

## 7. Conclusiones y recomendaciones

El negocio portuario es un negocio ágil, cambiante, requiere una gran inversión en infraestructura y tecnología. Es por ello que si no se destinan los suficientes recursos, no existirán posibilidades de desarrollo del negocio. Esta inversión debe ser aplicada en el momento, lugar y al segmento adecuado.

Un puerto competente necesita:

- Estar situado estratégicamente, lo más cerca posible de las rutas de transporte, con al menos las siguientes características:
  - ✓ Proximidad a una o más rutas marítimas importantes.
  - ✓ Aguas profundas y una buena protección contra las olas y corrientes.
  - ✓ Proximidad a los principales sitios de producción y las zonas de consumo.
  - ✓ Buenas conexiones con el interior (Carretera, ferrocarril, ductos y vías navegables).
- Suficiente carga para poder tener una economía sana y medios financieros para costear sus propias operaciones y/o la capacidad de elevar los fondos necesarios para desarrollar y mejorar el puerto, con ventaja respecto a los puertos que tienen limitados recursos o falta de autonomía financiera.
- En el caso de la participación privada, la estructura de gestión del puerto debe ser propicia para dicha inversión. Los inversionistas privados prefieren los puertos con una suficiente y bien formada mano de obra y con buenas relaciones entre los empleados y empleadores.
- Eficiencia y un buen costo portuario.
- La imagen del puerto influye mucho en la competitividad, pues es una combinación óptima por encima de los componentes mencionados anteriormente.

Las modificaciones en el sistema de transporte portuario, para mejorar su conectividad con el interior del país o para conectarlo con las zonas de producción, generan un lugar y un entorno más competitivo.

Para que un puerto funcione eficientemente se necesita hacer un análisis detallado del movimiento de carga que depende tanto del tipo de embarcaciones que llegan al puerto como de los equipos que operarán, los cuales realizarán la carga y descarga de la

mercancía, sin olvidar que se debe de contar con la infraestructura necesaria para tal demanda.

Los problemas principales de los puertos (mano de obra no calificada, órganos gubernamentales con demasiada intervención y las prácticas laborales restrictivas), contribuyen al deterioro gradual de la calidad del servicio portuario, ilustrado en ocasiones por la congestión del puerto o por errores operacionales en las diferentes etapas del servicio que se brinda, o en otros casos, por no poseer las instalaciones y equipos necesarios para un servicio adecuado y a satisfacción de los tráficos y de los clientes.

Si los tráficos son atraídos por un eficiente plan estratégico pero si no existen las condiciones para brindar el servicio necesario dichos tráficos, la carga nunca más regresará y será operada en el puerto que proporcione mejores condiciones, por lo que la variable que era una ventaja, se opacará por la de la inseguridad y la falta de calidad en el servicio.

Definidas las estrategias operacionales, la infraestructura y equipos, será necesario entonces conforme a la evolución de los puertos modernos, evaluar cuales podrán ser las mejores formas de explotación del puerto, buscando generar beneficios óptimos que se podrían obtener por parte de la Autoridad Portuaria, aplicando un sistema apropiado que le permita brindar de la mejor forma los servicios y promover las mejores inversiones, y/o las necesarias para potenciar el desarrollo del puerto, conforme a las posibilidades que le permite el entorno y el negocio portuario.

La Autoridad Portuaria debe tener como objetivo principal la recuperación íntegra de todos los gastos relacionados con la actividad portuaria, incluidos los costos y una rentabilidad, correspondiente, a fin de que pueda hacer frente a las necesidades futuras de inversión.

Del presente estudio se puede concluir:

1. Aún cuando el puerto de Manta es un puerto de aguas profundas y tiene una ubicación estratégica, las embarcaciones no llegan, debido a que no se tiene la infraestructura necesaria para brindar los servicios especializados que se requieren.
2. A pesar de que se han hecho varios estudios para la ampliación del Puerto de Manta, la mayoría de las proyecciones de carga se basan en el estudio denominado "Puerto de Manta, Ecuador. Proyecto de expansión del puerto". En este sentido, el problema principal resulta de que en estas proyecciones, no se justifica de dónde se obtienen las variables utilizadas y se hacen suposiciones de

que la mayor parte de la carga que se espera que llegue al puerto de Manta, va a ser atraída de otros puertos, en especial de Guayaquil. Sin embargo, las estadísticas indican que el movimiento de contenedores ha disminuido considerablemente, lo cual es contradictorio con lo que se presenta en dichas proyecciones, o bien refuerza el hecho de que no se dispone de instalaciones y equipo especializados para atender las necesidades de las embarcaciones.

3. La infraestructura proyectada, en especial el rompeolas y el zona para patios, presenta una debilidad consistente en que existirá una gran diferencia entre la cantidad de contenedores que se espera que lleguen durante los primeros años, contra la cantidad de contenedores que podrían almacenarse desde el primer momento. Es por ello que la estrategia que se tome para la atracción de movimiento de carga, reviste gran importancia para poder amortizar lo más pronto posible el costo de la infraestructura proyectada.
  
4. La alternativa elegida para el diseño preliminar (alternativa 7), es muy costosa, debido a que se necesita un volumen considerable de relleno (3.900.000 m<sup>3</sup>) y la longitud del rompeolas es grande (2.300 m). El costo del relleno y del rompeolas es de \$33.750.000 y \$31.407.000 USD, respectivamente. Dicha alternativa fue el resultado de restricciones que involucran factores no necesariamente técnicos (no crear conflictos con el sector pesquero, ni con la ciudad, guardar la imagen de Manta como centro turístico, etc.).
  
5. La información oceanográfica es escasa, por lo que los diseños de las áreas de navegación y del rompeolas se basan en mediciones obtenidas de lugares lejanos del puerto de Manta. Lo anterior, implica posibles sobredimensionamientos derivados de falta de conocimiento y certeza en las variables de este tipo.
  
6. Debido a que no se cuenta con información suficiente, el rompeolas se diseñó mediante un análisis determinista, lo que obliga a irse del lado de la seguridad, y por lo tanto, el costo de dicha estructura se incrementa considerablemente.

Recomendaciones:

1. Invertir en las instalaciones actuales del puerto de Manta, pues no se cuenta con la infraestructura necesaria para atender a las embarcaciones y a sus tripulantes.

Mejorar la infraestructura vial, porque las carreteras que comunican a Manta con otras provincias no son suficientes y seguras.

Proponer soluciones logísticas adecuadas a las necesidades de los diferentes mercados ecuatorianos.

2. La Autoridad Portuaria de Manta debe mantener actualizados los datos de la carga de importación, exportación y transbordo, y a partir de esta información realizar nuevas proyecciones de carga, pero justificando todas las variables utilizadas.

Para dichas proyecciones se deben de tomar en cuenta los proyectos de ampliación de algunos de los puertos, tanto a nivel local como regional. Estos proyectos impactan en la cantidad de carga que se puede direccionar hacia el puerto de Manta.

3. Con las nuevas proyecciones de carga se puede proponer la infraestructura necesaria y de esta forma evitar inversiones excesivas que dan como resultado sobrecostos en las mercancías.

4. Se recomienda hacer una campaña de medición de parámetros oceanográficos en el sitio.

5. Para realizar el análisis del diseño óptimo se necesita el régimen de oleaje extremal; es decir, el registro de las máximas olas que se han presentado en el lugar, y a partir de ese régimen se obtiene la ecuación de oleaje extraordinario.

El diseño óptimo del rompeolas, toma en cuenta tanto los costos de inversión, como los costos de mantenimiento; este diseño consiste en la proyección de las estructuras de tal manera que cumplan con los requerimientos de funcionalidad con el mínimo de costo total. Dicho costo total comprende el costo de la construcción y los costos que implica la reparación y construcción de las partes de la estructura dañadas eventualmente.

Con base en lo anterior se puede establecer que utilizando olas de diseño altas se generan costos de construcción altos y de mantenimiento bajos, a causa de una disminución de la probabilidad de que se rebasen las condiciones de diseño, además, se puede decir que para olas de diseño bajas se tienen costos de construcción bajos y en cambio, costos altos de mantenimiento por el hecho de que existe una alta probabilidad de que olas de diseño bajas sean rebasadas en las condiciones reales.

Para aplicar el método del diseño óptimo se diseña la sección de las obras de protección para distintas alturas de ola y secciones a diferentes profundidades, obteniéndose los costos para cada una de las secciones.

Por ejemplo, si a partir del régimen se obtuvieran las siguientes probabilidades de ocurrencia:

**Tabla 35** Rangos de probabilidad de ocurrencia de la altura de ola

Rangos de probabilidad de ocurrencia de la altura de ola							
Ecuación de Oleaje Extraordinario							
$H_I/10=4.056+1.89y$							
H/Hd	1.00	1.08	1.19	1.27	1.37	1.47	1.56
	1.08	1.19	1.27	1.37	1.47	1.56	1.67
Daños							
Hd	5%	10%	15%	21%	30%	40%	100%
4,00	16,03%	18,05%	10,72%	11,09%	8,98%	6,61%	6,54%
3,50	18,45%	21,30%	12,98%	13,75%	11,43%	8,62%	8,77%
3,00	20,82%	24,63%	15,40%	16,70%	14,25%	11,03%	11,51%
2,50	22,83%	27,70%	17,76%	19,72%	17,28%	13,71%	14,69%
2,00	24,04%	29,90%	19,66%	22,35%	20,11%	16,37%	18,00%

Entonces se procede a diseñar las secciones del rompeolas para diferentes profundidades (en este caso a -1 m):

**Tabla 36** Diseño de secciones y costo por metro lineal

Diseño de secciones y costos por metro lineal										
Profundidad -1										
Altura de ola	Peso Coraza	Peso Capa Sec.	Peso Núcleo	Volumen Coraza	Volumen Capa Sec.	Volumen Núcleo	COSTO CORAZA	COSTO CAPA SECUNDARIA	COSTO NÚCLEO	COSTO TOTAL
	ton	ton	ton	m3/m	m3/m	m3/m				
4,00	26,18	2,62	0,1309	106,90	41,7	21,9	\$ 2.395	\$ 761	\$ 308	\$ 3.464
3,50	17,54	1,75	0,0877	86,50	35,3	21,9	\$ 1.938	\$ 645	\$ 308	\$ 2.890
3,00	11,04	1,10	0,0552	68,20	29,3	21,9	\$ 1.528	\$ 535	\$ 308	\$ 2.370
2,50	6,39	0,64	0,0320	51,90	23,5	21,9	\$ 1.163	\$ 429	\$ 308	\$ 1.899
2,00	3,27	0,33	0,0164	37,50	18,1	21,9	\$ 840	\$ 331	\$ 308	\$ 1.478

Después se calcula el costo esperado de los daños, de acuerdo a cierto porcentaje de ocurrencia.

**Tabla 37** Costo esperado de daños

Costo esperado de daños									
Profundidad -1									
Horizonte Económico		25		Factor de Actualización 7.84					
Tasa de Interés		12%							
Daños									
Hd	5%	10%	15%	21%	30%	40%	100%	Total Daños	Daños Actualizados.
4,00	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
3,50	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
3,00	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
2,50	\$ 13	\$ 32	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 45	\$ 357
2,00	\$ 10	\$ 25	\$ 25	\$ 39	\$ 51	\$ 0	\$ 0	\$ 150	\$ 1.177

Finalmente para cada sección se obtiene el costo total, que es la suma del costo de inversión más el costo de los daños actualizados.

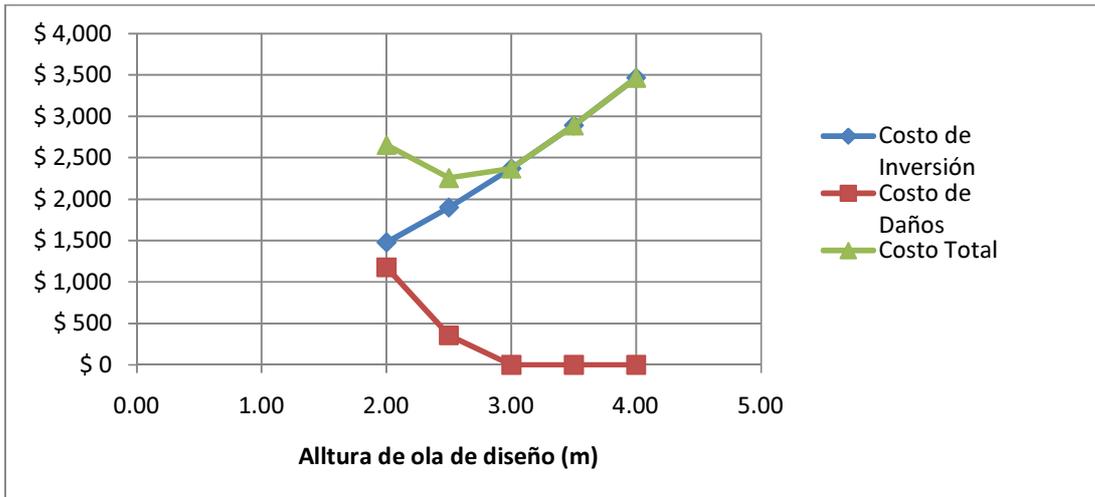
**Tabla 38** Costos totales de inversión

Costos Totales de Inversión de Obras de Protección			
Sección a la Profundidad -1			
Ola de Diseño (m)	Costo Inversión	Daños Actualizados	COSTO TOTAL
4,00	\$ 3.464	\$ 0	\$ 3.464
3,50	\$ 2.890	\$ 0	\$ 2.890
3,00	\$ 2.370	\$ 0	\$ 2.370
2,50	\$ 1.899	\$ 357	\$ 2.256
2,00	\$ 1.478	\$ 1.177	\$ 2.655

El diseño óptimo es aquel en el que el costo total es el mínimo, en la Figura 95 se puede observar que para este caso el diseño óptimo es para una altura de ola de 2,5 m, porque el costo total para esa ola de diseño es de \$2.256, mientras que para la altura de ola de 4 m es de \$3.464, lo que implica que el costo se eleve un 53%.

Por el contrario si el diseño se hace para una ola menor a la de 2,5 m el costo de los daños es mayor, inclusive las pérdidas económicas pueden ser mayores, debido a que los daños en el rompeolas podrían ocasionar que las instalaciones del puerto no operen.

**Figura 95** Gráfica costos de obras de protección



El mismo análisis se debe hacer para diferentes profundidades.

Este ejemplo muestra cómo se puede hacer un diseño de manera ingenieril; es decir, buscar que las obras cumplan con los requerimientos necesarios, pero al mínimo costo.

6. Realizar un modelo hidrodinámico para verificar que la longitud del rompeolas es la adecuada para tener un alto porcentaje de operatividad y evitar pérdidas económicas debidas a la suspensión de actividades.

En México ha habido un aumento en la actividad portuaria, tan solo en el puerto de Manzanillo el movimiento de contenedores se incrementó en más del 600% de 1997 al 2009; sin embargo, las universidades no cubren las necesidades requeridas en esta área, por lo que recomiendo que las materias que se impartían en la Facultad de Ingeniería de la UNAM, relacionadas con ingeniería marítima se vuelvan a integrar en el plan de estudios.

Por último, cabe resaltar que la realización de este proyecto, muestra que los egresados de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México tenemos la capacidad de desempeñarnos en empresas mexicanas que compiten no solo a nivel nacional sino también a nivel internacional.