros, oficina de contabilidad y otras oficinas de uso operativo. En el aspecto constructivo se conserva el concepto de las otras edificaciones manteniendo un lenguaje que unifica todo el complejo portuario. Estará dotado con parqueaderos para el personal de la oficina y visitantes.

- **Zona de inspección**

Esta zona está dividida en 4 módulos para cargue/descargue de las mercancías, operación e inspección de las mismas. El área de oficinas comprende la portería para el personal (con zona de batería de baños y vestier), oficina para la selección de personal, cuartos perreras, oficina de fiscalización antinarcóticos y aduana, oficina de monitoreo y sistemas en general.

- **Otras edificaciones**

Se ha dispuesto una edificación para bomberos, edificio de seguridad, taller de mecánica y subestación eléctrica; como edificaciones soporte de las áreas administrativas se plantearon lo más cerca posible a estos mismos y al uso operativo de cada uno. Las especificaciones de construcción son similares a las de los demás edificios y tendrán la misma lectura arquitectónica.

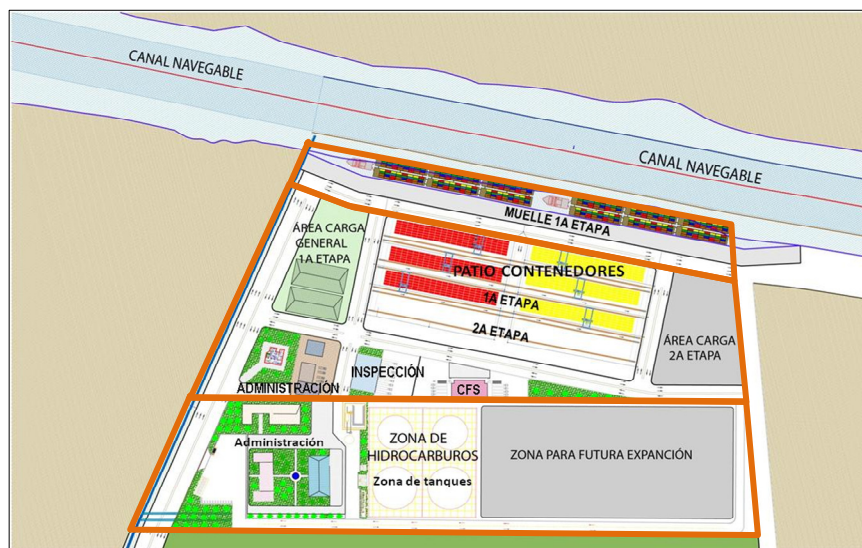
- **Portal de entrada**

Este portal es una portería de seguridad para el control general de la carga entrante y saliente y del personal que circulará entre los dos terminales. Se ubicará sobre la vía que conduce del terminal fluvial al marítimo.

2.3.2 Terminal fluvial

Este terminal también es de carácter multipropósito; se moverán cargas de contenedores, carga general suelta y graneles secos y líquidos, bien sea que provengan del terminal marítimo para su embarque y transporte en gabarras por el canal del Dique, o que provengan del interior del país por vía fluvial y sean desembarcadas con destino al comercio exterior. Se destacan 3 áreas (Figura 2.3.7): el muelle, con dos posiciones de atraque para el convoy de diseño en su primera etapa; el patio multipropósito, con áreas para almacenamiento de contenedores y carga suelta, CFS, inspección y administración y la zona de hidrocarburos, donde se concentrará el manejo del granel líquido.

Figura 2.3.7 Organización de áreas en el terminal fluvial



Fuente: INCOPLAN, 2009

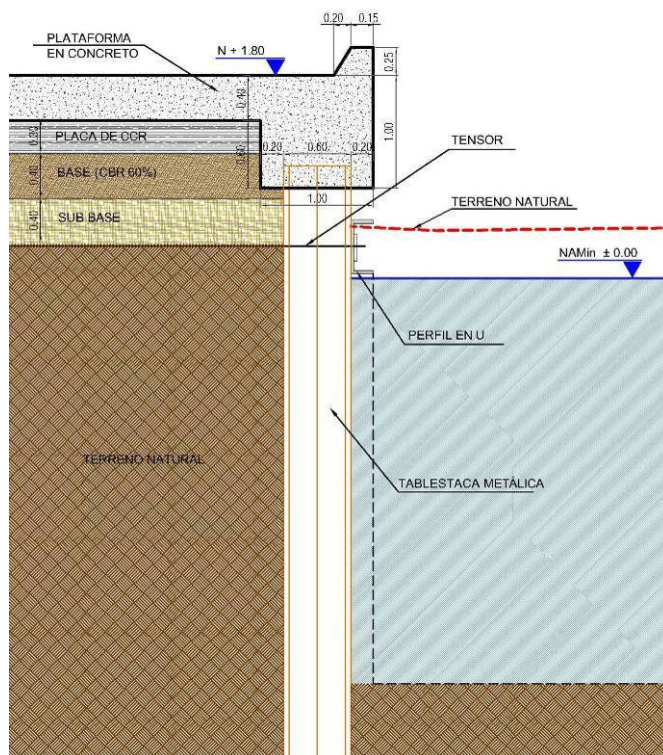
2.3.2.1 Muelle sobre el canal del Dique

El muelle fluvial tendrá en la primera etapa una longitud de 570 metros y contará con 2 posiciones de atraque para el convoy de diseño. Para la 2da etapa el muelle se extenderá a 1240 metros de longitud, lo que permitirá contar con zonas para el atraque de embarcaciones de apoyo y planchones en espera. Al muelle llegarán embarcaciones fluviales del tipo gabarras para el manejo de contenedores, de carga general y de hidrocarburos. Las embarcaciones vienen, generalmente, en convoyes de 6 gabarras empujadas por un remolcador de río.

El sitio de atraque tendrá una profundidad de 2,5 metros y será construido en una dársena que se excavará sobre la orilla izquierda del canal del Dique (ver numeral 2.2.3.3), con ancho variable entre 12 y 25 m para que las embarcaciones atracadas estén por fuera del canal de navegación del Dique (Figura 2.2.9). Sobre el frente de atraque del muelle fluvial se construirá un sistema de tablestacado metálico, adecuadamente empotrado en el fondo fluvial y con tirantes amarrados a un sistema de anclaje posterior con tirantes de acero de alta resistencia, separados 2,0 m entre sí. Los tensores tendrán 25 m de longitud y estarán anclados a una viga posterior de reacción. Esta viga, a su vez, estará apoyada sobre pilotes de concreto de 8,0 m de longitud, separados cada 2,0 m. Se utilizarán tablestacas metálicas de tipo U, de 12 m de longitud y 0,6 m de ancho cada una, empalmadas entre sí, empotradas en su cabeza superior en una viga de concreto de 1,0 m de ancho por 1,0 m de altura..

La plataforma superior del muelle estará formada por una placa de concreto reforzado de 20 m de ancho y 0,40 m de espesor calculada para resistir grúas móviles de última generación. Este ancho permite que las grúas móviles se desplacen apropiadamente y que los camiones circulen y realicen giros adecuados sobre plataforma del muelle (Figura 2.3.8 y Plano 2-6.2). El nivel de la plataforma portuaria estará en la cota +1,80 m sobre el nivel promedio de aguas mínimas.

Figura 2.3.8 Configuración de la tablestaca en el muelle fluvial



Fuente: INCOPLAN, 2009

2.3.2.2 Patio multipropósito

En este terminal se moverán cargas de contenedores, carga general suelta y graneles secos. Consta de un muelle, áreas de almacenamiento e instalaciones de cargue y descargue de los vehículos en tránsito muelle – patios y entre los terminales marítimo y fluvial. Tendrá áreas para:

- Patios y bodegas de almacenamiento
- Oficinas para la administración del terminal y para las dependencias de antinarcóticos y aduana.
- Estacionamiento de equipos del terminal
- Cerramientos y una puerta de ingreso
- Parqueo de camiones

Las instalaciones mínimas requeridas para la primera etapa en esta terminal son las siguientes:

- Un puesto de atraque exclusivo para el convoy de diseño y compartirá el otro puesto con el manejo de hidrocarburos.
- Condiciones de navegación, maniobra y amarre para dicho convoy.
- Dos grúas móviles en la primera etapa y cuatro en la segunda etapa
- Área de apilamiento para contenedores y otros equipos de manejo que complementen la capacidad de la grúa en el atracadero
- Bodegas para consolidación de contenedores (CFS)
- Bodegas y áreas para inspección
- Bodegas y áreas para carga suelta
- Casetas e instalaciones para inspección de las mercancías
- Alumbrado del patio de contenedores
- Otras instalaciones de infraestructura
- Drenaje del terreno
- Servicios de agua, electricidad, teléfono, etc.
- Oficinas de servicios.

En este patio del terminal fluvial se conserva para la primera etapa el mismo esquema de distribución de 4 zonas que se proyectó para el terminal marítimo (Figura 2.3.9 y Plano 2-6.1). Una zona que conformará el patio de contenedores; una zona para el almacenamiento de carga general y otras infraestructuras, entre ellas, la correspondiente al área de inspección (Plano 2-6.3) y el centro de consolidación y desconsolidación de carga (CFS), una zona para los servicios administrativos del terminal y, finalmente, unas áreas de reserva para la expansión del patio de contenedores y del patio de carga general suelta.

- **Patios de contenedores del terminal fluvial**

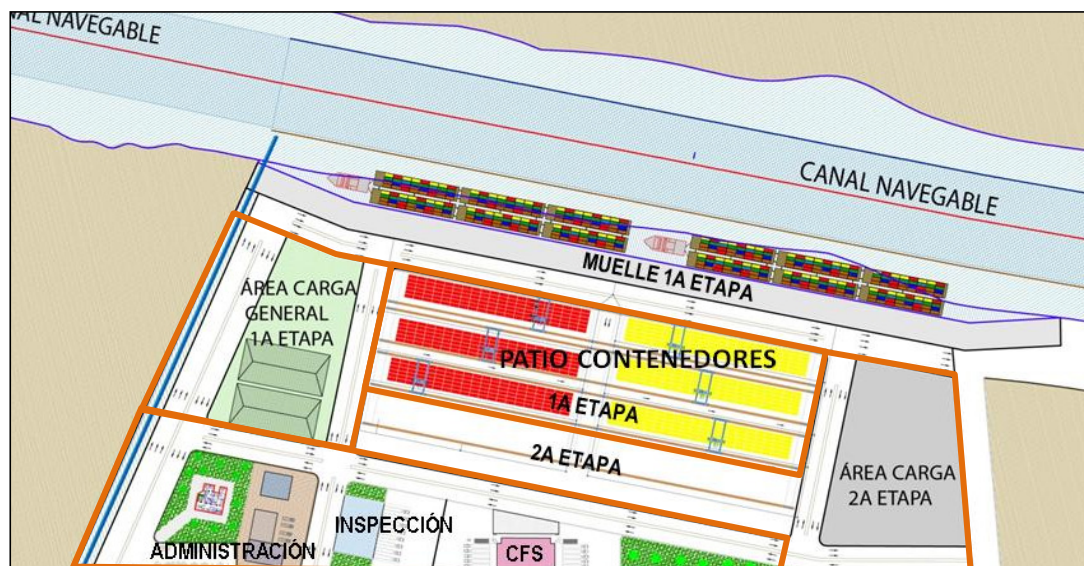
El patio tiene un área de 27.720 m², con diseños específicos adecuados de los apilamientos de contenedores y debidamente señalizados para permitir el desplazamiento de las grúas de patios y la circulación de los vehículos que transportan la carga desde y hacia muelle. Los patios de contenedores se configuran en módulos. Para la primera etapa se plantea un total de 6 módulos y 4 módulos adicionales para la segunda etapa. Cada modulo consta de 20 bahías de longitud por 6 contenedores de ancho, para un total de 120 slots por módulo.

- **Patios para carga general suelta y otras infraestructuras**

Para el almacenamiento de la carga general suelta se ha dispuesto un área de 9.800 m² para la primera etapa, en la que se levantarán 2 bodegas cubiertas de 1.800 m² cada una. De igual manera, se contempla una zona

de inspección 4,200 m² con su bodega y áreas de parqueo de vehículos, así como la zona de consolidación/desconsolidación de carga (CFS), que tiene un área total 5.200 m². Para la segunda etapa se ha dispuesto un área de 11.700 m² en el extremo sur del patio, donde por ahora se ha previsto otra bodega de 1.800 m².

Figura 2.3.9 Distribución de patios para carga general en el terminal fluvial



Fuente: INCOPLAN, 2009

2.3.2.3 Edificaciones en el terminal fluvial

El terminal fluvial contará con las edificaciones necesarias y adecuadas para la administración de las operaciones en el terminal, así como de unas bodegas para el almacenamiento de la carga general suelta que necesite recubrimiento. Las áreas de las edificaciones se presentan en la Tabla 2.3-2.

Tabla 2.3-2 Edificaciones en el terminal fluvial

DESCRIPCIÓN	AREA(M2)
EDIFICACIONES	
Bodega de consolidación	863
Bodega de inspección	1.163
Bodega carga general	1.800
Taller	352
Almacén	391
Bomberos	340
Administración	670
Portal de Entrada	450
TOTAL	6.929

Fuente: INCOPLAN, 2009

2.3.3 Terminal para granel líquido

El proyecto de terminal de hidrocarburos en Puerto Bahía comprende una serie de componentes ubicados tanto en el terminal marítimo como en el fluvial y unas instalaciones de tierra en el patio de hidrocarburos. En el terminal marítimo se instalarán brazos de carga adosados a las grúas pórticos, que estarán fijas durante las operaciones y se conectarán a las cisternas de los tanqueros y a unas tomas de manejo simple en el borde del muelle. De estas tomas parte una red de tuberías que conducirá los productos hasta la zona de tanques de almacenamiento ubicados en los patios del terminal fluvial. Los componentes son:

- Dos terminales, uno en el muelle marítimo y otro en el fluvial
- Un patio de tanques de aprox. 10 Has para tanques de hidrocarburos, crudos y sus derivados, casa de bombas, edificios administrativos, de operaciones, bodega, área de mantenimiento, etc.

El patio de tanques recibirá y despachará desde y hacia ambos terminales, el marítimo y el fluvial. Se proyecta desarrollar operaciones de comercio exterior de hidrocarburos, crudos y sus derivados. Se estima una capacidad general de almacenamiento de 1,0 a 1,3 MMBLS de acuerdo con el número de productos a almacenar junto con los tamaños de tanques asociados a la operación del terminal.

2.3.3.1 Estimación de capacidades

- **Crudo**

Se proyecta una capacidad para realizar operaciones de comercio exterior de crudos en cargamentos entre 400.000 y 500.000 barriles. Para estas operaciones se destinarán hasta cuatro tanques de 150.000 BLS.

- **Nafta / condensado**

Se estiman a largo plazo tasas de hasta 30,000 BPD (60 Grds API) de nafta o condensado para el requerimiento de diluyente de PRE. Se proyecta recibir embarques de nafta o condensado en tamaños de 220,000 BLS y 300,000 BLS. Se requeriría una capacidad mínima para recibir cargos de nafta de 300,000 BLS. Estos embarques se prevé almacenarlos en 2 tanques de 150,000 BLS.

- **Diesel / Kerosenne / jet fuel**

Se proyecta una capacidad para recibir cargos de diesel y otros productos (Kerosenne, jet fuel, etc.) de 100,000 BLS. Implica 2 tanques adicionales de 100,000 BLS c/u. Estos tanques también pudiesen almacenar nafta o condensado por lo que se podría agregar un tercer tanque de productos de 150,000 BLS.

No obstante lo anterior, la asignación de tanques de almacenamiento de todos y cada uno de los productos antes mencionados, se realizará de acuerdo con las necesidades que indique el mercado.

2.3.3.2 Patios para almacenamiento de productos

En el terminal fluvial se ha dispuesto para la primera etapa una zona de tanques con un área de 19.600 m² y un área de servicios administrativos de 26.600 m² (Figura 2.3.10).

- **Zona de tanques**

En esta zona se proyecta construir una serie de tanques para el almacenamiento de hidrocarburos, cuyo tamaño y propósito dependerá del plan de negocios a seleccionar. Por lo general, la configuración de tanques de acero cilíndricos convencionales se apoya directamente al suelo debidamente compactado apoyando sus paredes sobre un anillo de concreto que reparte esta carga de las paredes y techo sobre la fundación (Figura 2.3.11).

Las especificaciones técnicas para el diseño final de la zona de tanques para hidrocarburos y su construcción se prepararán conforme al API STANDARD 650 - Welded Steel Tanks for Oil Storage - Apéndice A - Optional Design Basis for Small Tanks y a las normas nacionales (Decreto 283/90) e internacionales (NFPA-30²).

Figura 2.3.10 Patios en el terminal para granel líquido



Fuente: INCOPLAN, 2009

Figura 2.3.11 Modelo de tanques de techo flotante



Fuente: Pacific Rubiales, 2009

² NFPA. National Fire Protection Association. 2003 (USA)

Figura 2.3.12 Modelo de tanques de techo fijo

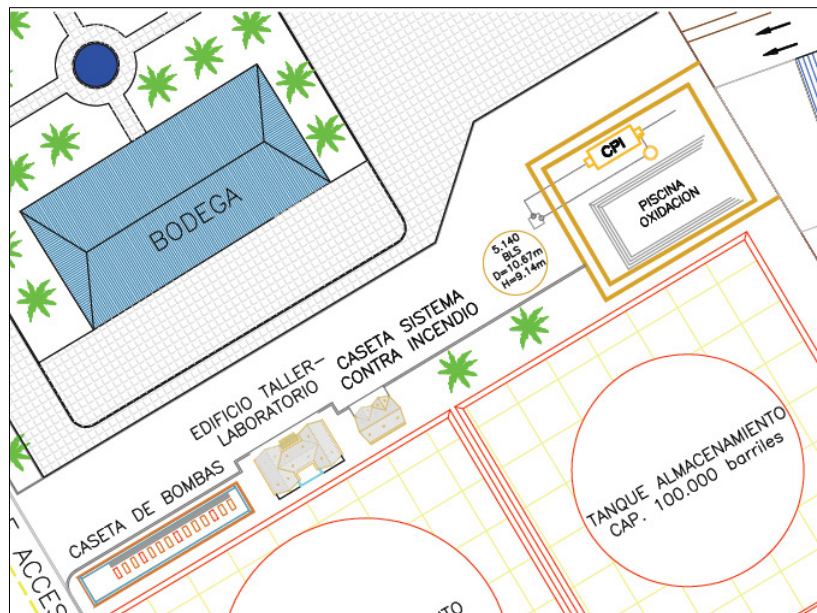


Fuente: Pacific Rubiales, 2009

- **Área de servicios administrativos**

En la zona de servicios administrativos se han incluido las oficinas para la administración del patio con su zona de parqueos y vías internas para el flujo vehicular, así como una serie de elementos de apoyo que son fundamentales para la operación con graneles líquidos de este tipo, como la caseta de bombas, un edificio asignado a los talleres y laboratorios, una caseta con equipos contra-incendios, una piscina de oxidación, una caja separadora CPI (*Corrugated Plate Integrated*) cuyo propósito es el de recoger y tratar los drenajes efluentes de la zona de tanques y los de la red de drenaje pluvial de todo el patio. Véase la Figura 2.3.13.

Figura 2.3.13 Infraestructura de apoyo en el patio de hidrocarburos



Fuente: INCOPLAN, 2009

2.3.4 Señalización y sistemas de ayuda a navegación

La señalización del canal del acceso y del área de maniobras será coordinada por la DIMAR, entidad que, de acuerdo con el Decreto 2324, art. 53 numeral 1 y art 5 numeral 4, controla, instala y mantiene dicha señalización para puertos privados y públicos. Una vez DIMAR entregue las especificaciones de la señalización por instalar, se procederá hacer las coordinaciones necesarias para que su instalación y el diseño del plan de mantenimiento respectivo. Estos costos serán asumidos por Sociedad Portuaria Puerto Bahía.

2.3.5 Sistema de saneamiento

El sistema de saneamiento está compuesto por una serie de subsistemas que tienen el propósito de prevenir riesgos de contaminación en la operación de los terminales.

2.3.5.1 Suministro de agua potable

El suministro de agua potable a las instalaciones de Puerto Bahía se realizará en todas las etapas del proyecto con base en agua tratada que será comprada directamente a ACUACAR. Para la fase de construcción, considerando un pico máximo de 350 personas en los frentes de obra y las necesidades propias de la construcción, se ha estimado un volumen requerido diario de 20 m³. Este volumen puede ser transportado diariamente a la zona del proyecto en dos o tres carrotanques, que se dispondrán en sitios de distribución cercanos a los campamentos y a los frentes de obra.

Para la fase de operación se ha considerado por cada terminal una población de 75 personas, incluyendo visitantes, y 3 hidrantes contra incendios. Para este efecto se ha previsto el suministro con carrotanques, desde los cuales se bombeará el agua hasta un tanque elevado de 500 m³ de capacidad en un sitio cercano a la vía de acceso al puerto (Plano 2-6.1). Contará con redes externas para llevar el agua hasta las edificaciones principales y de una red interna para distribución dentro de los edificios. Adicionalmente, en cada edificio se construirán tanques elevados de reserva con capacidades entre 1,2 y 2,0 m³.

La capacidad del tanque se ha estimado considerando el volumen requerido por la población durante 6 días continuos de consumo más el volumen requerido por 2 hidrantes operando simultáneamente para controlar un incendio de 6 horas. Para llenar el tanque elevado se ha previsto una tubería de impulsión metálica en acero de 4" y una bomba eléctrica. Las redes externas estarán constituidas para los tramos iniciales por tubería de presión de policloruro de vinilo, PVC, con diámetro de 6" y de 4" para los tramos finales. Las redes internas estarán conformadas por tuberías a presión en policloruro de vinilo PVC, con diámetros entre 0,5 y 2".

2.3.5.2 Alcantarillado sanitario

En la fase de construcción las aguas residuales domésticas se manejarán con tanques sépticos prefabricados cuyo diseño y actividades de instalación, operación y disposición deberá ser cumplida por el contratista de las obras en función de la programación de las obras y con sujeción a las normas ambientales vigentes.

En la fase de operación se dispondrá una red de alcantarillado y una planta de tratamiento. Para su recolección y conducción se utilizará un sistema de alcantarillado para conducir las aguas servidas de las áreas administrativas hasta la planta de tratamiento de aguas residuales para tratarlas y luego se conducirán a un tanque de almacenamiento para su reutilización en el riego de las áreas verdes del puerto. La red de alcantarillado estará constituida por pozos de inspección en mampostería y redes en tubería de policloruro de vinilo PVC de Ø = 8"; debido a los bajos niveles de los terrenos conformados para las instalaciones de los terminales portuarios, las

pendientes hidráulicas son bajas; por esta razón se colocarán estaciones de bombeo en sitios apropiados para reimpulsar el agua residual hasta la planta de tratamiento.

La planta de tratamiento de aguas residuales domésticas que se propone es una PTAR CICLON, distribuida en Colombia por la firma Integral Fluids Management (Figura 2.3.14). Es un sistema de tratamiento que combina técnicas físicas químicas y biológicas (lodos activados) para el tratamiento de aguas residuales domésticas. Estos lodos activados, con sus organismos vivos, tienen la propiedad de absorber o adsorber la materia orgánica coloidal y disuelta, incluyendo el amoníaco con lo que disminuye la cantidad de sólidos suspendidos. Los organismos biológicos utilizan como alimento al material absorbido convirtiéndolo en sólidos insolubles no putrecibles.

Tiene un reactor aerobio que convierte la materia orgánica en gas carbónico (CO₂), energía y biomasa (Lodo). En este sistema se inocula microorganismos que tienen la capacidad de metabolizar la materia orgánica presente en el desecho, con tiempos de retención hidráulica muy bajos que permiten la utilización de reactores con un volumen menor comparado con el tratamiento anaerobio.

Figura 2.3.14 Modelo de la planta de tratamiento propuesta



Fuente: Integral Fluids Management, 2009

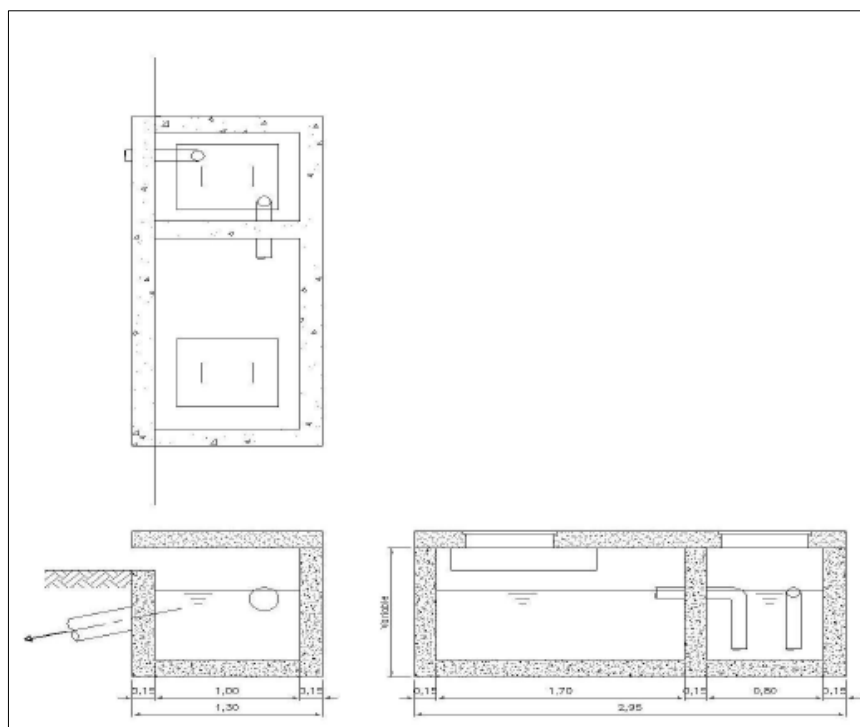
Las ventajas de este sistema están representadas por la optimización del espacio, debido a su diseño compacto y modular, que permite realizar múltiples operaciones en una sola unidad y ampliar la capacidad de tratamiento con módulos adicionales. De otra parte, es un sistema hermético que disminuye considerablemente la producción de olores y tiene bajos costos de operación. El sistema de secado de los lodos permite que se puedan disponer luego con los demás residuos sólidos del puerto.

2.3.5.3 Alcantarillado pluvial

El sistema de manejo de aguas lluvias, dada la extensión de los patios, se hará mediante el uso de canaletas en concreto con sumideros cubiertos con rejillas en platinas de acero. Estas canaletas se ubicarán por los separadores de las vías y de los patios de almacenamiento, de tal forma que no afecten de ninguna manera el tránsito por las vías y los patios.

En las vías se utilizarán sumideros con tanque desarenador y cámara de trampa de grasas de longitudes de ventana de 1,5 metros. En los patios se utilizarán canales con rejilla metálica de 0,6 metros de ancho. Se manejarán colectores de diámetros desde 8" hasta 36", pozos de 1.0 m. de diámetro. De igual manera, en la parte terminal de las canaletas se instalará un sedimentador y separador de grasas (Figura 2.3.15). La descarga de estas canaletas se hará directamente al mar, mediante la utilización de caídas escalonadas de tal forma que se evite la erosión en los taludes. Las aguas oleosas captadas en los separadores de grasas serán recogidas y conducidas al sistema de tratamiento de aguas oleosas CPI (*Corrugated Plate Integrated*) dispuesto en el área de servicios administrativos del terminal para graneles líquidos.

Figura 2.3.15 Sumidero con sedimentador y trampa de grasas



Fuente: HMV Ingenieros - Moffatt & Nichol, 2008

2.3.5.4 Manejo de aguas oleosas del terminal

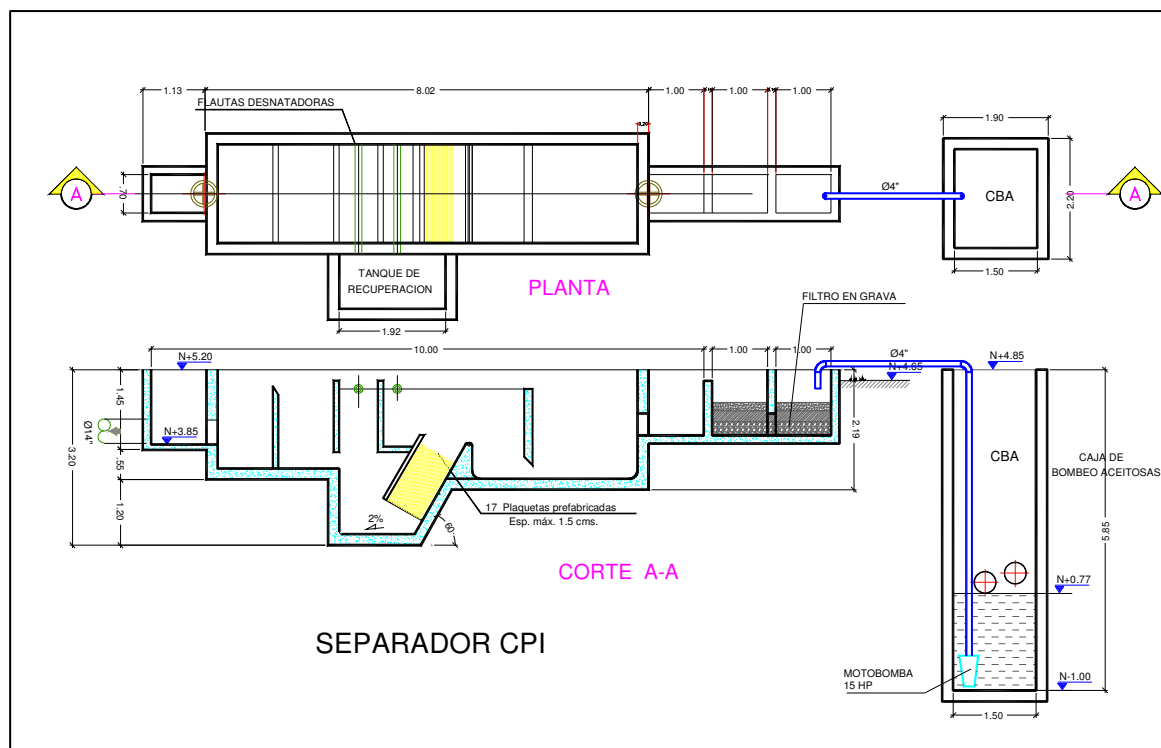
Se ha dispuesto en la zona de servicios administrativos una caja separadora del tipo CPI (*Corrugated Plate Integrated*) para recoger y tratar los drenajes efluentes de la zona de tanques y las aguas oleosas que se recojan de la red de drenaje pluvial.

El separador será diseñado de acuerdo con el API - Manual of Disposal of Refinery Waste - Volume of Liquids - Waste - para procesar 300 galones por minuto de aguas aceitosas (Figura 2.3.16). En la CPI se separa el agua de los productos contaminantes; el agua será enviada por ductos hasta el sistema de alcantarillado sanitario. El producto contaminante será conducido a un tanque regulador pequeño y de allí a un tanque de mayor volumen donde será almacenado; para su disposición final se contratará un operador portuario especializado en el tratamiento y manejo de esos productos que cuente con licencia y permisos de funcionamiento de DIMAR y autoridades ambientales. De esta manera, todo el complejo de instalaciones para el manejo de los hidrocarburos quedará funcionando bajo el estricto cumplimiento de las normas ambientales vigentes.

2.3.5.5 Manejo de residuos sólidos

Este manejo inicia con la capacitación que en las etapas de construcción y operación del proyecto portuario debe dar el contratista y el concesionario a todo el personal vinculado. Estará relacionada con la separación de los residuos y los diferentes tipos de recipientes (bolsas, contenedores, canecas, cajas, entre otros) que serán utilizados con el fin de facilitar los procesos de reuso y reciclaje. Estos recipientes, según lo establece la Guía Técnica Colombiana GTC 24, son detallados en la ficha correspondiente del Plan de Manejo Ambiental que se presenta en el Numeral 7 de este informe.

Figura 2.3.16 Caja separadora CPI



Fuente: INCOPLAN, 2009

Para la etapa de construcción se establecerá un área dispuesta para disponer y clasificar los residuos sólidos domésticos e industriales que se generen en frentes de obra y campamentos, con una caseta temporal y aislada para evitar la producción de lixiviados. Su ubicación será definida por el Contratista de las obras de tal manera que facilite su evacuación.

Para la etapa de operación se contará con un operador portuario que se encargue de la recolección de los residuos depositados en los recipientes y de su transporte a una estación de transferencia localizada sobre el costado occidental del predio, muy cerca de la carretera que conduce a Barú, para facilitar su recolección final por la empresa recolectora que tiene a su cargo prestar el servicio en Pasacaballos.

2.3.6 Manejo de aguas oleosas y de sentinas y residuos sólidos de buques

El Anexo IV del Convenio MARPOL: establece las reglas para prevenir la contaminación del medio marino por la descarga de aguas sucias o aguas de sentina. Se prohíbe la descarga de aguas sucias en el mar a menos que se cumplan las siguientes condiciones: (i) Que el buque efectúe la descarga a una distancia superior a 4 millas marinas de la tierra más próxima si las aguas sucias han sido previamente desmenuzadas y desinfectadas mediante un sistema homologado por la Administración, o a distancia mayor de 12 millas marinas si no han sido previamente desmenuzadas ni desinfectadas. (ii) En cualquier caso, las aguas sucias que hayan estado almacenadas en los tanques de retención no se descargarán instantáneamente, sino a un régimen moderado, hallándose el buque en ruta navegando a velocidad no menor de 4 nudos.

El terminal portuario Puerto Bahía ofrecerá el servicio de manejo de estas aguas a través de un operador portuario que cuente con todos los permisos vigentes ante el MAVDT y el Ministerio de Minas y Energía. En Cartagena existen varios proveedores de este tipo de servicios, incluyendo el manejo de residuos sólidos de buques, y oportunamente se hará la selección de dicho proveedor del servicio.

2.3.7 Obras de ampliación del puerto

La ejecución de las obras de ampliación del puerto dependerá del comportamiento de la demanda de servicios portuarios, la cual, como se puede observar en el análisis de la demanda de carga que se presentó en el numeral 2.2.2, ofrece un panorama bastante optimista de cara al futuro. En este sentido, se han previsto una serie de obras y áreas para satisfacer estas demandas futuras, representadas básicamente en ampliación de los servicios de muelle con mayor longitud y, por supuesto, más puestos de atraque de embarcaciones y con mayores áreas de patios para almacenamiento de las mercancías (Figura 2.2.10, Figura 2.2.11, Plano 2-4).

2.3.7.1 Ampliación del terminal marítimo

Se prevé ampliar el muelle y construir un segundo viaducto para crear un par vial. De igual manera, se ampliará la zona de patios para contenedores. El patio para carga general suelta cuenta con suficiente área para las dos etapas de operación. Las ampliaciones previstas son las siguientes:

Terminal Marítimo	1a Etapa	2da Etapa
Muelle (m)	320	200
Viaducto (m)	197	200
Patio contenedores (m2)	43.842	31.700
Patio carga general (m2)	19.030	-

2.3.7.2 Ampliación del terminal fluvial

En este terminal se ampliará el muelle y los patios para contenedores y carga general suelta, así:

Terminal Fluvial	1a Etapa	2da Etapa
Muelle (m)	570	670
Patio contenedores (m2)	27.720	16.070
Patio carga general (m2)	9.800	11.700

2.3.7.3 Ampliación del terminal de hidrocarburos

Para este terminal se ha previsto un área total de 10 hectáreas, las cuales se irán desarrollando de acuerdo con la evolución de las condiciones del mercado.

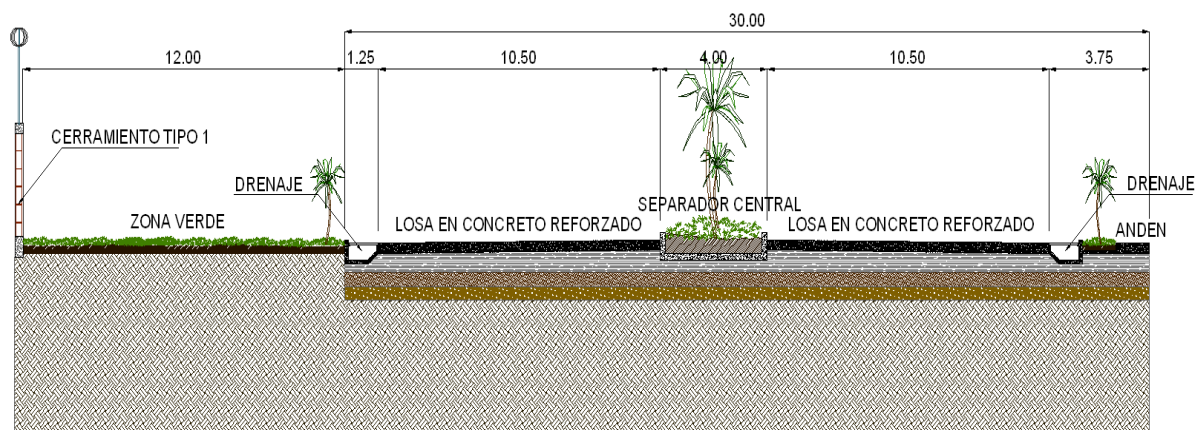
2.4 Descripción técnica de obras asociadas

Se incluye la descripción de algunas de las obras asociadas, con especial énfasis en la vía que interconectará los dos terminales. Dado que toda la carga que se moverá en el puerto entrará y saldrá por vía acuática, no se prevé la construcción de vías de acceso adecuadas para el paso de camiones. Actualmente se cuenta con el carreteable que conduce a Santa Ana y, en un futuro, con la vía proyectada a Barú, para el acceso de vehículos menores, que son suficientes para las necesidades de transporte en la operación del terminal.

2.4.1 Vía de interconexión

Entre el terminal marítimo y el fluvial se construirá una vía de interconexión de 30 metros de ancho con dos calzadas de tres carriles de 3,5 metros cada uno (Figura 2.4.1 y Plano 2-6.2), para un total de 10,5 metros de ancho para cada calzada. Su longitud es de unos 400 metros, con especificaciones adecuadas para el tráfico pesado que circulará entre los dos terminales.

Figura 2.4.1 Sección de la vía entre los dos terminales



Fuente: INCOPLAN, 2009

La vía cuenta con un separador central de 4,00 m de ancho el cual será empradizado y arborizado para el beneficio ambiental del puerto. En el costado sur de la vía se construirá un andén peatonal de 3,75 m de ancho, que incluye una cuneta para el drenaje de 1,25 m de ancho, zona verde arborizada de 1,25 m de ancho y una losa en concreto de 1,25 m de ancho por 0,10 m de altura. En el costado norte de la vía se coloca otra cuneta de 1,25 m de ancho. Esta cuneta colinda con una amplia zona verde de 12,00 metros de ancho que termina contra el cerramiento exterior del proyecto; esta zona verde conforma un corredor paralelo a la vía por donde está trazado el conjunto de tuberías de 42" para la conducción de los hidrocarburos desde el muelle marítimo hasta la zona de tanques del terminal fluvial.

La vía de interconexión está diseñada para el tráfico permanente de camiones con capacidad hasta de 50 toneladas y, eventualmente, para la circulación de los equipos propios de la operación del puerto, como son los Reach Stacker, Grúas RTGs, Grúas Móviles y Elevadores de vacíos.

El pavimento de la vía consistirá de una losa de concreto de 0,30 m de espesor, bajo la cual habrá una capa de 0,25 m en concreto compactado con rodillos, una material de base en material seleccionado de 0,40 m de espesor y una sub-base en material granular de 0,40 m. Las especificaciones de estos materiales serán las mismas de los materiales utilizados en los patios de almacenamiento del puerto.

2.4.2 Suministro de energía eléctrica

Por el lote de proyecto pasa una línea de transmisión a 13,2 Kv, que permite la conexión al poste más cercano. A partir de este punto se hará una canalización y se colocará un cable subterráneo de media tensión tipo xlpe 15 Kv hasta el acceso del complejo, en el cual se colocará una transferencia automática en media tensión para que en caso de falla en uno de los circuitos automáticamente se conecte al otro circuito.

A partir de la transferencia automática se construirá una acometida subterránea en media tensión hasta la primera subestación la cual estará localizada en el muelle marítimo. En este sitio se colocará un barraje de media tensión de donde se alimentarán dos transformadores. Uno de ellos será de 13.200/440 voltios para alimentar en forma subterránea el aire acondicionado de las edificaciones y el alumbrado de los patios, que se hará con mástiles de 30 metros de altura con reflectores de 1000 vatios de sodio, y el alumbrado del acceso, que se hará en postes de concreto con lámparas de sodio.

El otro transformador será de 13.200/220 voltios para alimentar en forma subterránea el alumbrado y tomas de las edificaciones. En esta subestación se colocará una planta eléctrica de acpm a 440 voltios para situaciones de emergencia, la cual tendrá la capacidad de suplir toda la carga en caso de una falla en el servicio de energía; tendrá un transformador de 440 a 220 para alimentar las cargas a 220.

Del primer barraje se construirá un ramal subterráneo en media tensión hasta el patio de hidrocarburos en donde se colocará otro barraje desde el cual se alimentará la segunda subestación eléctrica con un transformador para el alumbrado de este patio, el cual se hará en mástiles de 30 metros de altura con reflectores de 1000 vatios; se alimentará el sistema contra incendio, la casa de bombas y demás instalaciones. En este patio se colocará una planta de emergencia para alimentar las cargas en caso de una falla en el fluido eléctrico.

Desde el segundo barraje se construirá un ramal subterráneo hasta el tercer patio o patio marítimo, en el cual se colocará el tercer barraje elastomérico desde el cual se alimentará la tercera subestación con un transformador de 13.200/440 voltios, que alimentará el alumbrado público en mástiles de 30 o 40 metros, según las necesidades, con reflectores de 1000 w a 440 voltios. También alimentará el rack desde el cual se le dará energía a los contenedores refrigerados.

Habrà un transformador de 440 a 220 voltios para alimentar el taller de los RTGs, los baños, la central de comunicaciones y la cafetería de los operarios. Se instalará una planta eléctrica a 440 voltios con transferencia automática a 440 para suplir todas las necesidades en caso de falla en las redes del operador de energía. Del tercer barraje saldrá un ramal subterráneo hasta el muelle, en el cual se colocará un barraje elastomérico desde el cual se harán las derivaciones a las grúa pórtico.

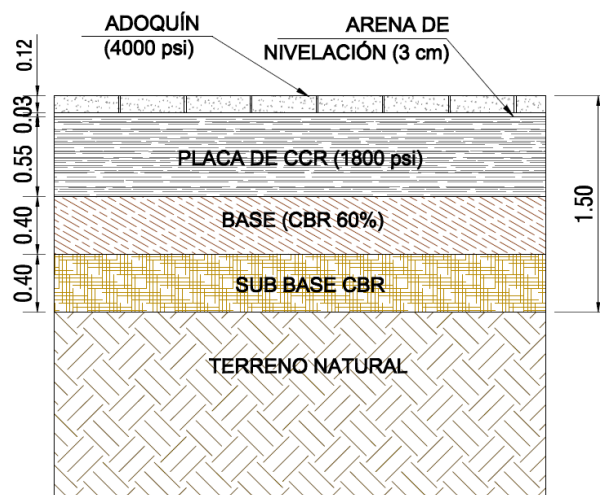
2.4.3 Pavimentación de patios

De acuerdo con las recomendaciones de geotecnia para el tráfico y actividades que se van a desarrollar en los patios, se requiere una estructura de pavimento bastante sólida (Figura 2.4.2), cuyo perfil consiste en una superficie adoquinada de 0,12 metros de espesor, colocada sobre una capa de nivelación de arena de 0,03 me-

tros de espesor, que a su vez estaría soportada por una placa de concreto CCR (concreto compactado con rodillo) de 0,55 metros de espesor como mínimo.

Recomiendan igualmente que la capa de concreto esté soportada por una capa de base de 0,4 metros de espesor, con un 3% de cemento añadido como mínimo. Esta capa, a su vez, estaría soportada en una subbase de 0,4 metros de espesor. La resistencia última a la compresión de los adoquines debe ser de 4.000 libras por pulgada cuadrada como mínimo.

Figura 2.4.2 Estructura del pavimento en adoquín



Fuente: INCOPLAN, 2009

2.4.4 Cerramiento

Habrà un cerramiento Tipo 1 para los linderos externos limitando el acceso al puerto por cualquier parte diferente a los muelles fluvial y marítimo y un cerramiento Tipo 2 para las divisiones internas del terminal y para las áreas que separan las zonas administrativas de las zonas operativas del puerto, o entre los patios de contenedores y de graneles líquidos (Plano 2-6.2).

2.4.4.1 Cerramiento Tipo 1

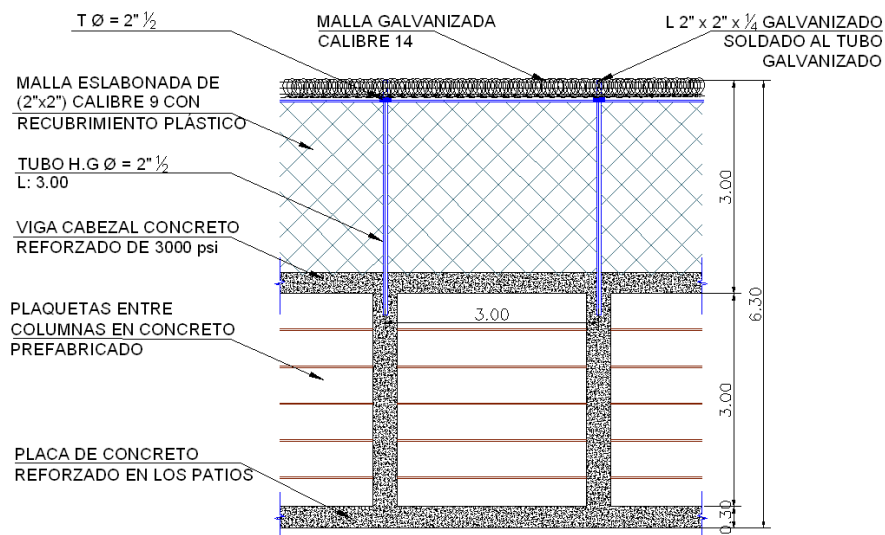
Este cerramiento tiene 6,30 m de altura y está conformado por un muro de 3,30 m de alto y una malla eslabonada superior de 3,00 m de alto (Figura 2.4.3). Consiste en columnas en concreto de 0,30 x 0,50 separadas cada 3,00 m, vigas de amarre superior con sección de 0,30x0,30 m. y prefabricados intermedios. Este pórtico sostiene una malla eslabonada que está soportada por tubos galvanizados de Ø2 1/2" que van en cada columna.

Como se aprecia en la figura, el cerramiento consta de columnas de concreto en forma de H, la cual permite la conexión con un losa prefabricada de 0.09 m de espesor y 0.5 m de ancho, que forman el muro entre las dos columnas. Las columnas se van amarrar con una vigas de sección de 0,3x0,3 m, que va a lo largo del cerramiento. En la parte superior del muro se coloca una malla eslabonada de 2"x2" calibre 9 con recubrimiento plástico, de 2,4 m de alto, soportada por tubos galvanizados de Ø2 1/2" cada 3,0 m, que en su parte superior van a tener soldado un ángulo de 2"x2"x1/4" que van a sustentar 8 líneas de alambre de púas galvanizado calibre 14.

2.4.4.2 Cerramiento Tipo 2

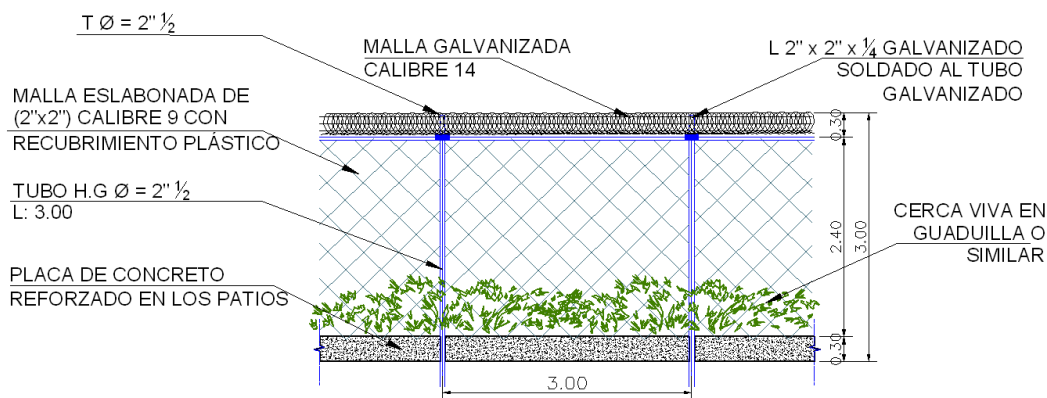
Este cerramiento (Figura 2.4.4), tiene 3,0 m de altura y permite visibilidad hacia el interior de la zona enmallada. Consiste de tubos galvanizados de 2 ½" de diámetro y 3,00 m de longitud, separados cada 3,00 m, malla eslabonada intermedia y concertina en la parte superior. Se colocará en contacto con la malla y sobre el piso, una ceca viva en guadilla o similar.

Figura 2.4.3 Cerramiento Tipo 1



Fuente: INCOPLAN, 2009

Figura 2.4.4 Cerramiento Tipo 2



Fuente: INCOPLAN, 2009

2.5 Etapa de operación

2.5.1 Operación en el terminal marítimo

El muelle estará en capacidad de recibir barcos portacontenedores barcos para hidrocarburos, crudos y sus derivados. Para el cálculo de la capacidad máxima de carga que puede recibir el muelle se tiene en cuenta además de las características del buque de diseño, el número de grúas pórtico que atenderán al barco, la velocidad con la que operen, así como la composición estimada de contenedores de 20 y de 40 pies de longitud.

De otra parte, el comercio internacional de productos líquidos de hidrocarburos requiere contar con capacidad de atraque de volúmenes desde 300,000 BLS (45,000 DWT). Estas embarcaciones atracarán en el terminal marítimo. La transferencia de productos se realiza en este caso mediante sistemas de mangueras o brazos de carga que deben disponerse adosados a las grúas pórtico; el tanquero se ubicará en posiciones específicas a lo largo de la plataforma, en donde se encontrarán ubicadas las tuberías y válvulas correspondientes para hacer las conexiones necesarias de la operación de descargue.

2.5.1.1 Capacidad de los componentes del terminal

Para el análisis de capacidad se determina que cada barco será atendido por dos grúas pórtico con una capacidad para realizar 25 movimientos por hora. Se estima que el 50% de contenedores es de 20 pies y el 50% de 40 pies. El barco de hidrocarburos será atendido con sistemas de bombeo que permiten una rata de cargue/descargue de aproximadamente 2.800 ton/hora.

De acuerdo con este análisis, el muelle marítimo en la Etapa 1 estará en capacidad de manejar un máximo de 2,68 millones de toneladas (unos 223.000 contenedores de 20 pies) en carga contenerizada y unas 940 mil toneladas en hidrocarburos al año (Tabla 2.5-1).

Tabla 2.5-1 Capacidad de carga del muelle en la Etapa 1

Tipo de embarcación	Movimientos/Atraque	Grúas STC por posición	Movimientos por grúa STC	Movimientos/Atraque-Hr	Rend cargue/descargue ton/hr	Horas de Manejo	Atraque/Desatraque	Total Horas de Atraque	% Distr. Ocupación/ embarcación	Ocupación de Muelle	Horas Atraque disponibles/ posición	Posiciones atraque disponibles	Barcos/Año	Movimientos/Año	Teus/Año	Ton/Año
PRIMERA ETAPA																
Post Panamax	444	2	25	50		8,9	2	10,9	90,5%	63,4%	3.649	1	335	148.937	223.406	
SUBTOTAL CONTENEDORES											3.649		335	148.937	223.406	2.680.869
Tanquero					2.800	14,3	2	16,3	9,5%	6,7%	383	1	24			940.800
CARGA PRIMERA ETAPA											4.032		694			3.621.669

Fuente: INCOPLAN, 2008

Los patios para contenedores se configuran en módulos que tendrán un número determinado de bahías que definen su longitud y cada bahía posee 6 contenedores de ancho por 6 contenedores de altura. Se han previsto 8 módulos, 4 de ellos con 24 bahías de longitud, 3 con 20 bahías de longitud y 1 módulo con 18 bahías de longitud (Tabla 2.5-2), que corresponden a un total de 1.044 slots de piso.

Tabla 2.5-2 Capacidad de almacenamiento en patios

Tipo de contenedor	%	TEUs	Tiempo de espera	Factor Pico	Días requeridos	Slots-Días requeridos	Slots requeridos	Toneladas
ETAPA 1	100%	169,200						2,030,400
Importación	42%	71,064	9	1.30	12	831,449	2,310	
Exportación	14%	23,688	6	1.30	8	184,766	513	
Vacios	27%	45,684	7	1.50	11	479,682	1,332	
Transbordos	17%	28,764	7	1.30	9	261,752	727	
Total de slots requeridos							4,882	
Altura promedio de apilamiento							4.68	
Slots de piso requeridos							1,044	

Fuente: INCOPLAN, 2008

Los contenedores de cada modulo serán manejados por un RTG de 6+1 de ancho por 6+1 de altura. La capacidad estimada de almacenamiento para los ocho módulos es de 169.200 TEUs por año, según los cálculos indicados a continuación. Parte de esta área se utilizará la colocación de contenedores vacíos. De igual manera, cerca de los contenedores vacíos de este patio, se dispondrá un área especializada para el manejo de carga peligrosa (contenedores IMO, ISOTK, OS, OW, RF); estará dotada de un sistema de drenaje independiente que conducirá las eventuales descargas o derrames a un pozo de recolección.

2.5.1.2 Equipos

Para el terminal marítimo se puede lograr un uso óptimo combinando equipos de diferentes tipos y se consigue un crecimiento ágil de la utilización, minimizando la necesidad de equipos de reserva. Por otra parte, el manejo de la carga dentro del terminal será realizado por operadores portuarios especializados, quienes deberán aportar los equipos necesarios para garantizar eficiencia operativa en el puerto. A continuación se presenta un resumen de los requerimientos de equipos para el terminal marítimo en su primera etapa (Tabla 2.5-3).

2.5.1.3 Cargue y descargue de carga general

Está previsto el uso de dos grúas pórtico (container gantry cranes) para el manejo de contenedores, con rendimientos de mayores de 25 TEU/hora. (Figura 2.5.1). Para la carga general suelta se contará con una grúa móvil que operará junto con las grúas de los buques. Se proyecta que el operador instale la grúa móvil y las dos grúas pórticos para el primer puesto de atraque, con la opción de instalar una tercera grúa si las condiciones del mercado lo exigen.

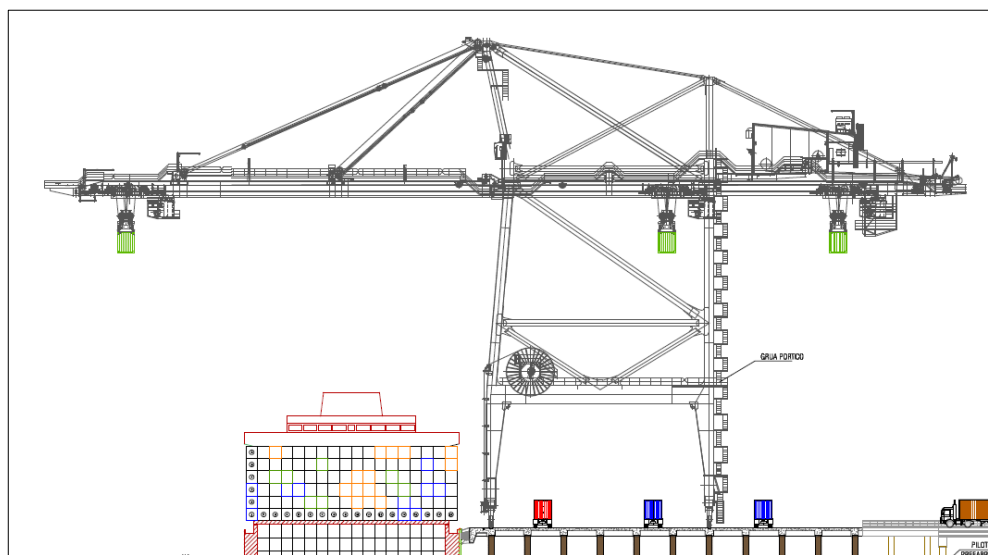
Tabla 2.5-3 Equipos requeridos en el terminal marítimo. Etapa 1

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
Grúas pórtico post-panamax	2
Grúas móviles	1
RTGs	8
Reach Stacker	1
Elevadores de vacíos	2
Cabezotes de camión	13
Plataformas de camión	18
Forklift 2,5 ton	2
Camionetas	2
Minibús personal directivo	1
Equipos de seguridad	1
Sistema de pesaje dinámico	1
Hardware Sistema Operacional del Puerto	1
Software Sistema Operacional del Puerto	1
Sistemas de Radio comunicación	1

Fuente: INCOPLAN, 2009

Para la segunda etapa, con la entrada en operación del segundo puesto de atraque, se prevé la instalación de otras dos grúas pórtico, lo cual requerirá también la incorporación de nuevas áreas para patios para contenedores y para carga general suelta.

Figura 2.5.1 Modelo de grúa pórtico para Puerto Bahía



Fuente: Construmedia Ltda., 2008

2.5.1.4 Cargue y descargue de graneles líquidos

En el muelle se instalarán brazos de carga que se conectarán a las cisternas de los tanqueros y, a su vez, estarán conectados a unas tomas en el borde del muelle que enviarán por una red de tuberías los productos hasta la zona de tanques de almacenamiento, que estarán ubicados en los patios del terminal fluvial.

2.5.1.5 Transporte entre muelle y patios

La distancia entre el muelle marítimo y patios está entre 300 y 500 metros; existe la flexibilidad, y esta es una de las ventajas de utilizar dos terminales, de que en caso de una congestión momentánea la carga se pueda trasladar directamente desde el terminal marítimo hasta los patios del terminal fluvial y viceversa. La distancia entre los patios es del orden de los 1.000 metros. Se utilizarán remolques diesel y quinta rueda para el transporte entre muelles y los patios multipropósito y para transferir carga suelta/contenedores entre la estación de (des)carga de camiones y el depósito. En promedio, se necesitan entre 4 y 6 equipos por cada grúa pórtico o grúa móvil, dependiendo de la distancia a recorrer. Los remolques diesel solamente se utilizarán para el transporte entre muelle y depósito.

2.5.1.6 Manejo en patio

Inicialmente se puede trabajar con montacargas en tanto se consolida el mercado de la carga y el tráfico de buques. En promedio se necesitan 3 montacargas por grúa, que pueden ser montacargas de alcance (reach stackers) o de horquilla (forklift trucks); ambos permiten un manejo rápido. Se recomiendan los de alcance porque manejan hasta 3 filas de contenedores y permiten alta densidad de apilamiento; aunque su costo inicial de inversión es más alto que los de horquilla, sus gastos operacionales son menores (UNCTAD). Luego será necesario instalar grúas para apilamiento tipo RTG (Rubber Tired Gantry cranes), para lograr una densidad mayor en la misma área (Figura 2.5.2 y Plano 2-5.2). Estas grúas manejan los contenedores en 6+1 filas de ancho y 6+1 alturas. En general se proyecta una RTG por cada arrume, es decir, por cada 100 -120 slots.

Figura 2.5.2 Modelo de RTG para Puerto Bahía



Fuente: INCOPLAN, 2008

2.5.1.7 Cargue y descargue de camiones

Los montacargas pueden inicialmente cargar y descargar los remolques del tráfico entre las terminales en las estaciones y, además, transportar los contenedores entre estas estaciones y los arrumes. Se puede contemplar que a los remolques se les permita entrar al terminal y aún a los arrumes, para reducir la necesidad de equipos en el terminal, pero en cuanto se consolide el tráfico de carga sólo llegarán hasta las estaciones de cargue/descargue.

2.5.2 Terminal fluvial para contenedores y carga general suelta

2.5.2.1 Equipos

Está previsto el uso de dos grúas móviles en la primera etapa para el manejo de contenedores y de la carga general suelta, con rendimientos de mayores de 12 movimientos en la hora. El traslado de las mercancías desde y hacia patios se realizará con plataformas propulsadas por cabezotes. En los patios se utilizarán equipos Reach Stacker, Forklift, elevadores de cajas vacías y RTGs.

Para la segunda etapa, con la entrada en operación del segundo puesto de atraque, se prevé la instalación de otras dos grúas móviles, lo cual requerirá también la incorporación de nuevas áreas para patios para contenedores y para carga general suelta. El total de equipos requeridos se presenta en la Tabla 2.5-4.

Tabla 2.5-4 Equipos requeridos en el terminal fluvial de carga general

DESCRIPCIÓN	CANT
Grúas móviles	4
RTGs	8
Reach Stacker	1
Elevadores de vacíos	2
Cabezotes de camión	20
Plataformas de camión	30
Forklift 2.5 ton	1
Camionetas	1
Equipos de seguridad	1
Sistema de pesaje dinámico	1
Hardware Sistema Operacional del Puerto	1
Software Sistema Operacional del Puerto	1
Sistemas de Radio comunicación	1

Fuente: INCOPLAN, 2009

2.5.2.2 Infraestructura básica

El muelle fluvial está programado para recibir convoyes portacontenedores y de hidrocarburos principalmente. Para el cálculo de la capacidad máxima de carga que puede recibir el muelle se tiene en cuenta, además de las características del convoy de diseño, el número de grúas que atenderán al barco, la velocidad con la que operan, así como la composición estimada de contenedores de 20 y de 40 pies de longitud.

Para el análisis se determina que cada convoy será atendido por dos grúas móviles con una capacidad para realizar 12 movimientos por hora (Tabla 2.5-5). Se estima que el 50% de contenedores es de 20 pies y el 50% de 40 pies. Las embarcaciones con hidrocarburos serán atendidas con una rata de cargue/descargue de 2.800

ton/hora. El porcentaje estimado de utilización máxima del muelle es del 75%. De acuerdo con el cuadro anterior, en esta primera etapa el muelle fluvial estará en capacidad de manejar un máximo de 2,73 millones de toneladas (228.000 TEUs) en carga contenerizada y unas 960 mil toneladas en hidrocarburos al año.

- **Patios de contenedores del terminal fluvial**

El patio tiene un área de 35.640 m² con diseños específicos adecuados de los apilamientos de contenedores y debidamente señalizados para permitir el desplazamiento de las grúas de patios y la circulación de los vehículos que transportan la carga desde y hacia el muelle. Los patios de contenedores se configuran en módulos. Para la primera etapa se plantea un total de 6 módulos y 4 módulos adicionales para la segunda etapa. Cada módulo tiene una configuración de 20 bahías de longitud por 6 contenedores de ancho, para un total de 120 slots por módulo. Los contenedores de cada módulo serán manejados por un RTG de 6+1 de ancho por 6+1 de altura, que corresponden a un total de 960 slots de piso (Tabla 2.5-6).

Tabla 2.5-5 Capacidad de carga del muelle fluvial

Tipo de embarcación	Movimientos/Atraque	Grúas STC por posición	movimientos por grúas STC	Movimientos/Atraque-Hr	Rend cargue/descargue ton/hr	Horas de Manejo	Atraque/Desatraque	Total Horas de Atraque	% Distr. Ocupación/ embarcación	Ocupación de Muelle	Horas Atraque disponibles/posición	Posiciones de atraque disponibles	Barcos/Año	Movimientos/Año	Teus/Año	Ton/Año
Tipo de Convoy																
Fluvial 1	205	2	12	24		8,5	2	10,5	100%	75,0%	4.320	1	410	83.994	125.991	
Fluvial 2	205	2	12	24		8,5	2	10,5	80,9%	60,7%	3.495	1	332	67.951	101.927	
SUBTOTAL CONTENEDORES											7.815		742	151.945	227.918	2.735.010
Combustibles					2.800	2,1	3	5,1	19,1%	14,3%	825	1	160			962.640
TOTAL CARGA									100%	75,0%	8.640		902			3.697.650

Fuente: INCOPLAN, 2009

Tabla 2.5-6 Capacidad del patio de contenedores en el terminal fluvial

Tipo de contenedor	%	TEUs	Tiempo de espera	Factor Pico	Días requeridos	Slots-Días requeridos	Slots requeridos
8 Módulos	100%	221.600					
Importación	46%	101.936	9	1,30	12	1.192.651	3.313
Exportación	18%	39.888	6	1,30	8	311.126	864
Vacios	36%	79.776	2	1,30	3	207.418	576
Total de slots requeridos							4.753
Altura promedio de apilamiento							4,95
Slots de piso requeridos							960

Fuente: INCOPLAN, 2009

2.5.3 Terminal para granel líquido

2.5.3.1 Sistema operativo del terminal para granel líquido

Como ya se mencionó, desde este terminal se proyecta atender operaciones de comercio exterior de hidrocarburos, crudos y sus derivados. El terminal incluye componentes ubicados tanto en el terminal marítimo como en el fluvial y unas instalaciones de tierra en el patio de hidrocarburos. En el terminal marítimo, se instalarán sistemas de mangueras o brazos de carga, que se conectarán a las cisternas de los tanqueros y a unas tomas de manejo simple en el borde del muelle. De estas tomas parte una red de tuberías que conducirá los productos hasta la zona de tanques de almacenamiento ubicados en los patios del terminal fluvial. Los componentes son:

- Dos terminales, uno en el muelle marítimo y otro en el fluvial
- Un patio de tanques de aprox. 10 Has para tanques de hidrocarburos, crudos y sus derivados, casa de bombas, edificios administrativos, de operaciones, bodega, laboratorio, área de mantenimiento, etc.

El patio de tanques recibirá y despachará hacia ambos terminales, el marítimo y el fluvial. Se estima una capacidad general de almacenamiento a largo plazo de 1 a 1,3 MMBLS de acuerdo con el número de productos a almacenar junto con los tamaños de tanques asociados a la operación del terminal.

2.5.3.2 Esquema de carga / descarga

- **En el terminal marítimo**

El comercio internacional de productos líquidos de hidrocarburos requiere contar con capacidad de atraque de volúmenes desde 150.000 BLS (22.000 DWT). Estas embarcaciones atracarán en el terminal marítimo. La transferencia de productos se realiza en este caso mediante brazos de carga o sistemas de mangueras que deben disponerse en la ubicación apropiada en el puesto de carga que se compartirá entre los usuarios de Puerto Bahía y el terminal de líquidos.

Para las etapas siguientes, en las que se construirán puestos adicionales multipropósito, el diseño de las instalaciones de transferencia y los protocolos operacionales serán tales que garanticen la seguridad del personal, embarcación y terminal frente al manejo de productos volátiles. Para estas fases, se estudiará la necesidad de sistemas de carga adicionales en otros puestos para cargar / descargar líquidos. La Figura 2.5.3 muestra una disposición típica de brazos de carga de líquidos.

La duración de la operación de carga / descarga para volúmenes de 300,000 BLS puede ser de unas 7,5 horas a tasas de descarga de 40,000 BPH. El patio de tanques estará a 1,0 km de distancia del muelle. Para cargar / descargar líquidos se dispondrá de una línea entre el patio de tanques y el puesto de carga de 42". Esta línea fluirá en ambos sentidos de acuerdo a que se trate de operaciones de carga o descarga.

- **En el terminal fluvial**

La capacidad de despacho y/o recepción de productos se realizará en convoyes típicos con capacidad máxima por convoy de hasta 30,000 BLS. Las operaciones de carga / descarga se realizarían a través de una línea de 16" para circular hasta 5,000 BPH. El puesto de carga del terminal fluvial está a unos 400 m de distancia del patio de tanques. De acuerdo a la tasa de ocupación del muelle fluvial y al tipo de flota que se utilice (sea dedicada o no) se pueden establecer un esquema de carga en paralelo (todas las barcasas en simultáneo) para el convoy logrando duraciones de carga tan bajas como 6 HRS. Sin embargo, esta opción debe considerar el costo y la complejidad de cargar en paralelo el convoy. La Figura 2.5.4 muestra un brazo de carga para barcasas o embarcaciones menores.

Figura 2.5.3 Disposición típica de brazos de carga



Fuente: Pacific Rubiales, 2009

Figura 2.5.4 Brazo de carga típico para barcazas



Fuente: Pacific Rubiales, 2009

2.5.4 Manejo de carga peligrosa

Aunque en principio no se ha contemplado la opción de manejar carga peligrosa, tal como lo define el Código Marítimo Internacional de Mercancías Peligrosas (IMDG, por sus siglas en inglés), se ha previsto la construcción de una bodega cubierta de 900 m² en la zona de manejo de carga general suelta del terminal fluvial, con el equipamiento que para estos casos exige el IMDG. Esta ubicación es estratégica puesto que está ubicada sobre la vía principal de interconexión entre los dos terminales y a menos de 100 metros de distancia del muelle fluvial.

El IMDG establece las disposiciones obligatorias que rigen el transporte de este tipo de mercancías en bultos o en forma sólida a granel. Los tipos de bultos a que hace referencia el IMDG son los denominados “Embalajes/Envases” como bidones, toneles de madera, jerricanes, cajas, sacos y compuestos. Para la carga a granel son los “Recipientes Intermedios para Graneles” (RIG) del tipo metálico, flexible, plástico rígido, cartón, madera y compuestos. Las medidas de manejo están señaladas en la Ficha MAO-MC-2 del Capítulo 7. Plan de Manejo Ambiental, de este informe.

2.5.5 Consolidación y desconsolidación de contenedores

Esta operación que se realiza en la estación de consolidación y desconsolidación (CFU por sus siglas en inglés), consiste en envasar en un contenedor carga general suelta que ha llegado al terminal desde diferentes punto de origen del territorio nacional y que tienen un punto de destino común, o al contrario, extraer de un contenedor que ha llegado al terminal la carga que tiene diferentes destinos en el país.

Se han dispuesto dos estaciones CFU: una en el terminal marítimo que consta de una bodega cubierta de 1.440 m² junto a las bodegas para carga general suelta, con capacidad para atender 20 contenedores de manera simultánea y otra en el terminal fluvial con una bodega de 800 m² junto al patio de contenedores, con capacidad de atender de atender 10 contenedores a la vez. Ambas estaciones cuentan con suficiente espacio para el parqueo y maniobra de los vehículos que transportan la carga.

2.5.6 Inspección de la carga

La inspección de la carga son actividades que por ley realizan diferentes entidades del Estado, como la DIAN, INVIMA, ICA, etc., y para lo cual se ha dispuesto una bodega de 2.280 m² en el terminal marítimo, con capacidad para atender de manera simultánea la carga de 16 camiones, y una bodega de 1.140 m² en el terminal fluvial con capacidad de atención de 8 camiones.

2.5.7 Estructuras de defensa costera

En el frente a la bahía del terminal marítimo no se han observado procesos erosivos; por el contrario, debido al transporte litoral de los sedimentos que arroja la pluma del canal del Dique la situación esperable es la de acreción del frente de playa y, por lo tanto, no se han previsto estructuras para la protección costera. De otra parte, en el frente de la vía se construirá una vía que bordea el patio de contenedores. Habrá una franja de terreno natural entre la vía y la línea de costa con un ancho variable entre 1,0 y 25,0 metros. Dado que la rasante de la vía estará a una cota de 2,0 msnm se ha dispuesto la construcción de un talud 1H:2V revestido en empedrado para evitar la erosión del relleno para la vía y los patios.

En relación con el terminal fluvial sobre el canal del Dique, se construirá sobre el frente de atraque del muelle un sistema de tablestacado metálico empotrado en el fondo y amarrado a un sistema de anclaje posterior con tirantes de acero de alta resistencia. Las especificaciones técnicas y el detalle constructivo se presentan en el numeral 2.3.2.1 de este informe.

2.5.8 Etapa de desmantelamiento y abandono

En este EIA se han considerado dos instancias de abandono y desmantelamiento:

- De las instalaciones temporales al término de la construcción
- De las instalaciones portuarias al término del plazo de concesión

2.5.8.1 Desmantelamiento y abandono de instalaciones temporales

Al término de las actividades de construcción del emplazamiento portuario serán retirados del área todas las obras de infraestructura o redes de servicio utilizadas, a excepción del suelo cemento y pisos de las áreas que hayan sido recubiertas, para su utilización posterior como base o subbase de la estructura del pavimento que se ha diseñado para los patios de los terminales. Para las áreas no previstas para patios se realizarán procedimientos de revegetalización y empradización establecidos en la Ficha AB-1 del Capítulo 10. Abandono y Restauración Final. Los contenedores de campamentos y los sitios de acopio temporal serán desmontados como se indica en la ficha enunciada. Las unidades sanitarias portátiles serán retiradas y transportadas según los procedimientos establecidos por el proveedor del Contratista.

2.5.8.2 Desmantelamiento y abandono de las instalaciones portuarias

Esta situación reviste mucha complejidad por varias razones. En primer lugar porque el plazo del contrato de la concesión es de 20 años, aunque puede suceder un proceso de reversión iniciado por alguna de las partes, Estado o Concesionario, antes de ese plazo. Lo que habitualmente sucede es que el Estado prorroga el plazo de la concesión condicionando al Concesionario a efectuar inversiones en mejoramiento de equipos e instalaciones, de manera que se fortalezca la actividad portuaria del país.

En segundo lugar, de acuerdo con la normatividad vigente, las obras que sean construidas por el Concesionario en las zonas de espacio público terrestre (franja de los 50 metros de ancho a partir de la línea de máxima marea) y en la zona marina (en este caso los viaductos, el muelle de servicios y el muelle principal) pasan a ser propiedad de la Nación mediante el proceso de reversión de la concesión.

En este orden de ideas, no tiene sentido un proceso de desmantelamiento y abandono de las instalaciones portuarias, ya que el Concesionario no puede actuar sobre los elementos construidos en la zona concesionada porque son propiedad de la Nación; los demás elementos construidos de las instalaciones portuarias seguirían en propiedad privada y su propietario puede desmantelar o no, siempre que no resulten afectadas las condiciones ambientales del área. También se debe considerar que para el horizonte de la concesión, las inversiones en infraestructura portuaria ubicada en la parte terrestre privada de los predios pueden haber superado los US\$100 millones. La sola estructura del pavimento en concreto tiene cerca de 1,0 metro de espesor; y levantarla para reconfigurar el terreno y el modelado natural de la superficie en más de 30 hectáreas de patios, y luego disponer ese material de escombros, puede acarrear problemas ambientales probablemente más serios que los que se puedan estar solucionando con la medida de desmantelamiento.

También podría ocurrir que el Gobierno, para conseguir un nuevo concesionario, saque a oferta oficiosa (licitación pública) las instalaciones portuarias de la zona marina y de espacio público terrestre obtenidas mediante la reversión; en este caso, para que el nuevo concesionario pueda disponer de las instalaciones portuarias de la zona terrestre adyacente podría negociar su tenencia con los propietarios, o solicitar al Gobierno la expropiación administrativa.

2.6 Organización del proyecto

2.6.1 Demanda de personal

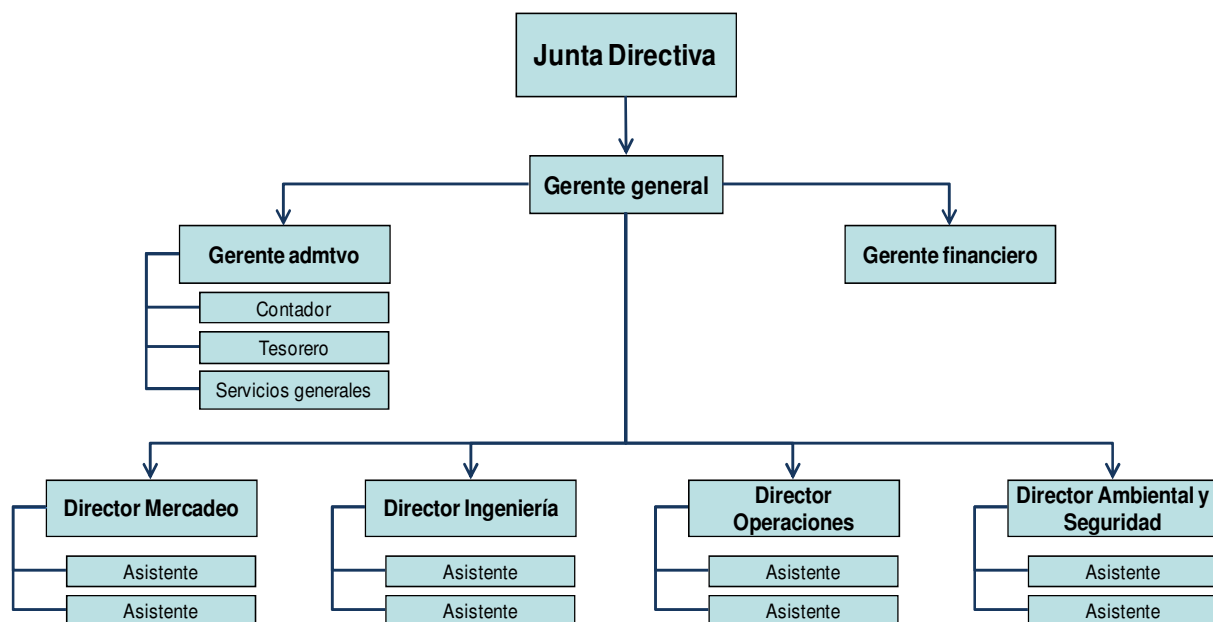
Las necesidades de personal en el puerto en sus etapas de construcción y operación son las siguientes, considerando que por cada empleo directo se generen 5 empleos indirectos:

- Etapa de construcción (20 meses):
Empleos directos 200
Empleos indirectos 1.000
- Etapa de operación:
Empleos directos 50
Empleos indirectos 200

El número de empleos directos durante la construcción será variable en función del número y tipo de actividad que se esté llevando a cabo; se prevé que se iniciará con unos 100 empleados, llegando a un máximo de 200 hacia la mitad del plazo de construcción; luego decrecerá paulatinamente hasta cuando se entregue la totalidad de las obras del puerto.

El cuadro directivo del puerto estará dirigido por un Gerente General que depende de la Junta Directiva y apoyado por un gerente financiero y uno administrativo y 4 Directores con su personal de soporte (Figura 2.6.1). Los Operadores portuarios trabajarán con su propio personal cuyo número dependerá del volumen y tipo de operación requerida.

Figura 2.6.1 Organización administrativa



Fuente: INCOPLAN, 2009

2.6.2 Cronograma

Se ha previsto un tiempo de 18 meses para la construcción de las obras correspondientes a la primera etapa (Figura 2.6.2). Se han incluido los tiempos previstos para el diseño definitivo de las obras, para la preparación de pliegos licitatorios de la construcción de las obras y para la licitación misma. También se incluyeron los tiempos para la compra e instalación de los equipos de control de operaciones, así como la selección y contratación de los operadores portuarios.

Figura 2.6.2 Cronograma de actividades

	Años	2008		2009				2010				2011				2012			
		3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1 Tramitación																			
Solicitud de concesión																			
Licencia Ambiental																			
Firma de concesión																			
2 Estudios previos																			
Anteproyecto para concesión																			
Investigación de campo																			
Estudio de diseño																			
Licitaciones																			
3 Construcción																			
Instalación, provisionales																			
Viaducto sobre pilotes																			
Muelle en placa sobre pilotes																			
Explanación y relleno de patios																			
Patios en adoquín																			
Vías, urbanismo																			
Instalaciones eléctricas, sanitarias																			
Edificios, portería y cerramiento																			
4 Dotación																			
Compra e Instalación equipos																			
Contratación operadores portuarios																			
5 Operación																			
Puesta en marcha puerto																			

Fuente: INCOPLAN, 2009

2.7 Presupuesto

En el presupuesto se ha incluido solamente el costo de las obras civiles de las instalaciones. El costo de los equipos para el manejo de la carga buque a muelle, de muelle a patios, de patios a zonas de inspección y para el transporte de la carga entre las terminales será asumido por los operadores portuarios que se designen para estos propósitos. En la Tabla 2.7-1 se presenta el presupuesto de la primera etapa para los dos terminales.

Tabla 2.7-1 Presupuesto de la primera etapa

PROYECTO PUERTO BAHÍA
PRESUPUESTO DETALLADO MUELLE MARÍTIMO

	ID	DESCRIPCION	UNID	CANT	VLR. UNIT(C.D.) pesos	VLR. UNITARIO US \$	VLR. ITEM US \$	VLR CAPITULO US \$
1. CANAL DE ACCESO/ ZONA DE MANIOBRAS								84.000
	1,1	Boyas en fibra de vidrio	un	6	28.000.000	14.000,00	84.000	
2. MUELLE			m2	16.500				18.710.108
	2,1	Suministro e instalación de Defensas	und	27	58.000.000	29.000,00	783.000	
	2,2	Suministro e instalción de Bitas	und	27	8.500.000	4.250,00	114.750	
	2,3	Rieles para grúa pórtico	ml	600	2.250.000	1.125,00	675.000	
	2,4	Fabricación pilotes en concreto	ml	24.534	520.000	260,00	6.378.736	
	2,5	Hinca pilotes en conncreto	ml	24.534	260.000	130,00	3.189.368	
	2,6	Losa en concreto h=0.40 m	m3	6.600,0	680.000,0	340,00	2.244.000	
	2,7	Vigas en concreto	m3	5.056,5	820.000,0	410,00	2.073.170	
	2,8	Voladizo en concreto	m3	300,0	640.000,0	320,00	96.000	
	2,9	Canales inferiores en concreto para ductos eléctricos e hidráulicos	m3	465,0	780.000,0	390,00	181.350	
	2,10	Hierro de refuerzo	ton	2.235,9	2.600.000,0	1.300,00	2.906.634	
	2,11	Tapas metálicas de cajas electricas e hidráulicas	und	19	600.000	300,00	5.700	
	2,12	Juntas de dilatacion	ml	320	390.000	195,00	62.400	
3. VIADUCTOS DE ACCESO A LA PLATAFORMA			m2	4.170				2.423.334
	3,1	Barandas metálicas	ml	417	150.000	75,00	31.275	
	3,2	Fabricación pilotes en concreto	ml	1.980	520.000	260,00	514.800	
	3,3	Hinca pilotes en conncreto	ml	1.980	260.000	130,00	257.400	
	3,4	Losa en concreto h=0.30m	m3	1.251	680.000	340,00	425.340	
	3,5	Vigas long prefabricadas en concreto	m3	751	750.000	375,00	281.475	
	3,6	Vigas cabezales transv en concreto, otros	m3	571	680.000	340,00	194.269	
	3,7	Hierro de refuerzo	ton	514,6	2.600.000,0	1.300,00	668.975	
	3,8	Juntas de dilatacion	ml	240,00	390.000,00	195,00	46.800	
	3,9	Neoprenos	un	60,00	100.000,00	50,00	3.000	
4. OBRAS ADECUACIÓN DE TERRENOS Y PATIOS								3.316.000
	4,1	Talud revestido con enrocado / colchacretos	m2	700	60.000	30,00	21.000	
	4,2	Explanación y relleno de los patios	m3	110.000	6.500	3,25	357.500	
	4,3	Pavimento adoquines	m2	25.000	85.000	42,50	1.062.500	
	4,4	Base cemento CCP	m2	25.000	100.000	50,00	1.250.000	
	4,5	Sub-base para pavimento	m2	25.000	50.000	25,00	625.000	
5. VIA VEHICULAR DE INTERCONEXIÓN			0					487.650
	5,1	Explanación	gl	1	160.000.000	80.000,00	80.000	
	5,2	Rellenos	gl	1	80.000.000	40.000,00	40.000	
	5,3	Urbanismo	gl	1	250.000.000	125.000,00	125.000	
	5,4	Pavimento en concreto asfáltico	gl	1	114.000.000	57.000,00	57.000	
	5,5	Estructuras de concreto	gl	1	120.000.000	60.000,00	60.000	
	5,6	Drenajes y filtros	gl	1	14.300.000	7.150,00	7.150	
	5,7	Señalización y demarcación vial	gl	1	67.000.000	33.500,00	33.500	
	5,8	Obra civil Sistema de Pesaje Dinámico	un	2	85.000.000	42.500,00	85.000	
SUBTOTAL COSTOS DIRECTOS								25.021.092
COSTOS INDIRECTOS					(AIU = 20%)			5.004.218
TOTAL COSTOS DE INVERSION OBRAS PORTUARIAS								30.025.310

Fuente: INCOPLAN, 2009

PROYECTO BAHÍA
PRESUPUESTO DETALLADO MUELLE FLUVIAL

ID	DESCRIPCION	UNID	CANT	VLR. UNIT(C.D.) pesos	VLR. UNITARIO US \$	VLR. ITEM US \$	VLR. CAPITULO US \$
1. CANAL DE ACCESO/ ZONA DE MANIOBRAS							1.109.272
1.1	Boyas de señalización	un	6	75.000.000	40.760,87	244.565	
1.2	Dragado	m3	86.471	18.400	10,00	864.706	
2. MUELLE							14.068.478
2.1	Suministro e instalación de Defensas	und	127	18.000.000	9.782,61	1.242.391	
2.2	Suministro e instalación de Bitas	und	64	9.400.000	5.108,70	326.957	
2.3	Suministro Tablestacas metálicas	ton	954	4.500.000	2.445,65	2.333.152	
2.4	Hinca tablestacas metálicas	ml	10.600	70.000	38,04	403.261	
2.5	Colocación de tirantes	ml	6.625	80.000	43,48	288.043	
2.6	Viga de reacción	m3	1.250	900.000	489,13	611.413	
2.7	Pilotes de reacción	ml	2.120	700.000	380,43	806.522	
2.8	Losa en concreto h=0.40 m	m3	10.000,0	750.000	407,61	4.076.087	
2.9	Vigas en concreto	m3	1.250,0	900.000	489,13	611.413	
2.10	Canales inferiores en concreto para ductos eléctricos e hidráulicos	m3	655,0	900.000	489,13	320.380	
2.11	Hierro de refuerzo	ton	1.973,3	2.800.000	1.521,74	3.002.772	
2.12	Tapas metálicas de cajas electricas e hidráulicas	und	64	800.000	434,78	27.826	
2.13	Junta de dilatacion	ml	80	420.000	228,26	18.261	
3. PATIOS							19.798.127
3.1	Descapote, alistamiento	m2	152.570	8.000	4,35	663.348	
3.2	Explanación y relleno de los patios	m3	152.570	8.000	4,35	663.348	
3.3	Pavimento adoquines	m2	114.428	80.000	43,48	4.975.109	
3.4	Otros pavimentos	m2	34.916	190.000	103,26	3.605.405	
3.5	Base cemento CCR 0,55m	m2	122.056	89.400	48,59	5.930.330	
3.6	Base para pavimento 0,40m	m2	149.343	26.000	14,13	2.110.282	
3.7	Sub-base para pavimento 0,40m	m2	149.343	20.000	10,87	1.623.293	
3.8	Estructura metálica galvanizada para reefer	kg	33.150	9.000	4,89	162.147	
3.9	Zonas verdes	m2	3.227	45.000	24,46	78.921	
3.10	Cerramiento de los patios	ml	1.838	650.000	353,26	649.293	
4. EDIFICACIONES AREA ADMINISTRATIVA							3.403.875
4.1	Bodega de consolidación	m2	863	780.000	423,91	365.837	
4.2	Bodega de inspección	m2	1.163	780.000	423,91	493.011	
4.3	Bodega carga general	m2	1.800	780.000	423,91	763.043	
4.3a	Bodega de basuras	m2	450	780.000	423,91	190.761	
4.4	Taller	m2	352	700.000	380,43	133.913	
4.5	Almacén	m2	391	750.000	407,61	159.375	
4.6	Bomberos	m2	340	820.000	445,65	151.522	
4.7	Administración	m2	1.832	950.000	516,30	945.870	
4.8	Portal de Entrada	m2	450	820.000	445,65	200.543	
5. VIA VEHICULAR DE INTERCONEXIÓN							2.036.963
5.1	Descapote, alistamiento	m2	16.670	8.000	4,35	72.478	
5.2	Explanación y rellenos	m2	16.670	8.000	4,35	72.478	
5.3	Pavimento en concreto	m2	11.920	150.000	81,52	971.739	
5.4	Base cemento CCR 0,45m	m2	11.920	78.600	42,72	509.191	
5.5	Base para pavimento 0,40m	m2	11.920	26.000	14,13	168.435	
5.6	Sub-base para pavimento 0,40m	m2	11.920	20.000	10,87	129.565	
5.7	Drenajes y filtros	gl	1	14.300.000	7.771,74	7.772	
5.8	Señalización y demarcación vial	gl	1	10.000.000	5.434,78	5.435	
5.9	Obra civil Sistema de Pesaje Dinámico	un	2	800.000	434,78	870	
5.10	Cerramiento	ml	759	240.000	130,43	99.000	
6. SISTEMA ELÉCTRICO							713.315
6.1	Acometida en media tensión	gl	1	334.500.000	181.793,48	181.793	
6.2	Alumbrado interior	gl	1	254.000.000	138.043,48	138.043	
6.3	Acometidas	gl	1	209.000.000	113.586,96	113.587	
6.4	Subestaciones	gl	1	340.000.000	184.782,61	184.783	
6.5	Instalaciones interiores	gl	1	175.000.000	95.108,70	95.109	
7. SISTEMA HIDRAULICO ALCANTARILLADO - DRENAJES							751.359
7.1	Red acometida principal	un	1	395.000.000	214.673,91	214.674	
7.2	Red Sanitaria	un	1	125.000.000	67.934,78	67.935	
7.3	Red Acueducto Edificios	un	1	55.000.000	29.891,30	29.891	
7.4	Drenaje Superficial	un	1	540.000.000	293.478,26	293.478	
7.5	Planta Tratamiento Aguas Residuales	un	2	75.000.000	40.760,87	81.522	
7.6	Tanque Almacenamiento de Agua	un	1	117.500.000	63.858,70	63.859	
8. SISTEMA DE COMUNICACIONES							344.973
8.1	Salidas Edificios	gl	1	42.500.000	23.097,83	23.098	
8.2	Bandejas Tipo Escalera Galvanizada	gl	1	10.500.000	5.706,52	5.707	
8.3	Tablero CDA y Transformador 40 KVA	gl	1	6.000.000	3.260,87	3.261	
8.4	UPS	gl	1	77.500.000	42.119,57	42.120	
8.5	Canalizaciones	gl	1	210.000.000	114.130,43	114.130	
8.6	Cableado Telefonico	gl	1	90.000.000	48.913,04	48.913	
8.7	Fibra Optica	gl	1	65.000.000	35.326,09	35.326	
8.8	Cableado Estructurado	gl	1	77.500.000	42.119,57	42.120	
8.9	Sistema de Sonido	gl	1	17.750.000	9.646,74	9.647	
8.10	Equipo Telefonico Y Telefonos	gl	1	38.000.000	20.652,17	20.652	
9. SEÑALIZACIÓN, URBANISMO, AMOBLAMIENTO							544.565
9.1	Señalización general	gl	1	52.000.000	28.260,87	28.261	
9.2	Urbanismo	gl	1	350.000.000	190.217,39	190.217	
9.3	Amoblamiento	gl	1	600.000.000	326.086,96	326.087	
TOTAL							42.770.927

Tabla de Contenido

2	DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO	2.1-2
2.1	Localización	2.1-2
2.2	Características técnicas de las actividades de construcción	2.2-5
2.2.1	Estudios previos	2.2-5
2.2.2	Análisis de cargas	2.2-7
2.2.3	Estrategia de desarrollo del proyecto portuario	2.2-13
2.2.4	Distancia a áreas protegidas	2.2-18
2.2.5	Materiales de construcción	2.2-21
2.2.6	Zonas de excavación	2.2-23
2.3	Facilidades portuarias	2.3-24
2.3.1	Terminal marítimo	2.3-24
2.3.2	Terminal fluvial	2.3-30
2.3.3	Terminal para granel líquido	2.3-34
2.3.4	Señalización y sistemas de ayuda a navegación	2.3-37
2.3.5	Sistema de saneamiento	2.3-37
2.3.6	Manejo de aguas oleosas y de sentinas y residuos sólidos de buques	2.3-41
2.3.7	Obras de ampliación del puerto	2.3-41
2.4	Descripción técnica de obras asociadas	2.4-42
2.4.1	Vía de interconexión	2.4-42
2.4.2	Suministro de energía eléctrica	2.4-43
2.4.3	Pavimentación de patios	2.4-43
2.4.4	Cerramiento	2.4-44
2.5	Etapas de operación	2.5-46
2.5.1	Operación en el terminal marítimo	2.5-46
2.5.2	Terminal fluvial para contenedores y carga general suelta	2.5-50
2.5.3	Terminal para granel líquido	2.5-52
2.5.4	Manejo de carga peligrosa	2.5-54
2.5.5	Consolidación y desconsolidación de contenedores	2.5-54
2.5.6	Inspección de la carga	2.5-54
2.5.7	Estructuras de defensa costera	2.5-54
2.5.8	Etapas de desmantelamiento y abandono	2.5-55
2.6	Organización del proyecto	2.6-56
2.6.1	Demanda de personal	2.6-56
2.6.2	Cronograma	2.6-57
2.7	Presupuesto	2.7-57