

SOCIEDAD PORTUARIA BRISA S.A.

Brisa S.A

PLAN MAESTRO PORTUARIO

2004 - 2006

JUNIO 2004

INDICE

1. CARACTERIZACIÓN DEL PUERTO
 - 1.1. Individualización del Peticionario
 - 1.2. Ubicación Geográfica
 - 1.3. Tipo de Puerto y Cargas que transfiere

2. VISIÓN GENERAL DE LA EVOLUCIÓN PREVISTA
 - 2.1. Idea General del Puerto Futuro
 - 2.2. Tipo de Evolución Esperada
 - 2.3. Planes de Desarrollo Exógeno
 - a) Las Políticas Nacionales, Regionales y Locales
 - b) Los Planes de Desarrollo Regionales y Comunales
 - c) Los Planes de Desarrollo de las vías de comunicación terrestres
 - d) Las líneas de comunicaciones marítimas y otros puertos cercanos
 - e) Los centros productivos y/o consumidores que serán usuarios del puerto
 - f) Los agentes sociales, económicos o políticos que intervienen en la gestión portuaria
 - g) Otros factores

3. MERCADO PREVISTO
 - 3.1. Demanda Esperada de Carga
 - 3.2. Demanda Esperada de Naves

4. SITUACIÓN ACTUAL DEL ÁREA DEL PUERTO Y SU ENTORNO
 - 4.1. Espacios que conforman el Puerto (sólo puertos existentes)
 - 4.2. Régimen de propiedad de los espacios
 - 4.3. Espacios Terrestres Utilizados (sólo puertos existentes)
 - 4.4. Espacios Marítimos Utilizados
 - 4.5. Infraestructura Portuaria Inicial Establecida
 - 4.6. Condiciones Naturales del Área
 - 4.7. Características Económicas
 - 4.8. Ciudad Puerto
 - 4.9. Vías de Acceso Terrestre
 - 4.10. Medio Ambiente

5. DESCRIPCIÓN DE LOS REQUERIMIENTOS PARA EL DESARROLLO DEL PUERTO FUTURO
 - 5.1. Causa Básica del Desarrollo
 - 5.2. Descripción de la Nave de Diseño Prevista
 - 5.3. Infraestructura Marítima
 - 5.4. Áreas Marítimas

5.5. Infraestructura y Áreas Terrestres

- a) Capacidad de Transferencia de Carga Prevista para la Fase 1
- b) Capacidad de Transferencia de Carga Prevista para la Fase 2
- c) Capacidad de Transferencia de Carga Prevista para la Fase 3
- d) Breve descripción de las áreas e infraestructura terrestre para las operaciones portuarias que se pretenden realizar.

6. PROPUESTA DEL PLAN MAESTRO PORTUARIO

- 6.1. Cronograma de Utilización de Espacios
- 6.2. Espacios Terrestres
- 6.3. Cambio del Régimen de Propiedad
- 6.4. Alteraciones Varias
- 6.5. Espacios Marítimos
- 6.6. Obras Portuarias
- 6.7. Uso de Áreas Marítimas
- 6.8. Alteraciones a los Espacios Marítimos
- 6.9. Planos y Croquis
- 6.10. Impactos sobre el Sistema de Transporte
- 6.11. Modificaciones al Plan Regulador
- 6.12. Consideraciones Medio Ambientales

7. ESTUDIOS BÁSICOS Y COMPLEMENTARIOS

MEMORIAS DE CÁLCULOS

ANEXO No. 1 Cálculo de la Profundidad del Puerto

ANEXO No. 2 Cálculos de Rendimiento Efectivo de las Instalaciones Portuarias

Cálculo de la Capacidad Instalada del Puerto

ANEXO No. 3 Cálculo del Área de las Estructuras Marítimas del Puerto

ANEXO No. 4 Descripción de las Estructuras de Protección y Abrigo para el Puerto

ANEXOS GRÁFICOS

PLAN MAESTRO PORTUARIO ¹.
2004-2006

1. CARACTERIZACIÓN DEL PUERTO

1.1. Individualización del Peticionario

Nombre o Razón Social: BRISA S.A.
N.I.T.: 860.020.488-6
Nacionalidad: COLOMBIA
Domicilio: Cra. 13 No. 92 –56
Teléfono: 611 43 43 – 611 50 52
Fax: 621 84 29
Correo Electrónico: carbo@cable.net.co

NOTA: Se debe acompañar copias de escrituras sociales en caso de personas jurídicas y de los mandatos de representación en su caso.

1.2. Ubicación Geográfica

Nombre del Puerto o Terminal: Sociedad Portuaria Brisa S.A.
Región: Baja Guajira
Municipio: Dibulla
Departamento: Guajira
Latitud: 11 ° 15' 50.211" Longitud : 73 ° 22' 55.890"

NOTA: Se deberá adjuntar las cartas y planos indicando el lugar del puerto nuevo o existente.

1.3. Tipo de Puerto y Cargas que Transfiere:

Proyectada para tres fases de operación a partir del año 2004.

Tipo de Puerto .

Puerto nuevo, de Uso Público

Tipo de Carga (completar el que corresponda). Capacidad Instalada en Volúmenes de carga movida en el puerto.

Graneles sólidos	2.000.000	(ton/año)
• Importación	1.000.000	
• Exportación	1.000.000	

¹ Simbología Utilizada: m: metro lineal hr: hora m²: metro cuadrado há: hectárea
TEU: Contenedor 20' N°: número ton: tonelada métrica Km:
kilómetro Mton: miles de toneladas métricas

Carga general en contenedores y S.I.G.² 1.000.000 (ton/año)

- Importación 500.000
- Exportación 500.000

TOTAL CARGA MOVILIZADA

Especificar:

Contenedores	(TEU's/año)	48.780
Granel	(ton/año)	2.000. 000

NOTA: Para Puerto existente se debe indicar los volúmenes anuales aproximados que mueven en la actualidad. Para Puerto nuevo sólo el tipo de carga que se movilizará.

2. VISIÓN GENERAL DE LA EVOLUCIÓN PREVISTA

2.1. Idea General del Puerto Futuro

El terminal multimodal de la Sociedad Portuaria Brisa de la Baja Guajira, cuenta con una infraestructura que le permite atender, en su primera etapa, barcos hasta de 80.000 dwt, y una capacidad instalada de operación para mover 8,73 MMTA de carga a granel y 7,72 MMTA de carga general, representados en 376.680 TEU's. A partir de la tercera etapa de operación, se ampliará en su capacidad de calado de operación para atender buques de mayor tonelaje de carga, tipo Capesize con un promedio de 110.000 dwt.; además, se ampliará la capacidad de almacenamiento de carga a granel a 162.000 TN., habilitando tres (3) nuevas pilas de acopio de material.

Se tiene proyectado, a mediano plazo, constituirse en un Puerto de Segunda Generación, en torno al cual se desarrollará una industria Siderúrgica Semi-integrada que recibirá la materia prima a través de este y enviará los productos procesados al exterior. A largo plazo, se proyecta transformarse en un puerto de Tercera Generación, convirtiéndose en un centro logístico de distribución de carga y una plataforma de exportación e importación, siendo la base para la constitución de una Zona Franca que dinamice el sector industrial y comercial de la costa Atlántica y el país en general, todo esto enmarcado dentro de las políticas nacionales en materia de inversión en planes de desarrollo portuario.

² Sistema Intermedio de Granel "S.I.G."

2.2. Tipo de Evolución Esperada (sólo puertos existentes).

- a) Con aumento de espacios terrestres
- b) Con aumento de espacios marítimos
- c) Sin aumento de espacios/ con aumento de tráfico
- d) Sin aumento de espacios ni de tráfico
- e) Con reducción de espacios terrestres
- f) Con reducción de espacios marítimos

2.3 Planes de Desarrollo Exógeno

Breve descripción de causas y efectos que en el Plan Maestro Portuario tienen los siguientes aspectos:

a) Las Políticas Nacionales, Regionales y Locales

En un mundo que se está dividiendo a pasos acelerados en diversos bloques de comercio regionales que incluyen a la Unión Europea, al Japón y los Países de la Cuenca del Pacífico, el Mercosur y los actuales TLC, las redes de transporte jugarán un papel cada vez más importante, particularmente en competitividad económica. La satisfacción de los requisitos de esta nueva economía mundial, está forzando el cambio de los sistemas de transporte hacia un mayor uso del sistema intermodal y hacia la incorporación de nuevas tecnologías.

Bajo este contexto, es imperativo que Colombia oriente sus Planes de Desarrollo hacia la evolución de un sistema de transporte intermodal que ponga a la economía del país en posibilidad de satisfacer los Convenios Internacionales a nivel de Comercio y desarrollo industrial.

Las nuevas sociedades de la industria del transporte deberán moverse rápidamente a fin de lograr una eficiencia en la operación y alcanzar los beneficios que constituyeron el objetivo de estas sociedades.

Históricamente, los sistemas nacionales de transporte han sido edificados sobre la base de medios independientes. Los medios independientes tienen diferentes fuerzas y debilidades. La política pública y la inversión pública y privada deben enfocar y apoyar la expansión de un sistema intermodal que sea edificado sobre las fuerzas de cada medio de transporte al tiempo que se reducen los impactos adversos generales del transporte.

Este proyecto está financiado en su totalidad con inversión privada, orientando sus políticas de inversión hacia una participación abierta y activa de la comunidad, de los sectores económicos e industriales de la región, que genere un alto nivel de compromiso de la comunidad con el proyecto y su desarrollo. Al igual, el proyecto busca a nivel regional promover el desarrollo tecnológico, la competitividad comercial y la integración económica con países vecinos.

b) Los Planes de desarrollo Regionales y Comunales

El carácter multipropósito del puerto, con el dimensionamiento de su infraestructura para el manejo y movimiento eficiente de todo tipo de carga, permite fomentar y facilitar el comercio exterior y el cabotaje; aspecto que estimula, a la vez, el desarrollo de renglones comerciales de alta potencialidad en la región, como es el caso de la oferta agropecuaria, agroindustrial y minera de los departamentos de La Guajira y el Cesar, y el resto del país, dándole así una salida al mar a este tipo de materiales. Los minerales y productos a manejar son de tipo:

- Productos de exportación: Acero en bloques, arrabio, yeso, calizas, roca fosfórica, concentrado de minerales como cobres, baritas, bauxitas, titanio, feldspatos, entre otros.
- Productos de importación: Mineral de hierro en pellets, refractarios, partes y piezas de acero primario (productos siderúrgicos semiprocesados), entre otros.

La capacidad de recibo, transferencia, manejo y almacenamiento de carga del puerto, le permitirá constituirse en una opción importante para aumentar la capacidad de manejo de carga de exportación e importación, y de cabotaje, del sector de la Costa Atlántica. Es importante destacar que cerca de un 90% de las exportaciones del país se mueven a través de la Costa Atlántica, principalmente desde los puertos de Puerto Bolívar en la Guajira, Santa Marta y Coveñas en el Golfo de Morrosquillo.

c) Los Planes de desarrollo de las vías de comunicaciones terrestres

La presencia de la Troncal del Caribe, como vía nacional y principal de acceso al complejo portuario, le permite comunicación permanente con mercados importantes, como los de las ciudades de Santa Marta y Riohacha, interconectando a la vez el terminal portuario con otros sistemas de transporte de importancia en la zona (férreo, vial y aeroportuario), que permitirán a un futuro muy próximo consolidar un sistema intermodal de carga de importancia para el área del Caribe Colombiano.

El desarrollo de la Infraestructura Vial para la movilización de materia prima y productos manufacturados dentro y fuera del país, se constituye en una herramienta de primera mano para consolidar los avances en el crecimiento industrial, la transferencia de tecnología, el mejoramiento de la competitividad comercial en mercados abiertos y globalizados, y en el aprovechamiento eficiente de los actuales Convenios Internacionales de libre comercio con países vecinos.

El problema de muchos de nuestros puertos en el país, radica en la carencia de un sistema de integración eficiente con la red de transporte nacional, trátese de la parte vial, férrea, aérea y portuaria, aspectos que incrementan los costos de movilización, tiempos de entrega, seguridad de las mercancías, gastos ambientales, y de manera más crítica a las condiciones de demoras y cierres de puertos por falta de un calado óptimo de operación.

Con respecto a La línea férrea del Atlántico, se puede pensar hacia un mediano plazo, la ampliación de la red de Kilómetros de tramo ferroviario, de Santa Marta hasta la zona de la Baja Guajira, aspecto que reactiva el comercio y la economía de la zona.

d) Las líneas de comunicaciones marítimas y otros puertos cercanos

El terminal portuario de la Baja Guajira, entrará a fortalecer la estructura portuaria de servicio público de la Costa Atlántica, de la misma forma como lo hacen otros puertos públicos de importancia en la zona, como las Sociedades Portuarias de Santa Marta, Barranquilla y Cartagena. Según cifras consolidadas de la Superintendencia de Puertos y Transporte, cerca de un 90% de las exportaciones del país se mueven a través de la Costa Atlántica, principalmente desde el puerto de Santa Marta, esto nos permite vislumbrar hacia un futuro cercano la consolidación de un transporte intermodal entre los puertos públicos del Caribe Colombiano, que mejore los servicios de transporte de carga de cabotaje y la carga internacional.

e) Los centros productivos y/o consumidores que serán usuarios del puerto

Los proyectos portuarios, por su naturaleza de ser centros logísticos de distribución de carga, comercialización y mercado de productos y materia prima de importación y exportación, generan una gran dinámica en la oferta y demanda de recursos a nivel local, regional y nacional.

Inicialmente los centros productivos energéticos, la minería, agricultura y ganadería, la misma pesca industrial y artesanal, se verán muy favorecidos por contar con una vía directa para la comercialización y exportación de sus productos.

La zona franca fomenta la industrialización de los bienes y recursos característicos de la zona de la Guajira y el Cesar, orientados principalmente a los mercados externos y, de manera subsidiaria, al mercado nacional, debido al régimen especial aduanero y fiscal que gozan estos productos. Por lo tanto, la consolidación de una Zona Franca en la Guajira se constituye en un instrumento de promoción del comercio exterior, facilita el cumplimiento de los acuerdos internacionales sobre libre comercio, y permite la generación de empleo y divisas, la transferencia de tecnología, la atracción de inversión, la mejor utilización de los recursos productivos disponibles para servir de polos de desarrollo para la región.

f) Los agentes sociales, económicos o políticos que intervienen en la gestión portuaria

El proyecto portuario tendrá una participación muy activa en el componente social de la zona, fomentando un programa de gestión social con compromiso comunitario. Las políticas sociales de la compañía se orientan hacia la creación de una Fundación con participación ciudadana, encargada de desarrollar en el área de influencia del proyecto, todas las acciones sociales, ambientales y económicas que conduzcan al mejoramiento de las condiciones socioeconómicas de las comunidades más vulnerables de la zona, a través de programas de capacitación, asesorías a pequeños microempresarios, a comunidades indígenas y a la población en general.

La Fundación tendrá como misión socializar el proyecto del puerto multipropósito, promover el establecimiento de la Sociedad Portuaria en el Departamento de la Guajira y la Costa Atlántica, al igual que desarrollar acciones que contribuyan con el mejoramiento de las condiciones socioeconómicas de las comunidades ubicadas en el área de influencia del proyecto.

g) Otros factores que se considera mencionar: valor de la mano de obra, empleo permanente, tecnología, etc.

Los impactos positivos que traerá el desarrollo de la Infraestructura Portuaria y el Complejo Siderúrgico, es bien importante a nivel de oferta de empleo, ya que se generarán para el proyecto portuario un total de 350 empleos directos y 1.750 indirectos, durante la fase de construcción. Para la fase de operación se proyectan 150 empleos directos y aproximadamente 750 indirectos.

El Complejo Siderúrgico, ofertará 3.000 empleos directos y 15.000 indirectos, durante la etapa de montaje; 500 empleos directos y 5.000 indirectos durante la fase de operación. La calidad de los salarios son muy buenos, representando en promedio el doble o triple del salario mínimo estipulado por ley.

Es importante resaltar el compromiso de los inversionistas del proyecto en utilizar y capacitar la mano de obra de la zona de influencia directa del proyecto, con el ánimo de mejorar el nivel de vida de los pobladores, canalizar la información tecnológica y mantener un desarrollo social importante de la comunidad. Este programa de capacitación en áreas tecnológicas afines a la actividad portuaria, será coordinada directamente con el SENA de la regional Guajira.

3. MERCADO PREVISTO

3.1. Demanda Esperada de Carga (ton/año)

Tipo de carga	Fase N° 1	Fase N° 2	Fase N° 3
Carga a granel	2.000.000	5.000.000	7.500.000
Carga general contenedores, fraccionada y SIG ³	1.000.000	2.200.000	3.200.000
TOTAL DE CARGA A MOVILIZAR	3.000.000	7.200.000	10.700.000

³ Sistema Intermedio de Granel "S.I.G."

Indicar:

Tipo de carga	Fase N° 1	Fase N° 2	Fase N° 3
Capacidad Instalada TEU's/año	376.680	376.680	402.960
Capacidad Instalada Granel (ton/año)	8.738.100	8.738.100	8.830.080
Demanda TEU's/año	48.780	107.300	156.100
Demanda granel (ton/año)	2.000.000	5.000.000	7.500.000

Indicadores Projectados de Desempeño Portuario⁴

INDICADOR	FASES (Periodo)		
	1	2	3
Tiempo de Buque/Puerto/Granel	1,28 días	1,28 días	1,76 días
Tiempo de Buque/Puerto/Carga general	1,57 días	1,57 días	3,9 días
Horas Laborales días	24	24	24
Ton/Buque / Día-Granel. Capacidad Instalada	23940	23940	24192
Ton/Buque / Día-Granel. Demanda Esperada	5550	13890	20834
Índice de Eficiencia Servicio buque/granel	23,2%	58,0%	86,1%
Contenedores TEU'S/Buque/Hora Capacidad Instalada	43	43	46
Contenedores TEU'S/Buque/Hora Demanda Esperada	6	13	18
Índice de Eficiencia Servicio buque/contenedor	13,9%	30,2%	41,9%

⁴ Indicadores estimados a partir de las máximos rendimientos y capacidades del puerto. Actividades de descargue de los buques.

Indicadores Projectados de Desempeño Portuario⁵

INDICADOR	FASES (Periodo)		
	1	2	3
Tiempo de Buque/Puerto/ Granel	3,37 días	3,37 días	4,57 días
Tiempo de Buque/Puerto/ Carga general	2,07 días	2,07 días	5,27 días
Horas Laborales días	24	24	24
Ton/Buque / Día- Granel. Capacidad Instalada	23940	23940	24192
Ton/Buque / Día- Granel. Demanda Esperada	5550	13890	20834
Índice de Eficiencia Servicio buque/granel	23,2%	58,0%	86,1%
Contenedores TEU'S/Buque/Hora Capacidad Instalada	33	33	34
Contenedores TEU'S/Buque/Hora Demanda Esperada	6	13	18
Índice de Eficiencia Servicio buque/contenedor	18,2%	39,4%	52,9%

3.2. Demanda Esperada de Naves (Nº de naves)

Tipo de Buque	Fase N° 1	Fase N° 2	Fase N° 3
Porta Contenedores, carga general y SIG. Handysize a Panamax 10.000 a 80.000 dwt	31	68	64
Porta Contenedores, carga general y SIG. Tipo Capesize, 110.000 dwt.	-----	-----	13
Graneleros sólidos, Tipo Panamax	25	63	150
Graneleros sólidos, Tipo Capesize	-----	-----	7
Total Naves Comerciales / año	56	131	234

⁵ Indicadores estimados a partir de las actividades de cargue de buques. Anexo No.2 – Cálculos de Rendimiento Efectivo de las Instalaciones Portuarias.

Especificaciones de las Naves Esperadas

TIPO NAVE	Capacidad	Eslora (m)	Manga (m)	dwt
Granelero material sólido (minerales)	80.000	260	30	80.000
Granelero material sólido (minerales) – Capesize	200.000	300	45	150.000
Portacontenedores tipo Panamax	1.600 TEU'S	224	30	37.000
Buques carga general-Handysize	30.000	100-160	20-25	30.000
Portacontenedores Post Panamax	4400 TEU'S	290	32	110.000
Portacontenedores tipo handysize	965 TEU'S	134	23	30.000

4. SITUACIÓN ACTUAL DEL ÁREA DEL PUERTO Y SU ENTORNO

Se deberá acompañar plano explicativo para mostrar los deslindes y todas las indicaciones de los párrafos 4.1 a 4.5 inclusive. Numerar como Plano 4.1. En caso de ser necesario elaborar más de un plano, numerar correlativamente utilizando el prefijo 4 y el título correspondiente (ej.: Plano 4.1, Plano 4.2, Plano 4.3,....., etc.).

4.1. Espacios que conforman el Puerto (sólo puertos existentes)

Área total ocupada por las actuales instalaciones portuarias.

- a) Concesión marítima o destinaciones
- b) Espacios Terrestres Adyacentes a la Concesión

4.2. Régimen de Propiedad de los Espacios

1. Para Puertos existentes:

- a) Concesión marítima o destinaciones del puerto
- b) Concesiones marítimas o destinaciones colindantes
- c) Concesiones portuarias otorgadas
- d) Espacios terrestres del puerto o terminal

Nº DS _____
 Nº DS _____
 Nº Resol. _____

Número de Rol de la o las propiedades

Marcar con una "X"	(SI)	(NO)
Indicar si es propietario de los terrenos	<u> X </u>	<u> </u>
Si no es propietario, tipo de contrato de uso:		
Arrendamiento	<u> </u>	<u> </u>
Usufructo	<u> </u>	<u> </u>
Comodato	<u> </u>	<u> </u>
Otros, especificar: _____		

e) Indicar roles de propiedad, nombre y NIT de propietarios de terrenos colindantes y de aquellos terrenos en que a futuro pretende ampliarse el puerto.

Nombre: FINCA SANTA HELENA – BRISA S.A.
 NIT: 60.020.488-6
 Rol de Propiedad: AGROPECUARIO

2. Para Puertos nuevos:

Marcar con una "X"	(SI)	(NO)
a) Indicar si existen concesiones marítimas otorgadas En caso afirmativo, indicar N° de D.S.: _____	<u> </u>	<u> X </u>
b) Concesiones de acuicultura otorgadas a terceros	<u> </u>	<u> X </u>
c) Indicar si hay concesiones o destinaciones en trámite	<u> X </u>	<u> </u>
d) Indicar si es propietario de los terrenos	<u> X </u>	<u> </u>
Rol de la propiedad:	<u> AGROPECUARIO </u>	

En caso de no ser propietario de los terrenos, indicar procedimientos previstos para utilizarlos en el futuro :

4.3. Espacios Terrestres Utilizados (sólo puertos existentes)

Caracterización de los espacios que actualmente conforman el Puerto

a) Deslindes y Superficies

b) Usos de los espacios (indicar sólo los existentes que puedan desglosarse)

	<u>Áreas (m²)</u>
Transferencia	5.520
Almacenamiento/Acopio	201.200
Estacionamientos y Servicios acceso	24.900
Oficinas administrativas	1.126
Obras manejo ambiental	34.600
Área de circulación (vía principal y zonas de movilización)	60.636
Viviendas	2.835
TOTAL ÁREAS	330.817

NOTA: Se deberá mostrar en el Plano explicativo las diferentes áreas, en los casos en que los usos sean mixtos o difíciles de diferenciar, se indicará en términos globales.

c) Controles y Autoridades

Zona Primaria Aduanera (deslindes): _____
 Almacenes extraportuarios (ubicación): _____
 Controles fitosanitarios (existencia y exigencias): _____
 Autoridades Marítimas (nombre y ubicación): _____
 Policía Internacional (existencia y exigencias): _____

d) Servicios portuarios disponibles (indicar cantidades)

Muellaje (eslora máxima)	330 metros
Almacenamiento carga granel	25.000 (m ²)
Almacenamiento carga general y contenedores	173.800 (m ²)
Uso de instalaciones portuarias a la carga	
• Marítimas	97,40 há.
• Terrestres	24,00 há.
Movilización Terrestre	4,22 há.
Pesaje de mercancías	157,5 (m ²)
Alquiler de equipos	

4.4. Espacios Marítimos Utilizados

Indicar el uso actual de los espacios marítimos (ubicación, breve descripción y áreas si es posible):

NOTA: A continuación se presenta la información sobre el uso proyectado inicial de los espacios marítimos del puerto.

Canal de acceso antepuerto

Canal de aproximación de 1712 m., de longitud y 220 m., de ancho, con una orientación N 11 ° W. Presenta un área de 376.640 m² , y una profundidad de 15 metros.

□ **Puerto marítimo:**

Zona de maniobras; dársena circular de 922 m., de diámetro, y una profundidad de 15 metros. Presenta un área de 667.656 m².

Zona de cargue y descargue; consiste de un muelle de 160 m., de largo por 34,5 m de ancho, cimentado sobre pilotes, para un área de operación de 5.520 m². Presenta piñas de atraque, que facilita el atraque de buques hasta de 330 m. de eslora, característico de naves tipo Capesize de 180.000 .

Zona de viaducto; vía que comunica el muelle con la zona de patios, cimentada sobre pilotes, tiene una longitud de 349 metros y 13,50 m., de ancho, para un área de 4.712 m². Está conformada por una vía carretable de 9 m., de calzada; un andén para tránsito peatonal, un área para el funcionamiento de la banda transportadora y las estructuras de seguridad.

□ **Estructuras de Protección y Abrigo⁶**

Se implementará una estructura modular flotante o rompeolas, conformada por 65 unidades o módulos, con las siguientes especificaciones:

ESLORA: 20,0 m.

MANGA : 4,5 m.

ALTURA : 4,0 m.

FRANCOBORDO: 0,56 m.

MATERIAL: HORMIGÓN ARMADO Y POLIESTIRENO

El rompeolas estará ubicado en el costado Este de la dársena de maniobras, y tendrá una longitud total de 1302 metros., dispuestos entre secciones:

- **Sección 1.** Longitud de 454 metros, conforma un ángulo de 30° respecto al frente de onda de la zona del proyecto.
- **Sección 2.** Longitud de 590 metros, conforma un ángulo de 60° respecto al frente de onda de la zona del proyecto.
- **Sección 3.** Longitud de 258 metros, conforma un ángulo de 120° respecto al frente de onda de la zona del proyecto.

El área que ocupará la estructura corresponde a 7324 m²., incluidas zonas de protección por movimiento y seguridad del rompeolas.

Como sistemas de sujeción de la estructura se utilizarán muertos de hormigón con una fuerza de amarre de 146 KN/m para cada módulo. Se proyecta manejar de 2 a 6 unidades de amarre para cada módulo flotante, completando un amarre total (F_A) de 297,6 ton.

Para el amarre y anclaje de los módulos flotantes a los muertos de hormigón se utilizarán cadenas especiales.

⁶ Anexo No. 4. Descripción de las Estructuras de Protección y Abrigo para el puerto.

4.5. Infraestructura Portuaria Inicial Establecida

Marcar con una "X" (SI) (NO)

- a) Existencia de Protecciones Naturales X

Describir:

Las condiciones de oleaje son afectadas por la presencia de la Península de la Guajira y la conformación de la plataforma marina que constituye el accidente geográfico conocido como el "Fantasma de los cinco codos", disminuyendo el acercamiento directo de estas olas en el área costera.

- b) Existencia de Protecciones Artificiales (SI) (NO)
 X

Especificar (molos, rompeolas, etc.)

Se plantea construir estructuras de protección en la zona de maniobras del puerto, como sistema de abrigo a la operación portuaria. Se seleccionó un rompeolas flotante de hormigón, dimensionado y orientado según las condiciones oceanográficas y la hidrodinámica del sitio de emplazamiento del puerto. Se plantea un rompeolas de 1302 metros de largo y un ancho de 4,5 m., ubicado en el costado Este de la dársena de maniobras del puerto

- c) Tipo de Infraestructura Portuaria

Especificar y Dimensionar (muelles, malecones, espigones, etc.):

Muelle en "T", con plataforma de 160 m., de longitud y 34,50 m., de ancho, que se une a un viaducto de 349 metros de largo y 13,50 de ancho. Dichas estructuras se encuentran cimentadas sobre pilotes. El Muelle presenta dos estructuras adicionales de atraque y amarre (piñas), distanciadas cada una 77 metros del muelle, lo que permite el atraque de buques con una eslora de 330 metros, medidas características de buques de 180.000 dwt.

- d) Sitios de Atraque o Terminales (cantidad total): Dos (2) sitios de atraque

Cantidad máxima de naves que puede atender simultáneamente 2

Parámetros para cada Sitio:

Sitio N° 1 Largo: 160 m; Profundidad: 15 m; Tipo de nave que proyecta atender Buque de eslora hasta 330 metros, tipo Panamax de 80.000 dwt y Capesize de 110.000 dwt.

Sitio N° 2 Largo: 112 m; Profundidad: 15 m; Tipo de nave que proyecta atender Buque con eslora hasta de 190 metros, Handymax de 37.000 dwt.

NOTA: (repetir las veces necesarias acorde a la cantidad total de sitios).

e) Estado de la Infraestructura Actual

Se ha desarrollado la Ingeniería Básica de las estructuras portuarias, pendientes de desarrollar de manera conjunta con la construcción del puerto, la Ingeniería de detalle de las mismas.

Se encuentra en trámite el Estudio de Licenciamiento Ambiental del Puerto, por parte de la entidad ambiental responsable del mismo, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

Pendiente además de los trámites de la respectiva Concesión Portuaria ante el Instituto de Concesiones, entidad adscrita al Ministerio de Transporte.

f) Capacidad Actual de Transferencia de Carga (para puertos existentes)

▪ Parámetros para cada Sitio:

Sitio N°1:

. Disponibilidad (%): _____
 . Factor de Ocupación Eficiente (%): _____
 . Rendimientos por tipo de carga (ton/hr): _____

NOTA. (repetir las veces necesarias acorde a la cantidad total de sitios).

▪ Capacidad actual de transferencia de cada sitio y total:

<u>Sitio N°</u>	<u>Uso Predominante</u>	<u>Capacidad Transferencia</u>
1	_____	_____ Ton/año
2	_____	_____ Ton/año
:		
:		
:		
n	_____	_____ Ton/año

TOTAL GENERAL _____ Ton/año

TOTAL POR TIPO DE CARGA

- Carga general fraccionada _____ ton/año
 - Carga general en contenedores _____ ton/año
 - Graneles sólidos _____ ton/año
 - Otros _____ ton/año

4.6. Condiciones Naturales del Área

Breve descripción de las características hidrográficas, oceanográficas, meteorológicas, geomorfológicas, geológicas y otras.

Referente a la geología, el área de estudio muestra contrastes litológicos marcados, como depósitos recientes de playa, depósitos aluviales que constituyen la planicie aluvial, depósitos terciarios que forman pequeñas colinas alargadas y plataformas de poca altura que constituyen relictos erosivos. En cuanto a las rocas ígneas intrusivas y efusivas, afloran cuarzomonzonitas, curzodioritas e ignimbritas al igual que rocas precámbricas metamórficas.

Geomorfológicamente el área se caracteriza regionalmente por tres dominios importantes: el primero hace parte de las estribaciones nororientales de la de la Sierra Nevada de Santa Marta y que corresponden a una unidad montañosa denudacional de la Serranía; el segundo dominio corresponde al área de piedemonte y el tercer dominio representa la planicie fluvio marina deposicional que incluye pequeñas colinas denudacionales. Asociada a esta geomorfología se presenta una gran variedad de unidades de suelos como: Planicies Aluviales, Suelos Coluviales y de Terraza, de pantano y sueltos de barra de playa, entre otros.

La zona de emplazamiento del puerto presenta una precipitación media anual de 1.140 mm, de tipo claramente bimodal, que se distribuye en dos períodos lluviosos, separados por un período muy seco, entre los meses de Enero a Marzo y un período semiseco, que comprende el mes de Julio. La temperatura media mensual multianual muestra una variación muy reducida (24.4 a 28.5 °C), respecto del promedio anual, que es de 26.6 °C. A nivel continental, el área del proyecto se encuentra inmersa en la Cuenca de Arroyo Pantano, localizada en el margen oriental de río Cañas, constituye un cuerpo de agua continental de tipo intermitente, el cual disminuye su caudal en tiempos de baja pluviosidad, hasta secarse totalmente en el sector más próximo al mar. En la microcuenca de este drenaje, existe un sistema de riego por gravedad, para las áreas de pastos, que funciona también como sistema de drenaje en épocas de lluvia.

El Área de Influencia Local, corresponde a una planicie suavemente ondulada con cubierta vegetal característica de regiones fuertemente intervenidas y corresponde a unidades pecuarias, de explotación semi intensiva, en la que se mezclan pastos naturales con vegetación arbustiva y arbórea, asociaciones típicas de la sabana baja.

Información adicional se encuentra consolidada en el ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL, elaborado para la obtención de la Licencia Ambiental.

4.7. Características Económicas

Breve descripción de las condiciones económicas vigentes.

La principal actividad económica en la región es la agricultura seguida por la pesca, para lo cual existe un comité de pesca artesanal que garantiza la comercialización de sus productos a otras regiones de la costa. Donde las organizaciones comunitarias juegan un importante papel. En la actualidad, existen las siguientes agremiaciones comunitarias: Cuatro Juntas de Acción Comunal en el perímetro urbano del Corregimiento, Asociación de Padres de Familia de Alto San Jorge, El Comité Interveredal Campesino del Municipio de Riohacha, Cootramin, Asobaming, AFA de C., Asociación de Padres de Familia “Sembremos la Vida”, Fundación Casa del Abuelo y Comité de Pescadores entre otros.

4.8. Ciudad Puerto

Breve descripción de los Asentamientos Humanos existentes.

El Corregimiento de Mingüeo, perteneciente al municipio de Dibulla, está compuesto por 17 veredas y su población estimada para el año de 1999, era de 3.882 habitantes distribuidos el 60% en la zona urbana y el 40% en la zona rural. Cuenta con servicio de energía para el 99% de la población, sin embargo carece del servicio de acueducto y alcantarillado.

A nivel de servicios sociales, el corregimiento de Mingüeo cuenta con colegios de educación superior, destacándose el Instituto Agrícola de Mingüeo (INAM) por su educación especializada; igualmente existen colegios en las Veredas de Santa Clara, Alto San Jorge, la Vainilla y la Cuchilla.

4.9. Vías de Acceso Terrestre

Breve descripción de las vías de comunicaciones disponibles :

□ **Rodovías** (incluyendo la vialidad básica y estructurante urbana)

Se encuentra la vía nacional de la Troncal del Caribe, que comunica con los Departamentos de la Guajira y el Magdalena. La vía de acceso diseñada para el puerto, tiene una longitud de 4,1 Km., con una calzada de 7,30 metros y bermas de 1,50 m., a cada lado de la calzada pavimentada. Se comunica directamente con la Troncal del Caribe, en el mismo ingreso al puerto. La Troncal del Caribe comunica las ciudades de Riohacha a 74 Km., y Santa Marta a 94 Km.,

□ **Ferrovías**

La línea férrea del Atlántico consta en la actualidad de una red de 1339 Kilómetros de tramo ferroviario. Su operación se realiza en las líneas Bogotá - Santa Marta y Bogotá – Belencito, la cual se dio en concesión a la firma FENOCO en 1999 con una extensión de 1494 Km. obligatorios y 451 Km. opcionales.

En la actualidad, la línea férrea del Atlántico liga la región carbonífera de la Loma con Santa Marta distante 214 Km. Y atraviesa los municipios de Santa Marta, Ciénaga, Aracataca y Fundación en el departamento del Magdalena y Bosconia, El Copey y El paso en el departamento del Cesar.

Dentro del trayecto La Loma - Santa Marta el contrato de concesión contempla la ejecución de trabajos para la reconstrucción de la vía férrea pública en el tramo comprendido entre la Loma y Puerto Parare.

□ **Aeropuertos**

Los Aeropuertos más cercanos a la zona del puerto, corresponde al Aeropuerto Internacional Simón Bolívar en la ciudad de Santa Marta aproximadamente a una hora y cuarto, y el Aeropuerto Almirante Padilla de Riohacha, aprox. a una hora del área del proyecto por la vía de la Troncal del Caribe.

□ **Ductos**

Gasoducto de la Guajira, en Concesión de explotación y producción entre ECOPETROL y la multinacional Chevron Texaco, con yacimientos en la Guajira de producción cercana a los 500 millones de pies³/día. La línea de conducción de gas pasa por la parte sur, del terreno donde se plantea construir la infraestructura portuaria.

4.10. Medio Ambiente

Marcar con una "X" (SI)
(NO)

Existencia de Estudios de Impacto Ambiental en la zona X

Indicar fuente y origen

Referencias _____

Indicar principales impactos detectados

Ganadería: considerada como la actividad más incidente dentro de la zona de estudio por el efecto de erosión progresiva generado por el sobrepastoreo y la ampliación progresiva de la frontera. **Agricultura:** existen de manera sectorizada cultivos de arroz, principalmente hacia las márgenes del Arroyo El Lagarto y en menor escala, cultivos de plátano, yuca y coco. **Industria hotelera y turística:** Esta industria es insipiente en el área del proyecto, genera impactos positivos en la demanda de mano de obra e impactos negativos de magnitud baja en la generación de residuos sólidos y líquidos. **Industria pesquera:** industria de tipo artesanal de subsistencia, con impactos positivos asociados a la generación de ingresos y aumento en la calidad de vida, y negativos sobre el componente faunístico por la disminución del recurso y la presión que se ejerce sobre las especies de mayor valor económico. **Industria Minera:** industria insipiente desarrollada con métodos artesanales, que genera impactos de tipo económico asociados a la contratación de personal. **Usos del agua:** asociados a la agricultura, el uso pecuario y captación para agua potable principalmente en el río Cañas. **Actividades de Caza y Tala de Bosques:** El aprovechamiento del mangle en la región ha generado impactos de tipo local, con el fin de obtener materia prima de buena calidad para la fabricación de cayucos y postes para cercas generando disminución de especies tanto de fauna como de flora.

Indicar medidas implementadas o recomendadas para mitigarlos

Se recomienda implementar acciones para la conservación y uso sustentable de los ecosistemas de Manglar y Zonas de bajos inundables, al igual, que propender por la formulación y ejecución de programas para la generación en la comunidad de alternativas productivas, sociales, económicas y ambientalmente adecuadas.

5. DESCRIPCIÓN DE LOS REQUERIMIENTOS PARA EL DESARROLLO DEL PUERTO FUTURO

5.1. Causa Básica del Desarrollo: (Breve descripción de la causa habida para considerar la necesidad de espacios destinados al puerto).

Se plantea un crecimiento en la demanda de facilidades portuarias, debido al desarrollo del comercio internacional, las tendencias de la globalización de los mercados y los acuerdos internacionales sobre libre comercio con los Estados Unidos, el ALCA, los acuerdos bilaterales entre países vecinos, la Comunidad Europea, entre otros. Por otro lado, el desarrollo futuro del puerto se encamina a optimizar los sistemas y procesos de manejo y transporte de materiales que incremente la oferta de servicios y la posibilidad de atender un mayor número de buques.

El proyecto de construcción del Complejo Siderúrgico, con participación del Gobierno Brasileño, requiere de la posibilidad de mover materia prima y producto terminado entre los países vecinos, a unos costos bastante bajos, lo que se podría conseguir con un puerto que facilitará dicho comercio.

5.2. Descripción de la Nave de Diseño Prevista

	<u>Fase 1 y 2</u>	<u>Fase 3</u>
Eslora:	224-260 m	290-300 m
Calado:	45-48 pies	55-60 pies
Manga:	30-32 m	45 m
Peso Muerto (DWT):	80.000 ton	110.000 ton

5.3. Infraestructura Marítima

Breve descripción de las obras portuarias a construir o instalar

Posible ampliación de los sitios de atraque de las naves, construyendo otra unidad de muelle, que permita tener cuatro (4) sitios de servicio a los buques, con capacidades de calado entre los 55 y 60 pies. Esta proyección no se plantea para el período de ejecución del presente Plan Maestro portuario.

5.4. Áreas Marítimas

Breve descripción de las áreas requeridas para efectuar las maniobras de la nave

Ampliación del calado máximo de operación a nivel del Canal de acceso y dársena de maniobras, mediante profundización de dragado de la cota de (-15 metros) hasta la cota de (-20) metros. Esto permitirá el ingreso de naves de mayor capacidad de carga, y por ende de mayor calado, buques de 110.000 dwt promedio y calado entre 55 y 60 pies.

5.5. Infraestructura y Áreas Terrestres

a) Capacidad de Transferencia de Carga Prevista para la Fase N° 1

- Parámetros para cada Sitio:

Sitio N°1:

. Disponibilidad (%):	78,5%
. Factor de Ocupación Eficiente (%):	21,5%
. Rendimientos para granel (ton/hr):	2604 t.p.h.
. Rendimientos para carga general (ton/hr):	43 TEU's hora

Sitio N°2:

. Disponibilidad (%):	78,5%
. Factor de Ocupación Eficiente (%):	21,5%
. Rendimientos para granel (ton/hr):	2604 t.p.h.
. Rendimientos para carga general (ton/hr):	43 TEU's hora

NOTA: Los valores de los parámetros utilizados para determinar la Capacidad de Transferencia de Carga para cada sitio de atraque se consideran los mismos, ya que la probabilidad de estar ocupados o disponibles es del 50%. Sin embargo, están en la capacidad de funcionar de manera simultánea, lo que duplicaría su porcentaje de disponibilidad de atención a los buques.

b) Capacidad de Transferencia de Carga Prevista para la Fase N° 2

- Parámetros para cada Sitio:

Sitio N°1:

. Disponibilidad (%):	50,0 %
. Factor de Ocupación Eficiente (%):	50,0 %
. Rendimientos para granel (ton/hr):	2604
. Rendimientos para carga general:	43 TEU's hora

Sitio N°2:

. Disponibilidad (%):	50,0 %
. Factor de Ocupación Eficiente (%):	50,0 %
. Rendimientos para granel (ton/hr):	2604
. Rendimientos para carga general:	43 TEU's hora

c) Capacidad de Transferencia de Carga Prevista para la Fase N° 3

Parámetros para cada Sitio:

Sitio N°1:

. Disponibilidad (%):	44,0 %
. Factor de Ocupación Eficiente (%):	56,0 %
. Rendimientos para granel:	2604 t.p.h.

Sitio N°2:

. Disponibilidad (%):	60,0 %
. Factor de Ocupación Eficiente (%):	40,0 %
. Rendimientos para carga general:	46 TEU's hora

(repetir las veces necesarias acorde a la cantidad total de sitios).

NOTA: Para esta Fase y con el objeto de definir el factor de ocupación del puerto, se especializa el sitio de atraque No.1 para el manejo de la carga a granel y el sitio No.2 para la carga general contenerizada. Por lo tanto, el tiempo total de operación del puerto es de 351,9 días; es decir, el puerto se encontrará en su máxima capacidad de servicio durante este periodo.

• **Capacidad de transferencia de cada Sitio y total para la Fase No. 1:** ⁷

<u>Sitio N°</u>	<u>Uso Predominante</u>	<u>Capacidad Transferencia</u>
1	Servicio buques de gran calado, tipo Panamax.	2,35 Mton/año
2	Servicio de buques tipo Handy (37000 dwt)	0,65 Mton/año

TOTAL GENERAL 3,0 MTon/año

TOTAL POR TIPO DE CARGA

- Carga general en contenedores, fraccionada y S.I.G.	1,0 Mton/año
- Graneles sólidos Otros	2,0 Mton/año Mton/año

• **Capacidad de transferencia de cada Sitio y total para la Fase No. 2:**

<u>Sitio N°</u>	<u>Uso Predominante</u>	<u>Capacidad Transferencia</u>
1	Servicio buques de gran calado.	5,77 Mton/año
2	Servicio de buques tipo Panamax y Handy	1,43 Mton/año

TOTAL GENERAL 7,2 MTon/año

⁷ Memorias de Cálculo de Demandas y Capacidades de Operación de la Infraestructura Portuaria.

TOTAL POR TIPO DE CARGA

- Carga general en contenedores, fraccionada y S.I.G.	2,2 Mton/año
- Graneles sólidos	5,0 Mton/año
- Otros	Mton/año

• **Capacidad de transferencia de cada Sitio y total para la Fase No. 3:**

<u>Sitio N°</u>	<u>Uso Predominante</u>	<u>Capacidad Transferencia</u>
1	Servicio buques de gran calado. (Panamax y Capesize)	8,62 Mton/año
2	Servicio de buques tipo Panamax y Handy	2,08 Mton/año
TOTAL GENERAL		10,7 Mton/año

TOTAL POR TIPO DE CARGA

- Carga general en contenedores, fraccionada y S.I.G.	3,2 Mton/año
- Graneles sólidos	7,5 Mton/año
- Otros	Mton/año

d) Breve descripción de las áreas e infraestructura terrestre para las operaciones portuarias que se pretenden realizar.

La capacidad instalada del puerto respecto al servicio de almacenamiento de carga, cuenta con un área efectiva de cargue de 104.160 m² que permiten almacenar 10.584 TEU's, en seis filas en la vertical, para una capacidad de movimiento de esta línea de cargue de 31.390 TEU's/mes, que equivale a mover 376.680 TEU's/año, lo cual cubre las proyecciones de cargue para las tres fases proyectadas de funcionamiento. La capacidad instalada de producción en este tipo de carga es de 7,72 MMTA, superiores a las proyecciones que ascienden para la tercera Fase a 3,2 MMTA; por lo tanto, dicha infraestructura no requiere ningún tipo de ampliación.

Para el manejo de carga a granel en este periodo, se estima atender buques graneleros de minerales, con capacidad promedio de 110.000 toneladas; se proyecta un Rendimiento Efectivo en este sistema de 997,5 t.p.h. que determinan una capacidad instalada de 8,73 MMTA y para la fase tercera, un Rendimiento de 1008 t.p.h. que incrementan su capacidad a 8,83 MMTA. El área de almacenamiento para las primeras dos fases es de tres (3) pilas de acopio, para una capacidad de almacenamiento de 81.000 TN, para la fase tercera y con el objeto de facilitar el cargue y descargue de buques de gran capacidad, se habilitarán otras tres pilas para alcanzar las 162.000 TN en patios.

6. PROPUESTA DEL PLAN MAESTRO PORTUARIO

6.1. Cronograma de Utilización de Espacios

Indicar las situaciones previstas de desarrollo.

- Situación Prevista para la Fase No. 1

Se proyecta utilizar un 23% de la Capacidad Instalada del puerto, para mover carga a granel, y a un 13,0% para el manejo de carga general y contenedores.

- Situación Prevista para la Fase No. 2

Se incrementa la utilización de la capacidad instalada del puerto, a 57,3% en la carga a granel, y 28,5% en la carga general contenerizada. La oferta del puerto con su infraestructura es suficiente para cubrir las estimaciones de demanda, requiriendo establecer estrategias que incrementen los servicios y mercado del puerto.

- Situación Prevista para la Fase No. 3

Esta situación representa la mayor proyección de ampliación del puerto, y se fundamenta en la búsqueda de permitir la entrada al puerto de buques de gran calado, tipo Capesize de 110.000 dwt promedio. Para esto se requiere realizar labores de profundización de las zonas de canal de acceso y dársena, con el objeto de alcanzar una profundidad de 20 metros. En las estructuras terrestres se puede aumentar las pilas de almacenamiento de granel a seis (6) unidades, haciendo uso del espacio determinado para tal fin en la parte inicial del proyecto, para una capacidad de almacenamiento de 162.000 TN. Se plantea un incremento importante en la utilización de la capacidad operativa del puerto, alcanzando para la carga a granel el 86% y para la carga general el 42%.

6.2. Espacios Terrestres

- Área total requerida al Año 20:

Deslindes: _____ Norte
 _____ Este
 _____ Sur
 _____ Oeste

Área total: _____ há

- Plan de Uso de Espacios:

	<u>Áreas (m²)</u>
Transferencia (Muelle)	5.520
Almacenamiento/Acopio	206.720
Estacionamientos y Servicios acceso	24.900
Oficinas administrativas	1.126
Obras manejo ambiental	34.600
Áreas de circulación (vías y zonas verdes)	60.636
Viviendas	2.835

TOTAL ÁREAS **337.337**

6.3. Cambio del Régimen de Propiedad. (Especificar en cada caso)

Marcar con una "X"	(SI)	(NO)
- Enajenaciones	_____	_____ X _____
<hr/>		
- Adquisiciones	_____	_____ X _____
<hr/>		
- Arrendamiento	_____	_____ X _____
<hr/>		
- Usufructo	_____	_____ X _____
<hr/>		

Marcar con una "X" (SI) (NO)

- Comodato _____ **X** _____

- Otros. _____ **X** _____

Especificar

6.4. Alteraciones Varias. (Especificar en cada caso)

Marcar con una "X" (SI) (NO)

- Construcciones _____ **X** _____

Adecuación del área de patios a granel, construcción del área adicional de patios de contenedores, de acuerdo a las especificaciones de construcción contempladas en la construcción de patios. Dimensionar la estructura del piso, para soportar cargas alrededor de las 9 TN/m². Se cuenta con un área de construcción inicial de 25.000 m², que permiten habilitar seis (6) pilas de apilamiento de material a granel.

Marcar con una "X" (SI) (NO)

- Demoliciones _____ **X** _____

Marcar con una "X" (SI) (NO)

- Movimientos de Tierra Notables _____ **X** _____

Marcar con una "X" (SI) (NO)

- Instalación de infraestructura fija _____ **X** _____

Pavimentación en concreto del área de patios, para apilamiento de material a granel.

Marcar con una "X" (SI) (NO)
 - Redes de Servicios _____ **X** _____

Marcar con una "X" (SI) (NO)
 - Ambientales _____ **X** _____

Actividades de profundización de las áreas de canal de acceso y dársena para alcanzar una profundidad de 20 metros, esto requiere operación de dragado de un volumen aproximado de 4.85 Mm³, los cuales tendrán que ser dispuestos en un área mar adentro, donde se minimice el impacto sobre el ecosistema marino.

6.5. Espacios Marítimos

	Área (m ²)	Deslindes
Terreno de Playa	_____	_____
Playa	_____	_____
Fondo de Mar	_____	_____
Espacios de Agua	_____	_____

6.6. Obras Portuarias

Marcar con una "X" (SI) (NO)
 Construcciones o Instalaciones nuevas _____ **X** _____

Especificar y dimensionar. Indicar efectos en el puerto.

Marcar con una "X" (SI) (NO)
 Modificaciones a las obras portuarias existentes _____ **X** _____

Especificar

6.7. Uso de Áreas Marítimas

Condiciones definitivas a lograr	<u>Áreas (m²)</u>	
- Canal de acceso antepuerto	554.180	
- Zona de maniobras (dársena)	416.250	
- Viaducto	4.712	
- Estructuras de Protección y Abrigo	7.324	
Marcar con una "X"	(SI)	(NO)
Modificaciones respecto a uso actual	_____	<u> X </u>
Especificar		

6.8. Alteraciones a los Espacios Marítimos

Marcar con una "X"	(SI)	(NO)
Dragados	<u> X </u>	_____
Rellenos	_____	<u> X </u>
Evacuación de aguas	<u> X </u>	_____

Explicar brevemente

La actividad de dragado inicial de los espacios marítimos del puerto (canal de acceso y dársena), es de aproximadamente 7,08 Mm³, los cuales serán aprovechados en parte para conformar el relleno en el área de patios y los sobrantes disponerlos en un área mar adentro, donde el impacto sobre el medio marino sea mínimo. Para la profundización de los espacios marítimos del puerto a 20 metros, se estiman volúmenes de dragado alrededor de los 4,8 Mm³, los cuales tendrán que ser dispuestos en un área mar adentro.

6.9 Planos y Croquis

Se deberá acompañar croquis y planos explicativos del PLAN MAESTRO PORTUARIO que permitan visualizar y entender las dimensiones y ubicación de áreas marítimas y terrestres a reservar. Estos planos se deben numerar correlativamente utilizando el prefijo 6 y el título correspondiente a la situación que muestran y el año estimado de entrada en operación de las obras (ej.: Plano 6.1, Plano 6.2,, etc.).

6.10. Impactos sobre el Sistema de Transporte

Marcar con una "X" (SI) (NO)

Indicar si se producen alteraciones importantes en las vías de acceso: _____ X

Explicar brevemente

Marcar con una "X" (SI) (NO)

Indicar si se producen interferencias importantes al tráfico vehicular: _____ X

Explicar brevemente

6.11. Modificaciones al Plan Regulador

Marcar con una "X" (SI) (NO)

Modificaciones a Planes Reguladores Vigentes _____ X

Especificar:

6.12. Consideraciones Medio Ambientales

Indicar si hay efectos, a lo menos, sobre los aspectos que se indican a continuación. En caso afirmativo describir brevemente el tipo de efecto y en lo posible su magnitud.

Marcar con una "X"	(SI)	(NO)
Flora y fauna acuáticas	<u>X</u>	_____
Flora y fauna terrestre	<u>X</u>	_____
Santuarios de protección	_____	<u>X</u>
Reliquias nacionales o arqueológicas	_____	<u>X</u>
Monumentos históricos	_____	<u>X</u>
Reservas forestales	_____	<u>X</u>
Áreas de uso acuícola preferente	_____	<u>X</u>
Otros (especificar) ⁸	_____	<u>X</u>

⁸ Se refiere a otros efectos que puedan ser identificados y resulten importantes al PMP que se está planteando, como por ejemplo: efectos sobre la calidad del aire y el agua, sobre el fondo marino, suelo y

Describir:

Se presenta afectación de la flora y fauna acuática relativa a la comunidad bentónica presente en el material de dragado y en el sitio de disposición. La flora y fauna terrestre se ve afectada por la consolidación del terraplén necesario para ampliar el área de patios. Ambos, corresponden a afectaciones menores que se pueden mitigar y compensar.

7. ESTUDIOS BÁSICOS Y COMPLEMENTARIOS

Indicar títulos de los estudios básicos y opcionales que se acompañan

TÍTULOS:

Lugar y fecha de presentación: BOGOTÁ, Junio de 2004.

Nombre y Firma del profesional responsable de la Confección del Plan Maestro Portuario: Ing. Helbert Guerrero Fajardo

Firma del Peticionario o su representante legal

subsuelo, geomorfología, contaminación acústica, cambios del paisaje, efectos sobre las actividades urbanas, sobre el patrimonio recreativo u otras.

PLAN MAESTRO PORTUARIO ⁹

MEMORIAS DE CÁLCULO DE DEMANDAS Y CAPACIDADES DE OPERACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA PORTUARIA

1. Diseño de la Capacidad Instalada Inicial del Puerto

1.1. Demanda Esperada para la Etapa Inicial del Proyecto

El total de carga a movilizar, al inicio del proyecto, es de 3 MMTA., según el tipo de carga:

- Graneles sólidos 2.000.000 ton/año
- Carga General, SIG y Contenedores 1.000.000 ton/año (48.780 TEU's /año)

NOTA: La carga en contenedores se estableció mediante una unidad tipo, TEU's (Twenty Feet Equivalent Unit), con un peso promedio de carga esperado para el puerto de 20,530 TN. Las dimensiones del contenedor de 20 pies (carga seca-dry) son: Largo 5,886 m; ancho 2,324 m; alto 2,380 m.; área de ocupación en almacenaje 13,679 m².

1.2. Capacidades Instaladas de Servicio

A continuación se presentan los tiempos estándar de algunas operaciones portuarias, el diagrama de flujo de procesos, la identificación de la ruta crítica y las capacidades máximas de servicio, para el diseño de ingeniería establecido en la primera fase del proyecto portuario.

- **Capacidad de movilización de materiales a granel en puerto.**

La Capacidad Instalada de movilización de carga a granel en el puerto, es de 8,73 MMTA, que permite mover 23.940 TN/día. El tiempo de apilamiento del granel en patios es de 3,4 días, para las 81.000 toneladas de capacidad; es decir, que se alcanzan a mover en el mes 8,8 veces la capacidad de almacenamiento de las pilas, que corresponden a 712.800 TN/mes.

En el Diagrama de Flujo del Proceso, la operación crítica del manejo de materiales a granel, se encuentra en la operación de descargue de camiones, con una tasa de producción de 932 t.p.h., determinada por dos unidades de servicio, cada una constituida por una tolva de foso y dos plataformas hidráulicas, para un tiempo estándar de 9'/ciclo.

⁹ Simbología Utilizada: m: metro lineal

hr: hora

m²: metro cuadrado

há: hectárea

TEU: Contenedor 20' N^o: número

ton: tonelada métrica Km: kilómetro

Mton: miles de toneladas métricas

Se establece un rendimiento efectivo para esta línea de movilización de carga de 997,5 t.p.h.,¹⁰ partiendo de un inventario en patios, que corresponde a una capacidad de 23.940 TN/día, lo que equivale atender 684 camiones / día. Por lo tanto, para cubrir la capacidad de almacenamiento del área actual de patios a granel (81.000 TN), se deben atender 2.315 vehículos de carga, en un periodo de 3,4 días.

El proceso de reclamación de material en patios, se realizará por medio de siete (7) cargadores frontales de 150 t.p.h. de capacidad unitaria, para una tasa de movimiento de material de 1.050 t.p.h.

El material reclamado por estos equipos será descargado en bandas transportadoras alimentadoras que conducirán el material a la banda transportadora central. Las capacidades de estas bandas transportadoras, al igual que la banda transportadora central, que lleva y trae material a buque, es de 3000 t.p.h., que le permite una capacidad de 2.160.000 TN/mes.

Para la primera etapa de operación del puerto, se proyecta mover 2,0 MMTA que equivalen a mover 166.670 TN/mes de material a granel o 5.560 TN/día, lo que muestra que la capacidad operativa del puerto para este tipo de material (23.940 TN/día), cubre las proyecciones de demanda establecidas. Se está copando cerca de un 23,2% de la capacidad instalada de operación de carga a granel.

El descargue del material de la bodega del buque, se realizará mediante la misma Instalación Vertedora de Material a Granel, por succión o mediante la adaptación de una cinta de cangilones que reclama el material y alimenta la banda transportadora central que descarga a las bandas que alimentan el área de patios.

La línea de movilización de descarga del buque está balanceada a una tasa de Rendimiento Efectivo de 2604 t.p.h., hasta el apilamiento del material en patios. Esta capacidad instalada de manejo de carga a granel, determina el tiempo de permanencia del buque en puerto, una vez atraque en muelle. Para la primera etapa de operatividad del puerto, donde se esperan buques con un peso máximo de 80000 dwt., el tiempo máximo de permanencia en puerto de un buque granelero será de 1,28 días, para una jornada de 24 horas diarias.

La reclamación de material en patios se realizará mediante cargadores frontales que alimentarán una banda transportadora que llevará el material a una tolva de cargue. La tasa de reclamación de material es de 1050 t.p.h. y la capacidad de cargue de las tractomulas es de 1478 t.p.h., para un tiempo estándar de 1,42 seg/ciclo/35 ton.(banda alimentadora de 3000 t.p.h.). La operación que determina la capacidad de movilización de carga de importación corresponde a la reclamación de material en patios.

Para la operación de cargue de buques a granel, el Tiempo Total Estimado de Permanencia en puerto, es de 3,37 días. Anexo No.2, Cálculos de Rendimiento Efectivo.

- **Capacidad de movilización de carga general, contenedores y SIG en puerto.**

La Capacidad Instalada de movilización de carga general o en contenedores, es de 7,72 MMTA, que corresponde a mover 376.680 TEU's/año.

¹⁰ Anexo No.2. Cálculos de Rendimiento Efectivo de las Instalaciones Portuarias

La capacidad de servicio para descargue de tractomulas, cuenta con equipos Reachstacker con capacidad 512 t.p.h., se establecieron dos (2) unidades para una capacidad total de 1024 t.p.h. (50 TEU's/hora). Se pueden atender 1.200 TEU's / día, equivalentes a 36.000 TEU's / mes.

El transporte de los contenedores desde el área de patios a la zona de cargue, en el muelle, emplea equipos "Container Truck", con capacidad aproximada de 184,5 t.p.h., para cuatro (4) unidades planteadas en puerto, se tendría una capacidad de servicio de 738 t.p.h., equivalentes a 36 TEU's/hora. Por lo tanto, se pueden atender en muelle 864 TEU's / día y 25.920 TEU's/mes. Esta operación del sistema de movilización de contenedores en puerto, se constituye en la ruta crítica del sistema, y la que determina la capacidad de producción de esta línea de movilización de carga.

Los cálculos de Rendimiento Máximo Efectivo de la línea contenerizada, se establece para las actividades de descargue de los buques, con 43 TEU's / hora, para una Capacidad Instalada de 376.680 TEU's al año.

Los tiempos máximos de permanencia en puerto de los buques portacontenedores, para la primera etapa del proyecto, corresponden a un mínimo de 1,57 días para el descargue y máximo 2,07 días para el cargue. Anexo N°2, Cálculos de Rendimiento Efectivo.

Para la primera etapa de operación del puerto, se proyecta mover 83.334 TN/mes de carga general en contenedores, equivalentes a 4.065 TEU's/mes, lo que muestra que la capacidad operativa del puerto de 31.390 TEU's/mes, cubre las proyecciones de demanda establecidas, se esta copando un 13% de la Capacidad Instalada del puerto, en manejo de contenedores.

NOTA: El manejo de los 4.065 TEU's/mes, requieren el servicio de 200 tractomulas día, que serán asistidas por las dos unidades de montacargas; es decir, se requiere prestar servicio a 100 vehículos de carga por reachstacker, por día. Se encuentra dentro de la capacidad de los equipos de movilización del puerto, ya que cada reachstacker tiene una capacidad de mover 25 TEU's/hora (600 TEU's / día).

2. Diseño de la Capacidad Instalada Proyectada del Puerto

2.1. Proyección para la Segunda Etapa del Proyecto.

Para la segunda etapa de operación del Terminal Portuario, se proyecta manejar en carga a granel 5,0 MMTA, correspondientes a 3,0 MMTA en importaciones de minerales de hierro y 2,0 MMTA en exportaciones. La Capacidad Instalada proyectada para atender la carga a granel, en la primera etapa del puerto, cubre las necesidades de ampliación para la segunda etapa de operación, ya que para esta fase se estima una demanda de 5,0 MMTA y se cuenta con una capacidad instalada de 8,73 MMTA. Se pretende pues optimizar la capacidad instalada del puerto para el manejo de este tipo de carga, alcanzando un 57,3% de dicha capacidad.

La infraestructura en equipos y maquinaria de transporte de carga, satisface las demandas proyectadas para ambas etapas de operación, por lo tanto no se requiere de ampliaciones ni modificaciones.

Respecto a la capacidad de almacenamiento de carga a granel, para el Rendimiento Efectivo estimado de 997,5 t.p.h., se tendrá un tiempo de acopio de 3,4 días para las 81.000 TN. Esto nos permite rotar el volumen de almacenamiento de carga, 8,82 veces, y mover al mes 714.420 TN, con lo cual se cubre la demanda esperada para la segunda etapa de operación; por lo tanto, no se realizará ninguna modificación en las instalaciones de almacenamiento a granel.

Para la carga general y contenedores se proyecta una demanda de 2,0 MMTA y se cuenta con capacidad para atender 7,72 MMTA. Por lo tanto, no se requiere de ninguna modificación o adecuación especial en las estructuras y facilidades portuarias. Sin embargo, se incrementa a un 26% el aprovechamiento de la capacidad instalada del puerto, para este tipo de carga.

Se empieza a programar la profundización de las estructuras marítimas de canal de acceso y dársena, para alcanzar los 20 metros de profundidad y permitir el acceso de buques tipo Capesize de 110.000 dwt de capacidad promedio.

2.2. Proyección para la Tercera Etapa del Proyecto.

La proyección de demandas esperadas de embarque y desembarque de buques, para la tercera fase de operación del Terminal portuario es de 7,5 MMTA de carga a granel, de los cuales 4,5 MMTA son de importación y 3,0 MMTA de exportación. Para la carga general, contenedores y S.I.G., se espera cubrir 2,2 MMTA, de los cuales 1,7 MMTA corresponden a carga de importación y 1,5 MMTA a carga de exportación.

La demanda proyectada de carga a granel para la tercera fase, asciende a un 86,2% de la Capacidad Instalada del Puerto, aspecto que garantizará el crecimiento y desarrollo de la actividad portuaria.

En esta etapa del proyecto se ampliará la profundidad del puerto a 20 metros, con el objeto de permitir el ingreso de buques de gran tonelaje, promedio de 110.000 dwt. y calado de 60 pies.

La capacidad instalada actual de almacenamiento de material a granel, nos puede generar un problema de cuello de botella en el proceso de cargue, cuando atendamos buques tipo Capesize, de capacidad promedio 110.000 dwt.; por lo que tendremos que aumentar nuestra área de almacenamiento a granel, habilitando las tres (3) pilas de almacenamiento contempladas en el diseño inicial del puerto. Con esta ampliación del área de patios a granel, el terminal portuario contará con seis pilas de almacenamiento y un total de capacidad de 162.000 TN, las cuales serán apiladas en su totalidad en un tiempo de 6,7 días, donde la tasa de rotación de carga a granel en patios, es ahora de 4,47 veces al mes, lo que nos permite mover los mismos 724.140 TN/mes, con tiempos cortos de atención a los buques ya que se puede contar con la carga suficiente en patios para el cargue. Anexo N°.2. Cálculos de Rendimiento Efectivo de la Infraestructura Portuaria.

Los tiempos de permanencia después de atraque, para buques de peso máximo de 180000 dwt., será de 4,5 días.

Para la línea de movilización de contenedores las demandas proyectadas de carga, tanto de importación como de exportación, siguen siendo inferiores a la capacidad instalada del terminal, por lo tanto, no se requiere ningún tipo de adecuación en sus estructuras y equipos. La demanda esperada de 2,2 MMTA, es inferior a la capacidad instalada 7,72 MMTA. Se alcanzará un 28,5% de la capacidad instalada de operación en esta línea de movilización de carga, aspecto que nos permitirá expandir nuestra oferta de servicios al mercado del transporte de carga en contenedores.

A partir de la tercera etapa de operación, se empezarán las operaciones de profundización de las estructuras marítimas, dársena y canal de acceso, con el objeto de alcanzar los veinte metros de profundidad, que permitirán recibir en puerto buques tipo Capesize, con un promedio de 110.000 dwt.

3. MERCADO PREVISTO

3.1. Demanda Esperada de Carga (ton/año)

El Cálculo del número de contenedores por tonelaje, se trabaja sobre una unidad estándar utilizada para medir la capacidad de buques en términos de contenedores de 20°, el TEU's. Para el puerto se trabajará con un peso promedio para dicha unidad de 20,53 TN.

Se divide el total de demanda de carga general estimada, sobre el peso promedio de cada TEU's, y el cociente corresponderá al número de contenedores a manejar en puerto durante los respectivos periodos de operación.

Tabla de Indicadores Proyectados de Desempeño Portuario

- Cálculo del Tiempo de buque/Puerto/Granel.

Para las dos primeras etapas de funcionamiento tomamos, como Rendimiento Efectivo, las 2604 t.p.h. establecidas para la línea descargue a granel por banda transportadora, y como máxima capacidad de buque tipo Panamax, las 80.000 dwt.; contamos con la disposición de espacio en la zona de patios a granel. Por lo tanto:

$$\text{Tiempo de buque/Puerto/Granel.} = \frac{\text{Carga buque (TN)}}{\text{Velocidad línea (t.p.h)}} = \text{No. horas}$$

$$\text{Tiempo de buque/Puerto/Granel.} = \frac{80.000 \text{ TN}}{2.604 \text{ t.p.h.}} = 1,28 \text{ días}$$

Para la tercera etapa de operación, se proyecta recibir buques con un peso máximo de 180.000 dwt., el tiempo de permanencia de buque granelero en puerto es de 2,88 días.

En las actividades de cargue del buque, los cálculos del Tiempo de buque granelero en puerto, están condicionados por el Rendimiento de la Línea de manejo de materiales que corresponde a 997,5 t.p.h., con patios llenos de material. El Tiempo total de permanencia en puerto durante el cargue es de 3,37 días, si se dispone de material en patios, y de 3,77 días si el cargue va desde las tolvas de recibo de material.¹¹

- Cálculo del Tiempo de buque/Puerto/Carga General

Se toma como capacidad de producción de la línea de movimiento de cargue de material contenerizado las 1.000 t.p.h., velocidad de operación de la Grúa Pórtico, correspondiente a la capacidad para mover 48 TEU's / Hora.

Para las dos primeras etapas de funcionamiento, el puerto cuenta con la infraestructura para atender buques portacontenedores desde Handy de 965 TEU's hasta tipo Pánamax, con capacidad para transportar hasta 1.600 TEU's.

Por lo tanto, estimamos el máximo tiempo de permanencia de buques portacontenedores:

$$\text{Tiempo de buque/Puerto/Carga General.} = \frac{1.600 \text{ TEU's}}{1032 \text{ TEU's/día}} = 1,5 \text{ días}$$

Para las actividades de cargue de buques portacontenedores, se tiene un Rendimiento Efectivo del sistema de 33 TEU's hora, que determina un Tiempo Total de Permanencia en Puerto de 2,07 días.

Para buques Post Pánamax con capacidad promedio de 4400 TEU's, el tiempo de permanencia en puerto es de 3,97 días.

- Cálculo del Indicador Ton/Buque/Día/Granel:

Para este cálculo tomamos el máximo valor de rendimiento efectivo del sistema de cargue, que corresponde a 997,5 t.p.h., condicionado por los procesos de reclamación de material en patios.

$$\text{Ton/Buque/Día/Granel} = 997,5 \text{ t.p.h.} * 24 \text{ horas / día} = 23.940 \text{ Capacidad Instalada de operación (C.I.).}$$

¹¹ Anexo N°.2. Cálculos de Rendimiento Efectivo de la Infraestructura Portuaria.

La Demanda Esperada de carga a granel (D.E.), para la primera etapa de operación, es de 2,0 MMTA, que equivale a 5.550 TN/día. Entonces, el Índice de Eficiencia en servicio, se calcula así:

$$\text{Índice de Eficiencia Servicio a granel} = \frac{\text{D.E. (ton/día)}}{\text{C. I. (ton/día)}} = \frac{5.550 \text{ ton/día}}{23.940 \text{ ton/día}} = 23,2 \%$$

Para la segunda y tercera etapas de operación, se estima una demanda ton/día de 13.890 y 20.834, respectivamente, las cuales se suplen con la Capacidad Instalada de operación existente, de 23.940 ton/día. Incrementando la utilización de su capacidad instalada a un 58% y 87%, respectivamente.

- Cálculo del Indicador Contenedores TEU's/Buque/Hora:

Para determinar la Capacidad Instalada de la línea de cargue de buques, de carga general contenerizada, se tomará un Rendimiento Efectivo de 33 TEU's hora, que corresponde al transporte de carga en los equipos "container truck", con una tasa de 738 t.p.h..¹²

Para determinar las demandas esperadas de carga general en contenedores, se toma la demanda en toneladas y se divide por el peso promedio esperado de un TEU's para el puerto.

Los TEU's/Buque/hora estimados para mover durante la primera etapa de operación, son : la demanda esperada de carga general es de 1,0 MMTA, para este periodo.

$$\text{TEU's/Buque/hora} = \frac{1.000.000 \text{ ton/año}}{(20,5 \text{ ton/TEU's}) * (8640)} = 6$$

Los TEU's/Buque/hora, estimados para mover durante la segunda y tercera etapa corresponden a 12 y 13 TEU's, respectivamente.

El cálculo del Índice de Eficiencia de servicio a buque/contenedor, se estima a partir del cociente entre la Demanda Esperada de TEU's/hora y la capacidad instalada de movimiento de TEU's/hora del puerto.

¹² Anexo N°.2. Cálculos de Rendimiento Efectivo de la Infraestructura Portuaria.

Para la primera etapa de operación del puerto:

$$\begin{array}{l} \text{Índice de Eficiencia} \\ \text{TEU's/Buque/hora} \end{array} = \frac{\text{D.E. (TEU's/hora)} \quad 6}{\text{C. I. (TEU's/hora)} \quad 33} = \frac{6}{33} = 18,2 \%$$

El Índice de Eficiencia en TEU's/Buque/hora, corresponde al 36,4% y 39,4 %, para el segunda y tercera Etapa de operación del puerto.

3.2. Cálculo de la Demanda Esperada de Naves

Para la Fase 1º.

Las estructuras marítimas están dimensionadas para atender buques hasta de 80.000 dwt..Con el objeto de determinar el número de buques esperados en puerto, para cumplir con las demanda proyectada de carga, se divide la D.E. de carga a granel/año sobre la capacidad de carga del buque, la cual se trabajará sobre el de mayor capacidad, ya que el puerto tratará de comercializarse en el servicio a buques de gran calado.

$$\begin{array}{l} \text{No. de Buques} \\ \text{Graneleros Esperados} \\ \text{Buques/año} \end{array} = \frac{\text{D.E. carga (ton)} \quad 2.000.000 \text{ ton/año}}{\text{Carga buque (ton)} \quad 80.000 \text{ ton/buque}} = \frac{2.000.000}{80.000} = 25$$

Para la carga general en contenedores, se trabajará con buques portacontenedores de 1.600 TEU's de capacidad, los cuales son los más frecuentes ya que representan el 64,7% de la flota mundial de buques¹³.

$$\begin{array}{l} \text{No. de Buques Porta} \\ \text{Contenedores Esperados} \\ \text{Buques/año} \end{array} = \frac{\text{D.E. carga (TEU's/año)} \quad 48.780 \text{ TEU's/año}}{\text{Carga buque (ton)} \quad 1.600 \text{ TEU's/buque}} = \frac{48.780}{1.600} = 31$$

Para la 2ª.Fase.

Las características del puerto siguen estando dimensionadas para atender buques hasta de 80.000 dwt.. Luego el cálculo de Número de Buques Esperados en puerto para cada tipo de carga es el siguiente:

¹³ Datos obtenidos de w.w.w.intercargo.org. The Dry Cargo Industry

No. de Buques Graneleros Esperados Buques/año	D.E. carga (ton) = -----	5.000.000 ton/año = -----	= 63
	Carga buque (ton)	80.000 ton/buque	

Para la carga general en contenedores, se sigue trabajando con buques portacontenedores de 1.600 TEU's de capacidad.

No. de Buques Porta Contenedores Esperados Buques/año	D.E. carga (TEU's/año) = -----	107.300 TEU's/año = -----	= 68
	Carga buque (ton)	1.600 TEU's/buque	

Para la Fase 3^{era}.

Para este periodo de operación, las estructuras marítimas son dragadas para profundizar hasta 20 metros, con el objeto de atender el ingreso de buques de gran calado tipo Capesize graneleros, con un promedio de 110.000 dwt., y buques portacontenedores tipo Pánamax de 4.400 TEU's y Post Pánamax con capacidad para 9.000 TEU's.

Para determinar la Demanda Esperada de buques, se tiene en cuenta la frecuencia con que puedan aparecer y solicitar atención en puerto. Para tal fin, se tiene en cuenta la composición de la Flota Mundial de Buques Graneleros, constituyendo dos grupos: Buques con un peso muerto entre los 10.000 y 79.999 dwt, representan el 90% de la Flota de buques en el mundo, por tanto, son mucho más frecuentes; otro grupo, constituido por buques con 80.000 a 180.000 dwt., representan tan sólo el 10% del número total de buques del mundo¹⁴.

Con el objeto de ponderar la demanda esperada de buques en puerto, procedemos a determinar la carga a granel que podrá transportar por cada grupo de naves, dada su frecuencia de aparición en el mercado.

Para carga a granel, estimamos la cantidad a ser transportada por cada grupo de buques. La Demanda Esperada de carga a granel para la tercera etapa es de 7,5 MMTA, de los cuales:

7,5 MMTA * 0,90 = 6,75 MMTA que se podrán mover en buques entre 10.000 y 79.999 dwt.

7,5 MMTA * 0,10 = 0,75 MMTA que se podrán mover en buques mayores a 80.000 dwt.

Ahora, determinamos el número de buques esperados mediante el cociente entre la D.E. de cada tipo de carga y el valor promedio del peso muerto de los buques de cada grupo establecido.

¹⁴ La Flota Mundial de Buques Graneleros a principios de 1998, constaba de 5336 naves. Tomado de Intercargo.

No. de Buques Graneleros Esperados Buques/año 10.000 – 79.999 dwt.	=	D.E. carga (ton) -----	=	6.750.000 ton/año -----	= 150
		Carga buque (ton)		45.000 ton/buque	

No. de Buques Graneleros Esperados Buques/año 80.000 – 180.000 dwt.	=	D.E. carga (ton) -----	=	750.000 ton/año -----	= 7
		Carga buque (ton)		110.000 ton/buque	

Para carga general en contenedores, estimamos la cantidad a ser transportada por cada grupo de buques, de acuerdo a la composición de la Flota Mundial¹⁵. La Demanda Esperada de carga a granel para la tercera Etapa es de 3,2 MMTA, de los cuales:

3,2 MMTA * 0,65 = 2,08 MMTA, que se podrán mover en buques entre 10.000 y 49.999 dwt.

Buques con capacidad para 1.600 TEU's.

3,2 MMTA * 0,35 = 1,12 MMTA que se podrán mover en buques mayores a 50.000 dwt.
Buques con capacidad promedio para 4.400 TEU's.

Luego, la demanda esperada de buques portacontenedores es la siguiente:

No. de Buques Porta Contenedores Esperados Buques/año 10.000 – 49.999 dwt.	=	D.E. carga (TEU's/año) -----	=	101.464 TEU's/año -----	= 64
		Carga buque (ton)		1.600 TEU's/buque	

No. de Buques Porta Contenedores Esperados Buques/año > 50.000 dwt.	=	D.E. carga (TEU's/año) -----	=	54.635 TEU's/año -----	= 13
		Carga buque (ton)		4.400 TEU's/buque	

4.3. Espacios Terrestres Utilizados

Las áreas establecidas para la construcción de las estructuras terrestres del puerto son las siguientes:

¹⁵ Flota de buques Dry Cargo, 2003. Handies, 1600 TEU's 64,7%; Pánamax 4400 TEU's, 24,1% y Post Pánamax, 9000 TEU's, 11,2%. Tomado de w.w.w.intercargo.org.

Desenglobe Almacenamiento y Acopio

DESCRIPCIÓN	DIMENSIONES	ÁREA (m ²)
Patio de Contenedores	400X380	152.000
Patio carga a granel	200X125	25.000
Patio carga suelta	100X130	13.000
Bodegas	2*(110X40)	8.800
Bodega de combustible	80X30	2.400
Totales		201.200

Estacionamientos y Transferencia

DESCRIPCIÓN	DIMENSIONES	ÁREA (m ²)
Patio Estacionamiento de Tractomulas	150X150 160X 50	24.900
Transferencia (Muelle)	160X34,5	5.520

Áreas de Circulación (Vía principal y zonas de movilización)

DESCRIPCIÓN	DIMENSIONES	ÁREA (m ²)
Área de Circulación administrativa	-----	46.524
Vía al interior del puerto	960X14,7	14.112
Totales		60.636

Área Administrativa

DESCRIPCIÓN	DIMENSIONES	ÁREA (m ²)
Área Administrativa	14X14	196
Casino	15X30	450
Talleres	28X15	420
Planta Eléctrica	7,6X5	38
Sanitario y vestieres	3,8X5,6	21,28
Totales		1.126

• **Servicios Portuarios Disponibles**

El área de almacenamiento de carga general y contenedores

Corresponde a la sumatoria de la zona de patios de contenedores, patios de carga suelta y bodegas:

Área Almacenamiento Carga General = Patio contenedores+patio carga suelta+bodegas

Área Almacenamiento Carga General = 152.000 + 13.000 + 8.800 = 173.800 m²

Uso de Instalaciones Portuarias Marítimas a la Carga.

- Marítimas = área dársena + viaducto + canal de acceso

Marítimas = $\pi (364)^2 + (249 \times 14,5) + (220 \times 1712) = 79,6$ há.

Uso de Instalaciones Portuarias Terrestres a la Carga.

DESCRIPCION	ÁREA (m ²)
Patios de Almacenamiento/Acopio	201.200
Vía principal del puerto	13.920
Patio de estacionamiento de tractomulas	24.900
TOTAL	240.020

Movilización Terrestre

Comprende al área destinada para la construcción y funcionamiento de la vía de acceso al puerto, desde la Troncal del Caribe a la zona de patios del puerto.

Área vía de acceso = 4.100 m * 10,30 m = 42.230 m², equivalentes a 4,22 há.

Pesaje de Mercancías

El área lo ocupa la báscula para pesaje de camiones de carga:

Área pesaje = 150 m² + 7,5 m² = 157,5 m²

5.5. Infraestructura y Áreas Terrestres

a) Capacidad de Transferencia de Carga Prevista para la primera etapa de operación del puerto.

Para cada uno de los sitios de atraque y servicio, se determina el porcentaje de disponibilidad, definido como el periodo del año en que el sitio de atraque se encuentra desocupado, con la posibilidad de aceptar de manera inmediata un buque.

Inicialmente se determina la demanda esperada de naves para cada etapa de operación, y el tiempo que utiliza el puerto para atenderlas, resultado que corresponde al tiempo estimado que permanecerá ocupado dicho sitio de servicio.

Se utilizará para la proyección de los factores de ocupación del puerto, los máximos Rendimientos Efectivos de los sistemas de descargue de los buques.

Etapa 1^{era}.

- Tiempo de asistencia a buques graneleros de 80.000 ton.

$$Ta = N^{\circ} \text{ buques} * \text{ tiempo/buque/puerto/granel}$$

$$Ta = 25 \text{ buques} * 1,28 \text{ día/buque} = 32 \text{ días}$$

- Tiempo de asistencia a buques portacontenedores de 1600 TEU's de capacidad.

$$Ta = N^{\circ} \text{ buques} * \text{ tiempo/buque/puerto/portacontenedor}$$

$$Ta = 31 \text{ buques} * 1,5 \text{ día/buque} = 46,5 \text{ días}$$

Tiempo total de servicio de buques esperados en puerto, 78,5 días, que equivale al 21,5% del tiempo al año (factor de ocupación). Por tanto, se tendrá una disponibilidad de los sitios de atraque del 78,5%. Como la demanda esperada es inferior a la capacidad del puerto, cualquiera de los dos sitios de atraque puede cubrir la demanda estimada.

NOTA: Estos parámetros de rendimiento para cada sitio de atraque, se consideran iguales, ya que la probabilidad de prestar servicio a los buques es del 50%.

Etapa 2^a.

- Tiempo de asistencia a buques graneleros de 80.000 ton.

$$Ta = N^{\circ} \text{ buques} * \text{ tiempo/buque/puerto/granel}$$

$$Ta = 63 \text{ buques} * 1,28 \text{ día/buque} = 80,6 \text{ días}$$

- Tiempo de asistencia a buques portacontenedores de 1600 TEU's de capacidad.

$$Ta = N^{\circ} \text{ buques} * \text{ tiempo/buque/puerto/portacontenedor}$$

$$Ta = 68 \text{ buques} * 1,5 \text{ día/buque} = 102 \text{ días}$$

Factor de ocupación eficiente	50%
Disponibilidad	50%

NOTA: Se mantienen los estimativos de rendimiento iguales para ambos sitios de atraque.

Etapa 3^{era}.

- Tiempo de asistencia a buques graneleros de 80.000 ton.

$$Ta = N^{\circ} \text{ buques} * \text{ tiempo/buque/puerto/granel}$$

$$Ta = 150 \text{ buques} * 1,28 \text{ día/buque} = 192 \text{ días}$$

- Tiempo de asistencia a buques graneleros de 110.000 ton.

$$Ta = N^{\circ} \text{ buques} * \text{ tiempo/buque/puerto/granel}$$

$$Ta = 7 \text{ buques} * 1,76 \text{ día/buque} = 12,3 \text{ días}$$

Total asistencia a buques graneleros 204,3 días, para un factor de ocupación del 56%.

- Tiempo de asistencia a buques portacontenedores de 1.600 TEU's de capacidad.

$$Ta = N^{\circ} \text{ buques} * \text{ tiempo/buque/puerto/portacontenedor}$$

$$Ta = 64 \text{ buques} * 1,5 \text{ día/buque} = 96,0 \text{ días}$$

- Tiempo de asistencia a buques portacontenedores de 4.400 TEU's de capacidad.

$$Ta = N^{\circ} \text{ buques} * \text{ tiempo/buque/puerto/portacontenedor}$$

$$Ta = 13 \text{ buques} * 3,97 \text{ día/buque} = 51,6 \text{ días}$$

Total asistencia a buques portacontenedores 147,6 días, para un factor de ocupación del 40,0%.

NOTA: Al sumar los tiempos estimados de atención a los buques para la tercera etapa de operación, se requieren 351,9 días, inferior al número de días al año; por tanto, no se requiere una ocupación simultánea de los sitios de atraque. Sin embargo, si la demanda de servicio lo requiere se debe hacer uso simultáneo de los sitios de atraque; esto aumenta de manera significativa la posibilidad de oferta del servicio portuario en la zona.

- Capacidad de Transferencia de cada sitio y total en la Primera Etapa de operación:

Sitio N° 1.

Cuenta con la capacidad para atender buques de 10.000 a 80.000 dwt., tanto carga a granel como contenedores.

Para establecer la frecuencia estimada de solicitud de servicio en puerto, se toma la información de la composición de la Flota Mundial de Buques. Un 91% de los buques de la Flota de graneleros tienen una capacidad entre las 10.000 y 80.000 dwt., mientras que en los portacontenedores y carga general, un 64,7% corresponde a buques tipo Handy, con 1600 TEUS's de capacidad, y un 35,3% de buques Pánamax y Post Pánamax, de 4400 y 9000 TEU's, respectivamente.

Sitio N° 2.

Cuenta con las dimensiones para atender buques entre los 10.000 y 35.000 dwt., portacontenedores hasta de 1.600 TEU's y Graneleros hasta 35.000 dwt.

Se toma el mismo porcentaje de composición de la flota de buques, como estimativo de la frecuencia de servicio, 64,7% para buques portacontenedores de 1.600 TEU's..

- Capacidad de transferencia de carga Etapa 1°.

Sitio N° 2. $1,0 \text{ MMTA} * 0,647 = 647.000 \text{ TN}$

Sitio N° 1. $2,0 \text{ MMTA} + (1,0 * 0,353) = 2,35 \text{ MMTA}$

- Capacidad de transferencia de carga Etapa 2°.

Sitio N° 2. $2,2 \text{ MMTA} * 0,647 = 1.423.400 \text{ TN}$

Sitio N° 1. $5,0 \text{ MMTA} + (2,2 * 0,353) = 5,77 \text{ MMTA}$

- Capacidad de transferencia de carga Etapa 3°.

Sitio N° 2. $3,2 \text{ MMTA} * 0,647 = 2.070.400 \text{ TN}$

Sitio N° 1. $7,5 \text{ MMTA} + (3,2 * 0,353) = 8,62 \text{ MMTA}$

d) Breve descripción de las Áreas y Estructuras Terrestres

□ **Carga General y contenedores**

La Capacidad Instalada del puerto para el servicio de almacenamiento de carga general en contenedores, corresponde a seis patios de 17.360 m², para un total de 104.160 m². Cada patio permite almacenar 1.764 TEU's, dispuestos en seis filas verticales, para una capacidad total de almacenamiento de 10.584 TEU's.

Tasa de producción de la línea de Carga General es de 738 t.p.h., equivalentes a mover 36 TEU's/hora. El Rendimiento Efectivo estimado es de 33 TEU's hora, equivalentes a 792 TEU's día.

Cálculo de rotación de la carga almacenada será de:

$$\text{Tasa rotación inventario} = \frac{\text{C.I. almacenamiento (Conte.) 10.584 TEU's}}{\text{Producción (TEU's/día) 792 TEU's/día}} = 13,4 \text{ días}$$

La Tasa de rotación al mes es de 2,23 veces, lo que implicaría mover un total de 23.696 TEU's por mes.

Capacidad producción cargue = 10584 * 2,23 * 12 = 284.352 TEU's/año

Capacidad que cubre las demandas esperadas para las tres (3) primeras Etapas de operación del puerto..

□ **Carga a Granel.**

Se proyectan dos (2) unidades de descargue de tractomulas, comunicadas en serie y alimentando una misma banda transportadora, la cual moviliza carga al equipo de apilamiento en patios, y un sistema de reclamación mecánica con una tasa de 738 t.p.h..

Cada unidad de servicio de descargue cuenta con: tolva de foso de 80 TN de capacidad, dos plataformas hidráulicas para atender dos tractomulas por ciclo, un "apron feeder" con banda transportadora. Este dimensionamiento de la unidad de recibo, tiene una tasa de producción de 932 t.p.h., para ciclos de descargue de nueve (9) minutos.

Para la capacidad actual de almacenamiento de este tipo de carga, las 81.000 TN dispuestas en tres (3) pilas de acopio, se requiere un tiempo de apilamiento de 3,4 días. Por lo tanto, cargar en puerto un buque de capacidad superior a 80000 TN, se requerirá más tiempo del contemplado en el servicio de descargue, 3,37 días.

Las primeras 80.000 TN las moverá en 3,4 días, a razón de 997,5 t.p.h. de la zona de apilamiento, tasa de producción determinada por la reclamación del material mediante los cargadores frontales que alimentan las bandas transportadoras hasta muelle de cargue.¹⁶

La cantidad restante de carga tendrá que moverla a la tasa de 885,4 t.p.h.¹⁷ determinada por la operación de descargue de tractomulas, ya que la carga en almacenamiento se ha agotado.

Por ejemplo, si tomamos un buque tipo Capesize de 110.000 dwt., con patios llenos (81.000 TN), 29.000 TN tendrán que moverse a una tasa de 885,4 t.p.h.

$$\text{Tiempo de cargue} = \frac{\text{Carga mover}}{\text{Tasa de producción}} = \frac{29.000 \text{ ton}}{885,4 \text{ t.p.h.}} = 1,3 \text{ días}$$

Por lo tanto, el tiempo de atención al buque es de 4,7 días. Con el objeto de disminuir este tiempo de atención a buques de capacidad entre 80.000 y 180.000 dwt., se ampliará el área de patios a granel, a seis (6) pilas de almacenamiento, llegando a una capacidad de 162.000 TN.

El tiempo de apilamiento para esa capacidad de carga es de 7,62 días a una tasa de 885,4 t.p.h., permitiendo una rotación de carga de 3,94 veces al mes y una capacidad de movimiento de carga de 638.280 TN/mes.

$$\text{Capacidad movimiento carga} = 162.000 \text{ TN} * 3,94 \text{ ciclo/mes} = 638.280 \text{ TN/mes}$$

6.1. PROPUESTA DEL PLAN MAESTRO PORTARIO Cronograma de Utilización de Espacios

Para determinar el tiempo de utilización de espacios y capacidad instalada del puerto, se halla el cociente entre la demanda esperada de carga anual (D.E.) y la capacidad instalada (C.I.) existente para ese periodo de operación:

□ Situación prevista para la 1^{era} Etapa.

Carga a granel

$$\text{Porcentaje Utilización Espacios} = \frac{\text{D.E. (ton/año)}}{\text{C.I. (ton/año)}} = \frac{2,0 \text{ Mton/año}}{8,73 \text{ Mton/año}} = 23,0\%$$

¹⁶ Cargadores frontales de 150 t.p.h. de capacidad, balde de 10 ton, y ciclos de cargue de 4'. Se implementarán siete (7) cargadores de reclamación para una capacidad de 1050 t.p.h.

¹⁷ Anexo N°.2. Cálculos de Rendimiento Efectivo de la Infraestructura Portuaria.

Carga general y contenedores

$$\text{Porcentaje Utilización Espacios} = \frac{\text{D.E. (ton/año)}}{\text{C.I. (ton/año)}} = \frac{1,0 \text{ Mton/año}}{7,72 \text{ Mton/año}} = 13,0\%$$

□ **Situación prevista para la 2ª. Etapa.**

Carga a granel

$$\text{Porcentaje Utilización Espacios} = \frac{\text{D.E. (ton/año)}}{\text{C.I. (ton/año)}} = \frac{5,0 \text{ Mton/año}}{8,73 \text{ Mton/año}} = 57,3\%$$

Carga general y contenedores

$$\text{Porcentaje Utilización Espacios} = \frac{\text{D.E. (ton/año)}}{\text{C.I. (ton/año)}} = \frac{2,2 \text{ Mton/año}}{7,72 \text{ Mton/año}} = 28,5\%$$

□ **Situación prevista para la 3ª. Etapa.**

Carga a granel

$$\text{Porcentaje Utilización Espacios} = \frac{\text{D.E. (ton/año)}}{\text{C.I. (ton/año)}} = \frac{7,5 \text{ Mton/año}}{8,73 \text{ Mton/año}} = 85,9\%$$

Carga general y contenedores

$$\text{Porcentaje Utilización Espacios} = \frac{\text{D.E. (ton/año)}}{\text{C.I. (ton/año)}} = \frac{3,2 \text{ Mton/año}}{7,72 \text{ Mton/año}} = 41,5\%$$

NOTA: La Capacidad Instalada de operación de carga a granel se establece desde la primera fase del proyecto, en 8,73 MMTA, dado el Rendimiento Efectivo de la línea de cargue, 997,5 t.p.h.

6.4. Alteraciones Varias

- Ambientales

Para esta tercera etapa de operación se proyecta profundizar a nivel de espacios marítimos, dársena y canal de acceso, de los 15 a 20 metros. Lo que implica actividades de dragado para remover alrededor de 4.852.147 m³.

6.8. Alteraciones a los Espacios Marítimos

El volumen de dragado inicial estimado, para el diseño del muelle y viaducto a 349 metros de línea de playa, muelle en la cota de (-5 m.), corresponde a 7.089.916 m³, para una longitud de canal de 1712 metros y una profundidad de 15 metros.

ANEXO No.1

CÁLCULO DE LA PROFUNDIDAD DEL PUERTO

La profundidad del puerto representa una de las características fundamentales del Terminal portuario, y está determinada por los calados permisibles límites de los barcos, es decir su tonelaje y tipo de construcción.

Los niveles de cálculo del puerto y de los canales de acceso, deben tomar en cuenta varios aspectos relacionados con: la escogencia del calado de los barcos, tipo de estructuras marítimas del puerto, características de oleaje de la zona, las tasas de sedimentación entre periodos de dragado, entre otros.

La profundidad del puerto marítimo se determina mediante la siguiente fórmula:¹⁸

$$H = T + Z_1 + Z_2 + Z_3 + Z_4$$

Donde:

H = Profundidad del puerto (m.)

T = Calado del cálculo del buque (m)

Z₁ = Margen de seguridad de navegación bajo la quilla

Z₂ = Margen de seguridad por oleaje

Z₃ = Margen de seguridad por aumento de calado, con buque en movimiento

Z₄ = Margen de seguridad por sedimentación

Determinación de márgenes de seguridad:

El Margen de seguridad de navegación bajo la quilla del buque, se establece respecto a las siguientes variables: tipo de suelo del fondo marino y las dimensiones de eslora del buque. El fondo marino en la zona del puerto, se caracteriza por que prevalecen los suelos blandos, de arenas limosas sueltas y arcillosas, aunado a las longitudes de eslora superiores a 125 metros, de los buques esperados en puerto, determinan un Margen de seguridad de navegación (Z₁) de 0,30 metros, bajo la quilla.

Margen de Seguridad por Oleaje (Z₂)

Se establece con base en la Altura de Ola Significativa (Hs) promedio, para las zonas donde se determina la profundidad. Como las zonas marítimas del puerto, involucran varias profundidades, se promedia el valor de la altura de ola significativa para varias profundidades. El valor promedio de la Altura de Ola Significativa, para el sector comprendido entre las profundidades de 5 y 15 metros, correspondió a un Hs de 4,5 metros.

$$Z_2 = 0,3 * Hs - Z_1$$

$$Z_2 = 0,3 * 4,5 \text{ m.} - 0,30 \text{ m} = 1,05 \text{ m.}$$

¹⁸ Tomada del documento “Puertos y Estructuras Marítimas” PhD. Ing. G. Oramas O. División de Ingeniería de la Universidad del Valle.

Margen de Seguridad por Aumento del Calado del barco en movimiento (Z_3)

Se calcula por la fórmula que involucra la velocidad de aproximación del buque en Km/h, en las zonas marítimas de puerto y un coeficiente relacionado con la longitud de la eslora del buque.

$$Z_3 = K * V$$

Donde: K = Coeficiente en función de eslora. Para Buques de eslora > 185 m., el valor de K, es de 0,033.

V = Velocidad de aproximación de buques. Para buques de gran calado, 0,54 Km/h

$$Z_3 = 0,033 * 0,54 \text{ Km/h} = 0,018$$

Margen de Seguridad por Sedimentación (Z_4)

Este margen de seguridad se establece con base en la tasa de sedimentación, en el periodo entre trabajos regulares de profundización y mantenimiento del fondo, procesos de dragado, y no debe ser menor de la medida en la cual es posible el trabajo de la draga, aproximadamente 0.40 cm. Este valor será asumido como margen de seguridad por sedimentación en la zona del proyecto, ya que las tasas de sedimentación serán bajas al haber retirado las estructuras marítimas del puerto, de las zonas de alta sedimentación, específicamente la acción de la corriente litoral.

Por lo tanto, el margen de seguridad de navegación para el área del proyecto es:

$$\begin{aligned} \text{Margen de Seguridad} \\ \text{de navegación (Msn)} \end{aligned} = Z_1 + Z_2 + Z_3 + Z_4$$

$$\text{Msn} = 0,30 + 1,05 + 0,018 + 0,40 = 1,77 \text{ metros.}$$

Considerando la nave de diseño prevista para la primera Etapa de operación del puerto, el calado del cálculo del barco fluctúa entre los 45 y 48 pies, es decir, un valor promedio de 46,5 pies, equivalentes a 14,17 metros (T).

Así, el cálculo de la profundidad del puerto será:

$$H = T + \text{Msn} = 14,17 + 1,77 = 15,94 \text{ metros.}$$

Este metro adicional en la profundidad de las estructuras marítimas del puerto, fue contemplado como holgura en el proceso de dragado. Se encuentra incluido en los volúmenes iniciales de dragado de 8,58 Mm³.

ANEXO No.2

CALCULOS DE RENDIMIENTO EFECTIVO DE LAS INSTALACIONES PORTUARIAS

1. Cálculos de Tiempos de Servicio Activo (Tba)

□ Primera y Segunda Etapa del Proyecto

Para el Material a Granel: (Tbag)

Caso 1: Sin inventario en patios de almacenamiento

Tbag = Carga del buque (ton) / Capacidad de cargue de la línea

Tbag = 80.000 ton. / 932 t.p.h. = 85,8 h = 3,6 días

Caso 2: Con inventario en patios de almacenamiento

Tbag = Carga del buque (ton) / Capacidad de cargue de la línea

Tbag = 80.000 ton. / 1050 t.p.h. = 76,2 h = 3,2 días

Para Material General o Contenerizado (Tbac)

Caso 1: Cargue de buques

Tbac = Carga del buque (TEU's) / Capacidad de cargue de la línea

Tbac = 1.600 TEU's / 36 TEU's = 44,4 h = 1,9 días

Caso 2: Descargue de buques con almacenamiento temporal en muelle

Tbac = Carga del buque (TEU's) / Capacidad de cargue de la línea

Tbac = 1.600 TEU's / 48 TEU's = 33,3 h = 1,4 días

□ Tercera Etapa del Proyecto

Para el Material a Granel: (Tbag)

Caso 1: Sin inventario en patios de almacenamiento

Tbag = Carga del buque (ton) / Capacidad de cargue de la línea

Tbag = 110.000 ton. / 932 t.p.h. = 118,0 h = 4,9 días

Caso 2: Con inventario en patios de almacenamiento

$T_{bag} = \text{Carga del buque (ton)} / \text{Capacidad de cargue de la línea}$

$T_{bag} = 110.000 \text{ ton.} / 1050 \text{ t.p.h.} = 104,8 \text{ h} = 4,4 \text{ días}$

Para Material General o Contenerizado (Tbac)

Caso 1: Cargue de buques

$T_{bac} = \text{Carga del buque (TEU's)} / \text{Capacidad de cargue de la línea}$

$T_{bac} = 4.400 \text{ TEU's} / 36 \text{ TEU's} = 122,2 \text{ h} = 5,1 \text{ días}$

Caso 2: Descargue de buques con almacenamiento temporal en muelle

$T_{bac} = \text{Carga del buque (TEU's)} / \text{Capacidad de cargue de la línea}$

$T_{bac} = 4.400 \text{ TEU's} / 48 \text{ TEU's} = 91,7 \text{ h} = 3,8 \text{ días}$

2. Cálculos de Tiempos Muertos de Operación (Tbm)

Los tiempos muertos de operación incluyen tiempos de actividades de amarre y desamarre de buques. Se ha establecido un tiempo muerto de actividades operativas del puerto de 4 horas (0,17 días).

3. Cálculos de Tiempo Total de Permanencia en Puerto (Tbt)

El Tiempo total de permanencia de los buques en puerto, está dado por la sumatoria del tiempo de servicio activo suministrado y el tiempo muerto del mismo.

□ Primera y Segunda Etapa del Proyecto

Para el Material a Granel: (Tbtg)

Caso 1: Sin inventario en patios de almacenamiento

$T_{btg} = \text{Tiempo de servicio activo (Tba)} + \text{Tiempo Muerto (Tbm)}$

$T_{btg} = 3,6 + 0,17 = 3,77 \text{ días}$

Caso 2: Con inventario en patios de almacenamiento

$T_{btg} = T_{ba} + T_{bm}$

$T_{btg} = 3,2 + 0,17 = 3,37 \text{ días}$

Para Material General o Contenerizado (Tbac)

Caso 1: Cargue de buques

$$Tbtc = Tba + Tbm$$

$$Tbtc = 1,9 + 0,17 = 2,07 \text{ días}$$

Caso 2: Descargue de buques con almacenamiento temporal en muelle

$$Tbtc = Tba + Tbm$$

$$Tbtc = 1,4 + 0,17 = 1,57 \text{ días}$$

□ **Tercera Etapa del Proyecto**

Para el Material a Granel: (Tbtg)

Caso 1: Sin inventario en patios de almacenamiento

$$Tbtg = \text{Tiempo de servicio activo (Tba)} + \text{Tiempo Muerto (Tbm)}$$

$$Tbtg = 4,9 + 0,17 = 5,07 \text{ días}$$

Caso 2: Con inventario en patios de almacenamiento

$$Tbtg = Tba + Tbm$$

$$Tbtg = 4,4 + 0,17 = 4,57 \text{ días}$$

Para Material General o Contenerizado (Tbac)

Caso 1: Cargue de buques

$$Tbtc = Tba + Tbm$$

$$Tbtc = 5,1 + 0,17 = 5,27 \text{ días}$$

Caso 2: Descargue de buques con almacenamiento temporal en muelle

$$Tbtc = Tba + Tbm$$

$$Tbtc = 3,8 + 0,17 = 3,97 \text{ días}$$

3. Cálculo del Rendimiento Efectivo (Re)

El cálculo del Rendimiento Efectivo para cada línea de movilización de carga del puerto, está dado por la relación del tiempo activo efectivo multiplicado por la capacidad de cargue del sistema.

$$Re = \text{Capacidad cargue (t.p.h)} * (Tba / Tbt)$$

□ Primera y Segunda Etapa del Proyecto

Para la línea de Manejo de Material a Granel: (Reg)

Caso 1: Sin inventario en patios de almacenamiento

$$Reg = \text{Capacidad cargue (t.p.h)} * (Tbag / Tbtg)$$

$$Reg = 932 \text{ t.p.h.} * (3,6 / 3,77) = 932 \text{ t.p.h.} * 0,95 = 885,4 \text{ t.p.h.}$$

Caso 2: Con inventario en patios de almacenamiento

$$Reg = \text{Capacidad cargue (t.p.h)} * (Tbag / Tbtg)$$

$$Reg = 1050 \text{ t.p.h.} * (3,2 / 3,37) = 1050 \text{ t.p.h.} * 0,95 = 997,5 \text{ t.p.h.}$$

Para la Línea de Manejo de Material General o Contenerizado (Rec)

Caso 1: Cargue de buques

$$Rec = \text{Capacidad cargue (TEU's)} * (Tbac / Tbtc)$$

$$Reg = 36 \text{ TEU's} * (1,9 / 2,07) = 36 \text{ TEU's} * 0,92 = 33 \text{ TEU's}$$

Caso 2: Descargue de buques con almacenamiento temporal en muelle

$$Rec = \text{Capacidad cargue (TEU's)} * (Tbac / Tbtc)$$

$$Reg = 48 \text{ TEU's} * (1,4 / 1,57) = 48 \text{ TEU's} * 0,90 = 43 \text{ TEU's}$$

□ **Tercera Etapa del Proyecto**

Para la línea de Manejo de Material a Granel: (Reg)

Caso 1: Sin inventario en patios de almacenamiento

$$\text{Reg} = \text{Capacidad cargue (t.p.h)} * (\text{Tbag} / \text{Tbtg})$$

$$\text{Reg} = 932 \text{ t.p.h.} * (4,9 / 5,07) = 932 \text{ t.p.h.} * 0,97 = 904 \text{ t.p.h.}$$

Caso 2: Con inventario en patios de almacenamiento

$$\text{Reg} = \text{Capacidad cargue (t.p.h)} * (\text{Tbag} / \text{Tbtg})$$

$$\text{Reg} = 1050 \text{ t.p.h.} * (4,4 / 4,57) = 1050 \text{ t.p.h.} * 0,96 = 1008 \text{ t.p.h.}$$

Para la Línea de Manejo de Material General o Contenerizado (Rec)

Caso 1: Cargue de buques

$$\text{Rec} = \text{Capacidad cargue (TEU's)} * (\text{Tbac} / \text{Tbtc})$$

$$\text{Reg} = 36 \text{ TEU's} * (5,1 / 5,27) = 36 \text{ TEU's} * 0,97 = 34 \text{ TEU's}$$

Caso 2: Descargue de buques con almacenamiento temporal en muelle

$$\text{Rec} = \text{Capacidad cargue (TEU's)} * (\text{Tbac} / \text{Tbtc})$$

$$\text{Reg} = 48 \text{ TEU's} * (3,8 / 3,97) = 48 \text{ TEU's} * 0,96 = 46 \text{ TEU's}$$

CALCULO DE LA CAPACIDAD INSTALADA DEL PUERTO

Para determinar la Capacidad Instalada del puerto, se tendrá en cuenta ciertas variables de operatividad e infraestructura como: número de sitios de atraque, el rendimiento efectivo de cada línea de movilización de carga y tiempo total estimado, anual.

Se establecerá un cálculo de la Capacidad Instalada del puerto para cada línea de movimiento de materiales, y para las actividades de cargue y descargue, aplicando la siguiente formulación:

$$C.I. = N * Re * D$$

Donde:

C.I. = Capacidad Instalada
N = Número de sitios de atraque
Re = Rendimiento Efectivo
D = Periodo (días)

Se tendrán en cuenta los cálculos del Rendimiento Efectivo para cada línea de carga, condicionados a un análisis del Diagrama de Flujo de operaciones y la tasa limitante de producción del proceso.

Con el objeto de determinar capacidades específicas de operación del puerto, se trabajará con valores promedio o con los máximos valores alcanzados.

□ Primera y Segunda Etapa del Proyecto

Para el Material a Granel

Se determinará con el máximo Rendimiento Efectivo de la línea, cuando se cuenta con Inventario en Patios de Almacenamiento, y para un solo sitio de atraque (N=1).

$$C.I. = N * Re * D$$

$$C.I. = 997,5 \text{ t.p.h.} * 24 \text{ h/día} * 365 \text{ días/año} = 8.738.100 \text{ t/año}$$

Para Material General o Contenerizado

Se determinará con el máximo Rendimiento Efectivo de la línea, establecida para el descargue de buques con almacenamiento temporal en muelle, y para un solo sitio de atraque (N=1).

$$C.I. = N * Re * D$$

$$C.I. = 43 \text{ TEU's} / h * 24 \text{ h/día} * 365 \text{ días/año} = 376.680 \text{ TEU's} / \text{año}$$

□ **Tercera Etapa del Proyecto**

Para el Material a Granel

Se determinará con el máximo Rendimiento Efectivo de la línea, cuando se cuenta con Inventario en Patios de Almacenamiento, y para un solo sitio de atraque (N=1).

$$C.I. = N * Re * D$$

$$C.I. = 1008 \text{ t.p.h.} * 24 \text{ h/día} * 365 \text{ días/año} = 8.830.080 \text{ t/año}$$

Para Material General o Contenerizado

Se determinará con el máximo Rendimiento Efectivo de la línea, establecida para el descargue de buques con almacenamiento temporal en muelle, y para un solo sitio de atraque (N=1).

$$C.I. = N * Re * D$$

$$C.I. = 46 \text{ TEU's} / h * 24 \text{ h/día} * 365 \text{ días/año} = 402.960 \text{ TEU's} / \text{año}$$

ANEXO No.3

CÁLCULO DEL ÁREA DE ESTRUCTURAS MARÍTIMAS DEL PUERTO¹⁹

El cálculo de las estructuras marítimas del puerto comprenden el dimensionamiento de las obras de Canal de Aproximación, Fondeaderos, Dársenas de maniobras y estructuras de protección y abrigo.

□ Área de Volteo del Barco Mayor Esperado

El dimensionamiento del área de la dársena para la maniobrabilidad de los buques que entrarán a puerto, tuvo en cuenta los siguientes criterios de diseño: área de volteo del mayor buque esperado, en el fondeadero interno; y el radio máximo de giro del buque.

Área de Volteo, en el Fondeadero Interno (W_1)

El área de volteo para el fondeadero interno, está condicionada por la eslora máxima del buque esperado en puerto.

$$W_1 = 15 * L_2$$

Donde:

W_1 = Área de volteo

L_2 = Eslora del buque mayor esperado

Para la Etapa Tercera del proyecto se tiene planeado la entrada de buques de gran calado, hasta 200000 dwt, con una eslora de 315 metros. Por lo tanto, para este tipo de buques se estima un área de volteo de:

$$W_1 = 15 * 315 \text{ m.} = 4725 \text{ m}^2 = 0,47 \text{ has.}$$

□ Radio Mínimo de Giro (R_{min})

El radio mínimo de giro, también está condicionado por el máximo valor de eslora de los buques a recibir en puerto. Se determina por la formulación:

$$R_{min} = 3 * L_2$$

Donde:

R_{min} = Radio mínimo

L_2 = Eslora del buque mayor esperado

¹⁹ Formulación tomada del documento PUERTOS Y ESTRUCTURAS MARÍTIMAS, del PhD. Ing. Oramas O.

Para la Etapa Tercera del proyecto se tiene planeado la entrada de buques de gran calado, hasta 200000 dwt, con una eslora de 315 metros. Por lo tanto, para este tipo de buques se estima un radio mínimo de giro (Turning Circle) de:

$$R_{\min} = 3 * 315 \text{ m.} = 945 \text{ m.}$$

Las Especificaciones de la Dársena del Puerto, tiene un diámetro total de 922 metros, para un área de 66,8 has., con un radio máximo de giro de 364 m..

La Relación de Giro estimada para el puerto es de 2,3, para buques de 315 metros de eslora y capacidades de 200000 dwt., y un área unitaria por atracadero de 55 has., bastante grande comparada con otros puertos del mundo, como: Sydney con 10,8 has.; Odesa con 4,3 has.

Las 66,8 has definidas para la zona de maniobras, es suficiente para cubrir el área de volteo en un fondeadero interno del puerto de 0,47 has., y el área de maniobras de atraque.

□ **Longitud Mínima para disminuir velocidad del buque, en las instalaciones marítimas del puerto.**

La distancia mínima requerida para disminuir la velocidad del buque en el momento de la entrada directa al puerto, está condicionada por variables como: velocidad del barco en el momento de la desconexión de la propulsión de popa, el desplazamiento máximo del buque esperado, y la potencia de las máquinas.

La formulación aplicada para el cálculo de esta variable es la siguiente:

$$d = 0,27 * V_0^2 * (D/N)$$

$$d = (3+5) * L_2$$

Donde:

- D = Longitud mínima de disminución de velocidad
- V_0^2 = Velocidad del barco en el momento de la desconexión de propulsión de popa
- D = Desplazamiento del barco en toneladas
- N = Potencia de las máquinas
- L_2 = Eslora del buque

Por lo tanto, para el tamaño máximo de buques esperados en la tercera etapa del proyecto, tendremos una longitud mínima para disminución de velocidad de buques de:

$$D = 8 * 315 = 2520 \text{ metros.}$$

El puerto presenta una longitud de canal de acceso de 1712 metros y un diámetro de dársena de 922 metros, para un total de 2634 metros para la disminución de la velocidad del buque en el instante de ingreso al puerto.

ANEXO No.4

DESCRIPCIÓN DE LAS ESTRUCTURAS DE PROTECCIÓN Y ABRIGO PARA EL PUERTO.

Dimensionamiento del Rompeolas

Parámetros de Diseño de la Estructura

Se implementará una estructura modular flotante, conformada por 65 unidades de veinte (20) metros de eslora, y sujetas mediante el postensado de 12 cables de acero con protección de plástico, que atraviesan todos los módulos.

Los parámetros de diseño de las secciones o módulos del rompeolas son las siguientes: altura; ancho; longitud; francobordo.

1. Altura del Rompeolas

Se determinó una altura del módulo de cuatro (4) metros, con base en los siguientes criterios:

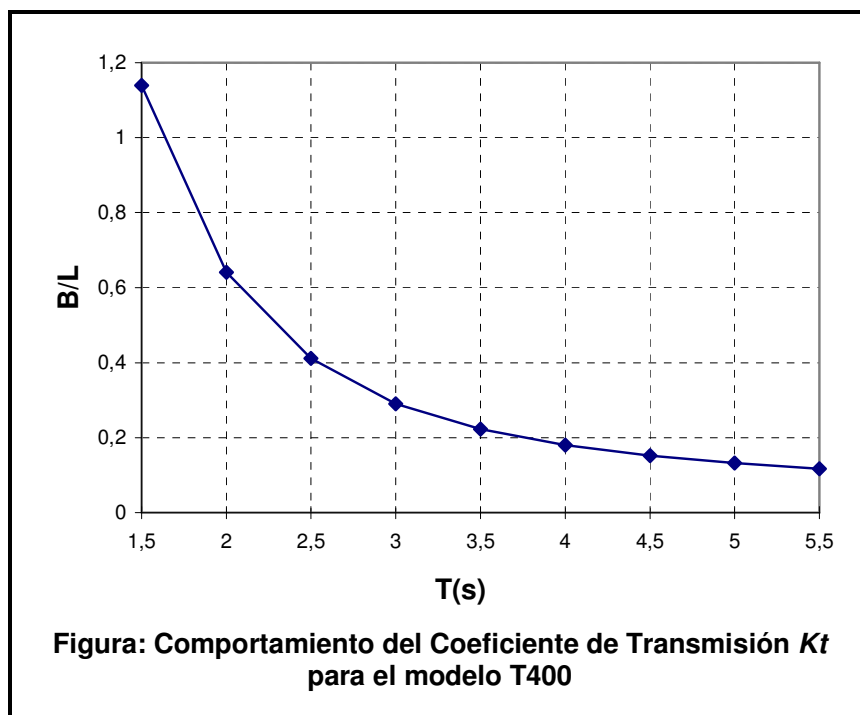
- Altura de ola significativa estimada para un periodo de retorno de 100 años, $H_s=3,995$ m.
- Aumentar el calado de la estructura con el objeto de tener una mayor influencia sobre la distribución de la energía de las olas en la columna de agua.

Para atenuar con efectividad un oleaje incidente es necesario que el rompeolas interactúe con una parte apreciable de la energía cinética del oleaje.

Para relaciones de profundidad y longitud de ola incidente, $d/L < 0.05$, la energía se reparte en forma uniforme a través de la columna de agua. En longitudes de onda de 39 metros, se tendrá a partir de la cota de -2 metros hasta línea de costa, una distribución uniforme de la energía en toda la columna de agua. Sin embargo, la estructura funcionará entre los 5 y 8 metros de profundidad, donde la distribución de flujo de la energía de la ola presenta una distribución diferencial, concentrándose hacia las capas superiores de la columna de agua.

2. Ancho o Manga

Los ensayos con prototipos de rompeolas en piscina de simulación de oleaje, realizados por el INHA, se ha encontrado una estrecha relación entre el coeficiente de transmisión del oleaje K_t y la relación B/L del rompeolas, como podemos ver en la siguiente figura. E incluso en la mayoría de los casos para una longitud de onda específica el coeficiente de transmisión es prácticamente independiente respecto de la altura de ola incidente.



Cuando se incrementa las longitudes de onda incidentes, para mantener la relación B/L constante, se requiere también incrementar el ancho del rompeolas, es decir B .

Se estableció un ancho de módulo de rompeolas de 4,5 metros de manga (B).

3. Longitud o eslora

La longitud o eslora del módulo es realmente independiente de la eficiencia del rompeolas respecto a los valores de K_t , sin embargo, está limitada por las facilidades en los procesos de construcción, transporte y anclaje en el sitio del proyecto. Se ha definido una longitud de 20 metros de eslora para cada módulo de hormigón.

4. Francobordo

Es la distancia vertical desde la línea de flotación en carga máxima y la cubierta estanca superior. Se estableció un francobordo de 0,56 m.. El francobordo corresponde a la diferencia entre la altura total del módulo y el calado que desarrolla la estructura.

5. Fuerza de la Ola

Para comenzar el cálculo del rompeolas flotante, es necesario conocer las características del Oleaje al cual será sometido. Cálculos de altura de ola significativa según el modelo matemático propuesto por el **Naval Facilities Engineering Command**, de Abril de 1986.

A partir de los datos obtenidos en los estudios, como son el periodo (T) y la altura de la Ola significativa (Hs), se puede determinar la longitud de onda y la presión del agua.

De acuerdo al cálculo anterior, se determina la distribución de presiones de agua que la ola ejerce sobre la pared del flotador, la cual multiplicada por la longitud de cada módulo equivale a la fuerza de amarre. Esta distribución de presiones se puede observar en la Gráfica Presión vs altura, en los anexos de Memorias de cálculo, Fuerza de la Ola.

6. Cálculos de Flotación y Estabilidad

Estos cálculos son los que permite determinar las dimensiones de cada módulo del flotador, las cuales dependen de dos factores: flotación y estabilidad.

El cálculo de flotación, permite determinar las dimensiones del flotador según el principio de Arquímedes, en el cual: la cantidad de líquido desplazado por un cuerpo es igual al peso del cuerpo. De este análisis se puede determinar el ancho, alto, espesor de paredes, volumen de vacíos, etc.

El segundo cálculo, permite asegurar la estabilidad del flotador, la cual es la habilidad de un cuerpo para balancear la acción de momentos que tratan de voltearlo.

Un rompeolas flotante sometido a la incidencia del oleaje experimenta tres tipos de momentos de traslación (vaivén, deriva y alzada) y tres momentos de giro (guiñada, cabeceo y balanceo), cuyas magnitudes son función del oleaje incidente, de las propiedades dinámicas del rompeolas, de la situación de los sistemas de anclaje, así como de los elementos de conexión entre los módulos del rompeolas.

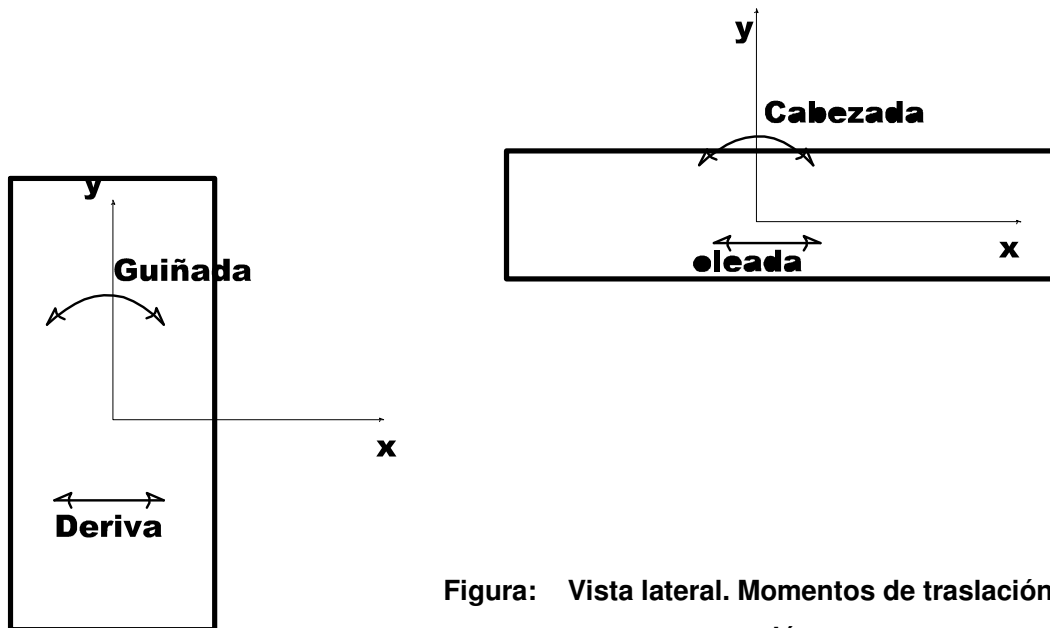
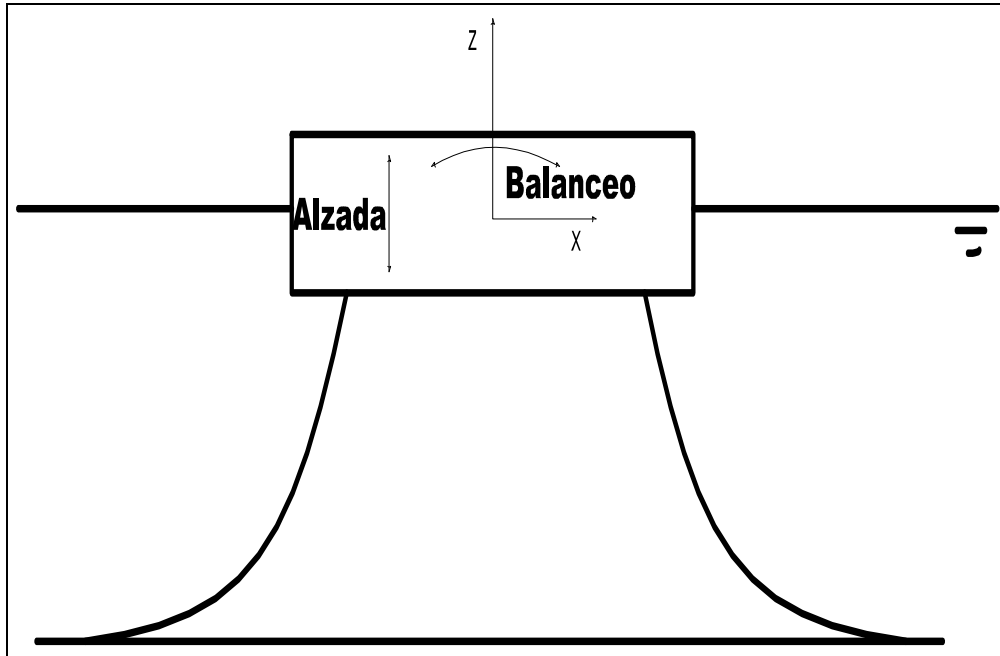


Figura: Vista lateral. Momentos de traslación y rotación

Los resultados de los cálculos de flotación se presentan en la anexo de Memorias de Cálculo, con los respectivos estimativos de volumen del módulo, peso de la estructura y altura sumergida (P/W). Plano planta y secciones transversales del módulo del rompeolas.

Cuadros resumen de cálculos de flotación:

Descripción	B	H	L	e	nb	nl	nt	V	Peso
Volumen total	4,5	4	20					360	
Volumen Vacío	4,2	1,8	20	0,15				151,2	
Volumen mfp	1,95	1,8	6,40	0,2	2	3	6	135	2,0
Volumen concreto								74,0	177,6
Módulo								208,8	179,7

Especificaciones			e	f
Volumen del Módulo (V) :	208,8	t		
Peso de la Estructura (P) :	180	t		
Altura sumergida : (P/W) :	0,860	%	3,44	0,56

Donde: e = Calado de la estructura
 f = Francobordo
 H = Altura del módulo
 B = Ancho (manga)
 L = Eslora o longitud del módulo

7. Cálculos de Amarre y Anclaje

Con la fuerza de la ola calculada en el punto e, aplicada en toda su longitud, permite determinar la fuerza en cada una de las cadenas, la cual debe ser contrarrestada con el peso de los muertos de anclaje. Plano Planta y Secciones Transversales del Módulo del rompeolas.

Tabla Resumen de los Cálculos de Amarres

Parámetro	Cantidad	Unidad
Fuerza de amarre	146,0	kN/m
Longitud aferente	20	m
Amarre total F_A	297,6	t
Número de amarres	2	Unidad
Fuerza de amarre	148,8	t
Alfa	45,0	Grados
Ft	210	t
Peso muerto concreto	210	t
Volumen muerto	88	m ³
Lado de la estructura del muerto	4,40	M

COMPORTAMIENTO HIDRODINÁMICO ESPERADO DEL ROMPEOLAS

Los rompeolas flotantes tiene la función de interactuar de manera multivariada con el oleaje, reflejando parte de su energía, atenuando o disipando parte de la misma mediante la inducción de movimientos del rompeolas y fuerzas de fricción por rozamiento viscoso con el fluido.

El éxito de estas estructuras se presenta en oleajes de tipo superficial donde el flujo de energía incidente se distribuye de manera diferencial en función de la profundidad, localizándose en mayor proporción en las capas superficiales de la columna de agua y dejando pasar menos flujo de energía por la parte inferior de la estructura.

Los distintos fenómenos esperados que se presentarán durante la interacción entre el oleaje y la estructura del rompeolas flotante, se describen a continuación:

1. Fenómenos de Reflexión y Ruptura de Oleaje

La función de ruptura de la ola incidente, de este tipo de estructuras, es eficiente en oleajes muy peraltados, $H_s/L > 0,27$, donde el coeficiente de transmisión K_t tiende a decrecer ya que este tipo de olas son las que tienen mayor probabilidad de romperse cuando impactan con la estructura. Cuando se presentan dicho oleaje peraltado, se busca que el ángulo de incidencia sobre la estructura sea de 90° .

El oleaje muy peraltado, se presenta en la zona del proyecto durante los periodos de influencia de los vientos alisios del norte, primer bimestre del año. En las demás épocas del año se tiene un oleaje con un periodo promedio energético de 5 segundos para una longitud de onda de 39 metros y una altura promedio de ola inferior a 1,5 m., en un 87% del año; es decir, peraltes inferiores a 0,04.

Para este periodo de oleaje, y en algunos casos cercanos a los 8 segundos, se podría pensar en aumentar la relación B/L con el objeto de evitar el cabalgamiento de la estructura sobre longitudes de onda largas. Pero también es factible, como en el caso del alineamiento propuesto del rompeolas, de buscar ángulos de inclinación menores a los 90° , con el objeto de aumentar el porcentaje de energía reflejada. En el diseño y alineamiento de la estructura del rompeolas flotante se establecen secciones de la misma con ángulos de incidencia respecto al frente de olas, entre los 30° y máximo 60° .

2. Disipación de Energía por Procesos Mecánicos

Se puede disminuir la altura de la ola superficial, mediante la colocación de estructuras flotantes que se mueven con las olas, sintonizadas de manera que puedan captar su Energía. Se parte del principio de extracción de energía de las olas mediante la utilización de sistemas mecánicos, que convierten el movimiento de las olas (oleaje) en el movimiento de un cuerpo, variando la presión causada por el oleaje, debajo de la superficie del agua.

Para tal fin, se busca hacer oscilar el agua mediante el oleaje, dentro de una cámara semi-sumergida y abierta por debajo del nivel del mar, que produce un cambio de presión por debajo de la estructura que es neutralizado por el peso y los momentos de inercia establecidos en los módulos, de manera individual, y en la estructura total del rompeolas.

En el diseño de los módulos de hormigón de los rompeolas, se tiene una abertura inferior o cámara semi-sumergida, orientada en la dirección de propagación de la ola, con el objeto de disipar su energía cinética mediante su interacción con las propiedades mecánicas del cuerpo en flotación, masa total del rompeolas y momentos de inercia.

Para aumentar la atenuación del oleaje por disipación de energía cinética de la ola, se incremento en el diseño del rompeolas el peso del módulo de hormigón a 180 Tn., en un volumen de 209 m³.

Se tendrá la opción de aumentar, si es necesario, la atenuación del oleaje mediante el incremento en los momentos de inercia del rompeolas sin aumentar la masa total del sistema, colocando módulos consecutivos de un rompeolas doble, que además puede disipar mayor energía por turbulencia.

3. Interacción con el Flujo Vertical de Energía

Cuando una ola incide contra la estructura, parte de su energía pasa por debajo de la misma. Este fenómeno empieza a ser de mayor magnitud, en profundidades donde la distribución del flujo vertical de energía de las olas es más homogénea en la columna de agua, es decir cuando la relación $d/L < 0,5$.

La localización del rompeolas se encuentra entre las isobatas de los -5 y -8 metros, zonas de aguas poco profundas y con distribución de flujo de energía en gran parte de la columna de agua. Con el objeto de que la estructura interactúe con la mayor cantidad de flujo de energía de la ola, se diseño un módulo de hormigón de cuatro (4) metros de alto y con un desarrollo de calado de 3,44 m.. Esto le permite al sistema disminuir el paso de energía de ola por la parte inferior de la estructura, atenuando la altura de la misma, especialmente en las zonas cercanas a línea de playa.

La altura del rompeolas también fue establecido con base en la altura de ola significativa ($H_s=3,9m$, IR de 100 años), determinada para la profundidad en la que va a estar localizado el sistema de protección.

De acuerdo al estudio de Modelación Hidráulica y Sedimentológica, realizada por el EIDENAR de la Universidad del Valle, los oleajes de mayor altura significativa ($H_s > 2,5m$.) rompen a una distancia aproximada de 600 m. de línea de playa, lo que determina que lleguen a interactuar con la estructura, con menor energía cinética, permitiendo una mayor atenuación de la misma.

4. Fuerzas de Fricción Esperadas por Rozamiento con el Fluido

Al incrementarse el área de la estructura y favoreciendo las superficies de contacto entre la estructura y las olas incidentes, se generan mayores fuerzas de fricción por rozamiento viscoso, lo que permite también atenuar parte de la energía cinética del oleaje.

Es importante, tener presente que todos estos fenómenos hidrodinámicos resultado de la interacción entre el oleaje predominante de la zona y la estructura del rompeolas flotante, se presentan de manera conjunta variando la altura de la ola superficial y atenuando parte importante de su energía cinética.

Ensayos Tridimensionales en piscinas de simulación de oleaje, desarrollados por el Instituto de Hidrodinámica Aplicada – INHA de España, se han determinado coeficientes de transmisión de oleaje del 15% para periodos de 3 segundos, con estructuras de rompeolas con especificaciones menores, pesos entre 50 y 65 toneladas, calados de 1,16 metros. Con estos mismos modelos, para ángulos de incidencia de frente de oleaje de 30°, y periodos de 4 a 4,5 s., se han alcanzado coeficientes de transmisión entre un 25 y 40%.

Se espera con este prediseño de rompeolas poder alcanzar coeficientes de transmisión de oleaje K_t , inferiores al 20%, lo que representa alcanzar una variación de alturas de olas incidentes de 4 metros, para un IR de 100 años, a 0,80 m. en la zona de sotavento del rompeolas. Esto permitirá al puerto, incrementar su tiempo de operatividad al 100% del año.

De los estudios de Modelación Hidráulica y Sedimentológica de la zona, se determinó que la construcción de las obras de dragado del puerto, modificarán la hidráulica de la zona, disminuyendo en casi un 50% la altura del oleaje incidente. Aspecto, que mejora en mayor forma las condiciones de tranquilidad requeridas al interior de la zona de maniobras, para la operatividad de cargue y descargue de buques.

Este sistema de rompeolas flotante presenta una menor influencia sobre la dinámica sedimentológica del lugar, ya que no está interrumpiendo de manera total el flujo de agua en su sección. Tiene otras ventajas ambientales significativas, además de permitir una mejor circulación y menor impacto en el transporte de sedimentos, y es el menor impacto en la migración de especies, que las estructuras tipo rompeolas enrocado, con diques cimentados en el fondo marino.

La construcción de dichas estructuras emplean el sistema de prefabricados en hormigón, que facilita la consecución de las fuentes de materiales y disminuyen las cantidades de obra en comparación con un enrocado. Minimizan el impacto por la explotación, transporte, construcción y emplazamiento de las estructuras en el mar.

ENSAYOS DE LABORATORIO PARA LA MODELACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DEL ROMPEOLAS.

Es válido destacar que los ensayos físicos son la parte central del Proyecto Ejecutivo y una de las etapas finales del mismo.

Para tal fin, los estudios se concretarán con el INHA, Instituto de Hidrodinámica Aplicada, que se encuentra ubicado en la localidad de Cerdanyola (a 20 km de Barcelona) dependiente del Municipio de Barcelona (España). Es el laboratorio privado de ensayos hidráulicos de ingeniería portuaria y costera más completo y avanzado de España.

En el marco del Proyecto Ejecutivo de la obra de Construcción y Funcionamiento del Puerto Multipropósito Brisa, Municipio de Dibulla, Guajira, esta programado en el mencionado Instituto la modelación Física de la Obra de Construcción del Rompeolas Flotante, a fin de verificar su estabilidad estructural y funcionamiento bajo las condiciones climáticas de diseño.

En el laboratorio se generarán condiciones muy parecidas a las de diseño, simulando eventos, que sometan la estructura del rompeolas a condiciones extremas durante un periodo de tiempo determinado. Mediante la medición (con sensores) y observación se determinará el comportamiento de la estructura. Esto permite verificar los prediseños realizados y si es necesario modificar el mismo a fin de corregir el proyecto.

En la generación de las olas (temporal en la naturaleza) se utiliza las más alta tecnología que permiten desarrollar las condiciones más parecidas a la realidad. Las condiciones del mismo surgen de los estudios de clima realizados en el sector de emplazamiento de la estructura e identificando las condiciones más desfavorables a las que se espera pueda estar sometido el rompeolas²⁰. Esto es altura de ola, período y las dimensiones y alineamientos del rompeolas que se deben verificar (por mayor sollicitación de energía).

Es una práctica indispensable en la ejecución de este tipo de obras la realización de ensayos ya que no es posible mediante fórmulas repetir las condiciones de la naturaleza, es decir dimensionar la energía a la que estará sometida la estructura.

En la práctica se realizará la estructura del rompeolas a escala, como si fuera una maqueta, reproduciendo en forma idéntica. Esta “maqueta” colocada en un canal (ensayos 2d) y/o en pileta de grandes dimensiones (ensayos 3d) es sometida a las olas estipuladas en el proyecto.

²⁰ Eventos de oleaje seleccionados y propagados en el Estudio de Modelación Matemática Hidráulica y Sedimentológica en la zona de Construcción del Puerto Multipropósito Brisa S.A., Dibulla – Guajira. EIDENAR, Universidad del Valle, 2004.

En el caso de ensayos de 2d, el canal es 52 m de largo, 1,8 de ancho y 2,0 m de alto, se seleccionan secciones o módulos del rompeolas y las olas lo afectan en forma perpendicular es decir en una sola dirección por eso se denomina ensayos 2d.

En los ensayos 3d el rompeolas se reproduce en toda su extensión en una pileta de 27.6x 22.5 x 1.2 en una escala determinada. Posteriormente se somete el rompeolas a las olas de diseño en las direcciones establecidas para eventos de diseño y funcionamiento de la estructura; es decir que se puede elegir direcciones distintas a la perpendicular por eso se denomina ensayos 3d (3 dimensiones).

La supervisión de los trabajos se realizará por la Interventoría de la Obra realizada por la Unidad de Diseño y Ambiental de la compañía, con la asistencia técnica de la Supervisión (grupo de expertos).

MEMORIAS DE CÁLCULOS

A N E X O S
G R Á F I C O S