

UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

Trabajo Fin de Máster

CURSO 2017/2018

*BUQUE PORTACONTENEDORES POST PANAMAX
9000 TEU's*

9000 TEU POST PANAMAX CONTAINERSHIP

*BUQUE PORTACONTENEDORES POST PANAMAX
9000 TEU's*

Máster en Ingeniería Naval y Oceánica

ALUMNA

Nadia Conde Alonso

TUTOR

José Daniel Pena Agras

FECHA

FEBRERO 2018

BUQUE PORTACONTENEDORES POST PANAMAX 9000 TEU's

El propósito de este Trabajo Fin de Máster es la definición técnica de un buque portacontenedores Post Panamax, cumpliendo las RPAs establecidas. Como principal requerimiento está el albergar 9.000 TEU's de carga, aspecto que condiciona las dimensiones del buque. Las dimensiones principales definidas son las siguientes: 333,37 metros de eslora total, 44,23 metros de manga y 26,41 metros de puntal. Su velocidad de servicio será de 25,5 nudos, según requerimientos, y estará propulsado por un motor diésel directamente acoplado a la línea de ejes. El buque será diseñado para dar servicio tanto a una ruta Asia - Europa como Asia - Norteamérica, con una autonomía que permitirá hacer el trayecto de 12.000 millas. La acomodación estará diseñada para alojar a 28 personas en camarotes individuales, siendo estas dos últimas condiciones requerimientos iniciales.

9000 TEU POST PANAMAX CONTAINERSHIP

The purpose of this Master Final Project is the technical definition of a Post Panamax container ship, complying with the established RPAs. The main requirement is to harbor a 9000 TEU charge, aspect that determines the dimensions of the vessel. The main defined dimensions are the next ones: an overall length of 333,37 metres, a beam of 44,23 metres and a depth of 26,41 metres. Its service speed will be 25,5 knots, as requirements and it will be powered by a diesel engine directly coupled to the propeller shaft. The vessel will be designed to give service either an Asia - Europe route or an Asia - North America route, with an autonomy that will allow it to do the 12.000 miles route. The accommodation will be designed to house a crew of 28 people at individual cabins, being this last two ones initial requirement conditions.

BUQUE PORTACONTENEDORES POST PANAMAX 9000 TEU's

O propósito deste Traballo Fin de Máster é a definición técnica dun buque portacontenedores Post Panamax, cumprindo as RPAs establecidas. Como principal requirimento está o albergar 9.000 TEU's de carga, aspecto que condiciona as dimensións do buque. As dimensións principais definidas son as seguintes: 333,37 metros de eslora total, 44,23 metros de manga e 26,41 metros de puntal. A súa velocidade de servizo será de 25,5 nudos, según requirimentos, e estará propulsado por un motor diésel directamente acoplado á línea de eixes. O buque será deseñado para dar servizo tanto a unha ruta Asia - Europa como Asia - Norteamérica, cunha autonomía que permitirá facer o traxecto de 12.000 millas. A acomodación estará deseñada para aloxar a 28 persoas en camarotes individuais, sendo estas dúas últimas condicións requirimentos iniciais.



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

**TRABAJO FIN DE MÁSTER
CURSO 2017/2018**

*BUQUE PORTACONTENEDORES POST PANAMAX
9000 TEU's*

Máster en Ingeniería Naval y Oceánica

Cuaderno 1

**ELECCIÓN DE LA CIFRA DE MÉRITO Y DEFINICIÓN DE ALTERNATIVAS.
SELECCIÓN DE LA MÁS FAVORABLE**



DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA

TRABAJO FIN DE MÁSTER

CURSO 2017-2018

PROYECTO NÚMERO: 18-02

TIPO DE BUQUE: Buque Portacontenedores Post-panamax.

CLASIFICACIÓN, COTA Y REGLAMENTOS DE APLICACIÓN: Lloyd's Register. Marpol. Solas.

CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA: 9000 TEUS.

VELOCIDAD Y AUTONOMÍA: Velocidad máxima de 25,5 nudos, al 85% de MCR y 10% de margen de mar.

SISTEMAS Y EQUIPOS DE CARGA / DESCARGA: Sin grúas.

PROPULSIÓN: Motor acoplado a la línea de ejes.

TRIPULACIÓN Y PASAJE: 15 camarotes oficiales, 13 camarotes tripulación.

OTROS EQUIPOS E INSTALACIONES: Los habituales en este tipo de buque.

Ferrol, Octubre de 2017

ALUMNO: D^a Nadia Conde Alonso.

ÍNDICE

1	Introducción	8
2	Dimensionamiento Preliminar	10
2.1	Cálculo del Número de TEU's en Bodega y Cubierta.....	13
2.2	Cálculo de la Eslora entre Perpendiculares	14
2.3	Cálculo de la Eslora Total	14
2.4	Cálculo de la Manga	15
2.5	Cálculo del Puntal.....	16
2.6	Cálculo del Calado.....	19
2.7	Cálculo del Número de TEU's Refrigerados.....	21
2.8	Cálculo del Valor de LxBxD.....	22
2.9	Cálculo de Coeficientes Principales	24
2.9.1	Cálculo del Coeficiente de Bloque	24
2.9.2	Cálculo del Coeficiente de la Maestra.....	26
2.9.3	Cálculo del Coeficiente Prismático.....	26
2.10	Resumen de Dimensiones Principales.....	27
3	Ajuste de las Dimensiones Principales.....	28
3.1	Cálculo de la Manga	29
3.2	Cálculo del Puntal.....	29
3.3	Cálculo de la Eslora.....	30
4	Elección de la Cifra de Mérito	32
4.1	Coste de Construcción.....	32
4.1.1	Coste de los Materiales a Granel (CMg).....	32
4.1.2	Coste de los Equipos del Buque (MEq) y su Montaje (CMe).....	33
4.1.3	Coste de la Mano de Obra (CMo)	38
4.1.4	Costes Varios Aplicados (CVa).....	38
4.2	Elección de la Alternativa Más Favorable	39
4.2.1	Dimensiones Alternativa Más Favorable.....	43
4.2.2	Costes de Construcción Alternativa Más Favorable.....	43
5	Estimación de la Potencia Propulsora.....	47
6	Estudio Preliminar de Pesos	49
6.1	Cálculo del Peso en Rosca	49

6.1.1 Cálculo del Peso de Acero.....	49
6.1.2 Cálculo del Peso Del Equipo y Habilitación.....	49
6.1.3 Cálculo del Peso de Maquinaria Propulsora y Auxiliar.....	50
6.2 Cálculo del Peso Muerto.....	52
6.2.1 Carga Útil.....	52
6.2.2 Consumos.....	52
6.2.3 Tripulación y Pasaje.....	54
6.2.4 Pertrechos.....	54
7 Comprobación del Francobordo.....	56
7.1 Cálculo Simplificado por Medio de Tablas y Fórmulas.....	56
7.1.1 Corrección por Eslora Menor de 100 m.....	57
7.1.2 Corrección por Coeficiente de Bloque.....	58
7.1.3 Corrección por Puntal.....	58
7.1.4 Corrección por Superestructuras.....	59
7.1.5 Corrección por Arrufo.....	59
8 Especificación Técnica.....	63
8.1 General.....	63
8.1.1 Características Principales.....	63
8.1.2 Tripulación.....	64
8.1.3 Capacidades.....	65
8.1.4 Peso Muerto.....	65
8.1.5 Formas y Estabilidad.....	65
8.1.6 Potencia y Velocidad.....	65
8.1.7 Ensayos en el Canal de Experiencias.....	66
8.1.8 Vibraciones.....	66
8.1.9 Clasificación, Inspección y Reglamentos.....	67
8.2 Materiales. Tipo de Construcción.....	68
8.2.1 General.....	68
8.2.2 Doble Fondo.....	68
8.2.3 Forro y Cuadernas.....	69
8.2.4 Roda y Codaste.....	69
8.2.5 Cubiertas.....	69
8.2.6 Mamparos.....	70
8.2.7 Superestructura.....	70
8.2.8 Preparación de Superficies, Pintado y Galvanizado.....	70
8.3 Equipos y Servicios.....	72

8.3.1 Equipo de Fondeo, Amarre y Remolque	72
8.3.2 Medios de Salvamento	72
8.3.3 Habilitación de Alojamientos.....	72
8.3.4 Equipos de Fonda y Hotel y Varios.....	73
8.3.5 Aire Acondicionado y Ventilación.....	73
8.3.6 Equipos de Navegación y Comunicaciones	73
8.3.7 Medios de Contraincendios	74
8.3.8 Equipos de Servicio de la Carga.....	75
8.3.9 Arboladura, Jarcia, Grúas, etc	76
8.3.10 Instalación Eléctrica Principal	76
8.3.11 Varios	77
8.3.12 Botiquín	78
8.4 Maquinaria Auxiliar de Cubierta	78
8.4.1 Equipo de Gobierno.....	78
8.4.2 Timón y Mecha	79
8.4.3 Equipos de Maniobra de Cubierta.....	79
8.5 Cargos y Respetos	79
9 Disposición General del Buque	81
Anexo I: Buques Base de Datos	82
Anexo II: Resultados Estimación de Potencia	99

1 INTRODUCCIÓN

En este cuaderno se determinarán las dimensiones principales de un buque portacontenedores post-Panamax con una capacidad de 9000 TEU's, atendiendo a las RPA's marcadas en el proyecto.

Los buques portacontenedores nacieron con el cambio en los métodos de transporte y la introducción del transporte intermodal, combinando buque-tren y camión.

Debido a la utilización del contenedor se ha podido reducir el número de manipulaciones de la carga, eliminando todas las operaciones superfluas. Este tipo de transporte por medio de contenedores presenta ventajas e inconvenientes, superando las ventajas a las desventajas y por esto el transporte por medio de contenedores sigue siendo una de las formas de transporte de carga más utilizadas en la actualidad.

Entre las ventajas que ofrece el transporte de carga mediante contenedores destacamos las siguientes:

- Rapidez en labores de carga y descarga.
- El contenedor protege la carga, reduciendo averías.
- Agiliza el transporte intermodal.
- Requiere menos mano de obra.

También presentan ciertas desventajas:

- Necesitan de una infraestructura específica en puerto, limitando sus puertos de atraque.
- El coste del buque es mayor que el de un buque de carga convencional equivalente.

Los buques portacontenedores se clasifican en función del número de contenedores que son capaces de transportar. De acuerdo a ese tipo de clasificación distinguimos los siguientes tipos:

- Feeder. Entre 100 y 499 TEU's.
- Feeder Max. Entre 500 y 999 TEU's.
- Handy. Entre 1.000 y 1.999 TEU's.
- Sub Panamax. Entre 2.000 y 2.999 TEU's.
- Panamax. Entre 3.000 y 5.000 TEU's.
- Post Panamax. Más de 5.000 TEU's.
- New Panamax. Más de 12.500 TEU's.

Como se ha mencionado anteriormente, el buque estudiado pertenece al grupo post-Panamax.

Según la clasificación de los buques portacontenedores se denominará como un buque transoceánico.

En buque proyecto dominará el tráfico entre la costa de China, Shanghai, pasando por el Canal de Suez, y Europa del Norte, con escalas en Reino Unido (Felixstowe), Países Bajos (Rotterdam) y finalmente llegada a Alemania (Hamburgo).

Se estiman aproximadamente unas 10.000 millas de autonomía aunque se aumentará hasta las 12.000 millas como margen.

Se dimensionará el sistema de guías para que el buque pueda albergar los siguientes tipos de contenedores: TEU, **T**wenty **E**quivalent **U**nits (20'x 8'x 8.5') y FEU, **F**orty **E**quivalent **U**nits (40'x 8'x 8.5'), los módulos más utilizados:

CONTENEDORES NORMALIZADOS			
TIPO	LARGO (m)	ANCHO (m)	ALTO (m)
	LCON	BCON	DCON
TEU'S	6,058	2,438	2,59
	6,058	2,438	2,895
FEU'S	12,19	2,438	2,59
	12,19	2,438	2,895

Los FEU tienen el doble de longitud que los TEU por lo que donde se pueden estibar dos TEU'S se puede estibar un FEU. Para mejorar la versatilidad en la operación del buque se intentará que el buque pueda estibar la misma cantidad de TEU que su equivalente en FEU.

La estiba de los contenedores puede ser con o sin guías celulares. Este buque poseerá guías de carga verticales, por lo que dispondrá en las bodegas de unos pilares que forman en su base celdas del tamaño de un contenedor de modo que permiten apilar en cada celda, sin trincado adicional, varias alturas de contenedores. El número de alturas que se pueden apilar depende de la resistencia del contenedor situado en la base.

Para la estiba de los contenedores situados sobre las escotillas se agrupan estos en paquetes y se trincan con diversos anclajes.

2 DIMENSIONAMIENTO PRELIMINAR

Conocidas las especificaciones del proyecto, es necesario disponer de datos de buques con características semejantes.

Para elaborar la base de datos se ha considerado como principal requisito aquellos buques cuya capacidad de carga sea similar a la requerida, limitando el número de buques a aquellos construidos con posterioridad al año 2005 y con una capacidad de carga entre 6500 y 13800 TEU's, entre los que se encuentra el buque a proyectar de 9000 TEU's.

Se muestra a continuación la base de datos en la que se recogen un total de 16 buques portacontenedores, que se ha obtenido a partir de la revista "Significant Ships".

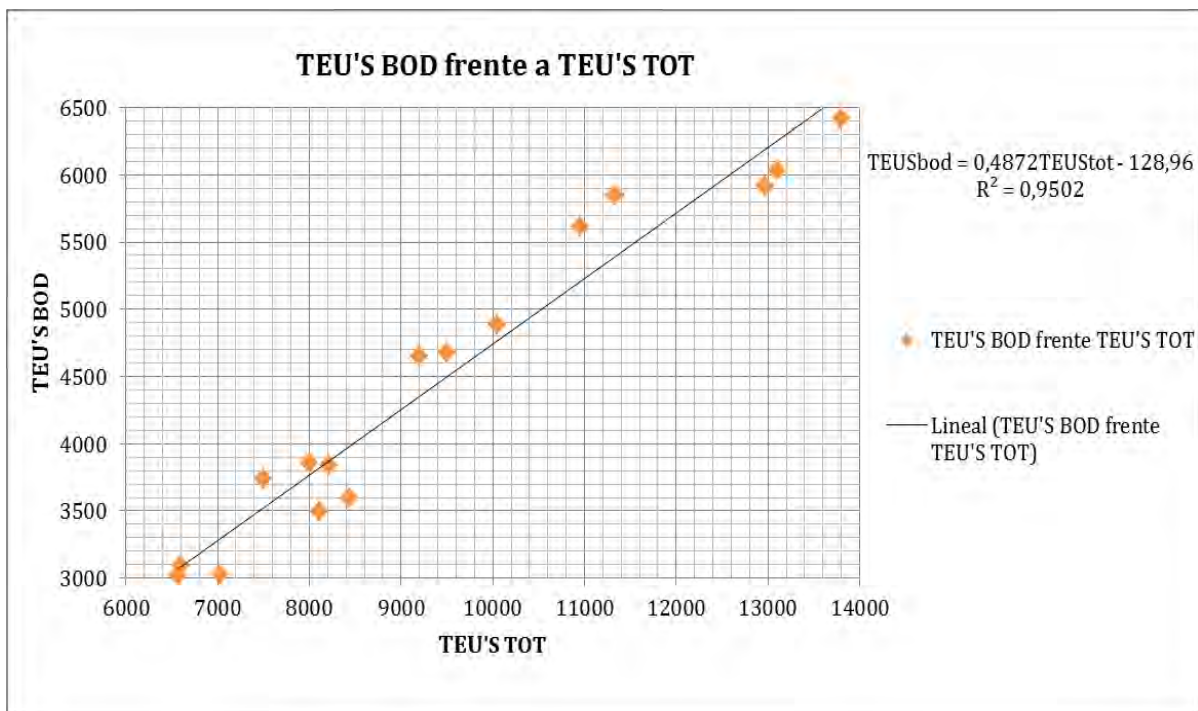
NOMBRE	AÑO	FUENTE	TEUS	LOA	LPP	B	D	T	VSERV	DWT	Δ	CB	TEUSBOD	TEUSCUB	TEUSREFR
Second Ocean	2008	Significant Ships	6572	299,32	286,7	40	24,6	14,5	25,6	86000	110400	0,646	3020	3552	1000
Maule	2010	Significant Ships	6600	305,6	293,16	40	24,2	14	25,3	81002	107656		3097	3492	2324
Hatsu Shine	2005	Significant Ships	7024	300	285	42,8	24,2	14,2	25,3	78693	107537		3024	4000	839
Hong Kong Express	2003	Significant Ships	7500	320,38	304	42,8	24,5	14,5	25,3	100000			3742	3758	700
MSC Maeva	2006	Significant Ships	8000	324,8	309,2	42,8	24,6	14,5	25,96	105010	135551		3852	4233	1100
Mol Creation	2007	Significant Ships	8110	316	302	45,6	25	14,5	25,5	90700			3494	4616	630
E R Tianan	2005	Significant Ships	8214	334,07	319	42,8	24,6	14,5	25,3	101570	135445	0,67	3835	4379	700
Maersk Semarang	2007	Significant Ships	8440	332	317,2	43,4	24,5	14,5	25,4	107400	140300	0,69	3598	4442	700
MSC Pamela	2005	Significant Ships	9200	336,7	321	45,6	27,2	15	26	108200	153323		4652	4526	1400
Cosco Guangzhou	2006	Significant Ships	9500	350	333,44	42,8	27,3	14,5	25,4	107500	144400		4673	4796	700
Cosco Asia	2007	Significant Ships	10050	349	334	45,6	27,3	14,5	25,8	109900	147716		4882	5168	1600
CMA CGM Vela	2008	Significant Ships	10960	347	333,15	45,2	29,7	15,5	25,1	103700	170200		5610	5350	700
CMA CGM Andromeda	2009	Significant Ships	11338	363	348	45,6	29,74	13	24,7	131260	171370		5844	5544	1600
MSC Beryl	2010	Significant Ships	12967	365,8	349,8	48,4	29,9	15,5	25,5	139418	182655	0,6775	5914	7053	1150
Maersk Edison	2011	Significant Ships	13102	366,32	350	48,2	29,85	15,5	24,7	141500	185000	0,6874	6028	7074	800
MSC Beatrice	2007	Significant Ships	13798	366,1	349,5	51,2	29,9	15,6	24,3	156300	208084		6416	7382	2000

NOMBRE	AÑO	FUENTE	TEUS	TEUSBOD ^{1/3}	L/B	B/D	L/D	T/D	L/T	VSERV (m/s)	FR	L×B×D	POT (KW)
Second Ocean	2008	Significant Ships	6572	14,45	7,17	1,63	11,65	0,59	19,77	13,16	0,248	282112,80	57200
Maule	2010	Significant Ships	6600	14,58	7,33	1,65	12,11	0,58	20,94	13,00	0,243	283778,88	57200
Hatsu Shine	2005	Significant Ships	7024	14,46	6,66	1,77	11,78	0,59	20,07	13,00	0,246	295191,60	54900
Hong Kong Express	2003	Significant Ships	7500	15,53	7,10	1,75	12,41	0,59	20,97	13,00	0,238	318774,40	69610
MSC Maeva	2006	Significant Ships	8000	15,68	7,22	1,74	12,57	0,59	21,32	13,34	0,242	325550,50	68640
Mol Creation	2007	Significant Ships	8110	15,17	6,62	1,82	12,08	0,58	20,83	13,11	0,241	344280,00	62920
E R Tianan	2005	Significant Ships	8214	15,65	7,45	1,74	12,97	0,59	22,00	13,00	0,233	335868,72	68640
Maersk Semarang	2007	Significant Ships	8440	15,32	7,31	1,77	12,95	0,59	21,88	13,06	0,234	337278,76	68520
MSC Pamela	2005	Significant Ships	9200	16,69	7,04	1,68	11,80	0,55	21,40	13,36	0,238	398142,72	68520
Cosco Guangzhou	2006	Significant Ships	9500	16,72	7,79	1,57	12,21	0,53	23,00	13,06	0,228	389604,63	74760
Cosco Asia	2007	Significant Ships	10050	16,96	7,32	1,67	12,23	0,53	23,03	13,26	0,232	415789,92	68640
CMA CGM Vela	2008	Significant Ships	10960	17,77	7,37	1,52	11,22	0,52	21,49	12,90	0,226	447233,89	72240
CMA CGM Andromeda	2009	Significant Ships	11338	18,01	7,63	1,53	11,70	0,44	26,77	12,70	0,217	471938,11	72240
MSC Beryl	2010	Significant Ships	12967	18,08	7,23	1,62	11,70	0,52	22,57	13,11	0,224	506216,57	72240
Maersk Edison	2011	Significant Ships	13102	18,20	7,26	1,61	11,73	0,52	22,58	12,70	0,217	503569,50	72240
MSC Beatrice	2007	Significant Ships	13798	18,58	6,83	1,71	11,69	0,52	22,40	12,49	0,213	535042,56	72240

Con estos datos se pueden llevar a cabo regresiones lineales, las cuales nos permiten obtener una primera aproximación de las dimensiones principales del buque. De estas rectas se obtendrán las ecuaciones que definen de cada una de las funciones y sustituyendo en ellas se podrán obtener las variables deseadas.

2.1 CÁLCULO DEL NÚMERO DE TEU'S EN BODEGA Y CUBIERTA

En primer lugar se calculará el número de TEU's en bodega y en cubierta. Con el número de TEU's totales (9000) y el número de TEU's en bodega de la base de datos, se realiza la recta de regresión y entrando con el primero en la ecuación se obtendrán los TEU's en bodega para nuestro buque.



Sustituyendo el valor del número de TEU's totales (9000 TEU's) en la ecuación:

$$TEU's \text{ bodega} = 0,4872 \times 9000 - 128,96$$

$$TEU's \text{ bodega} = 4256 TEU's$$

Para obtener los TEU's en cubierta se realizará una resta de los anteriores.

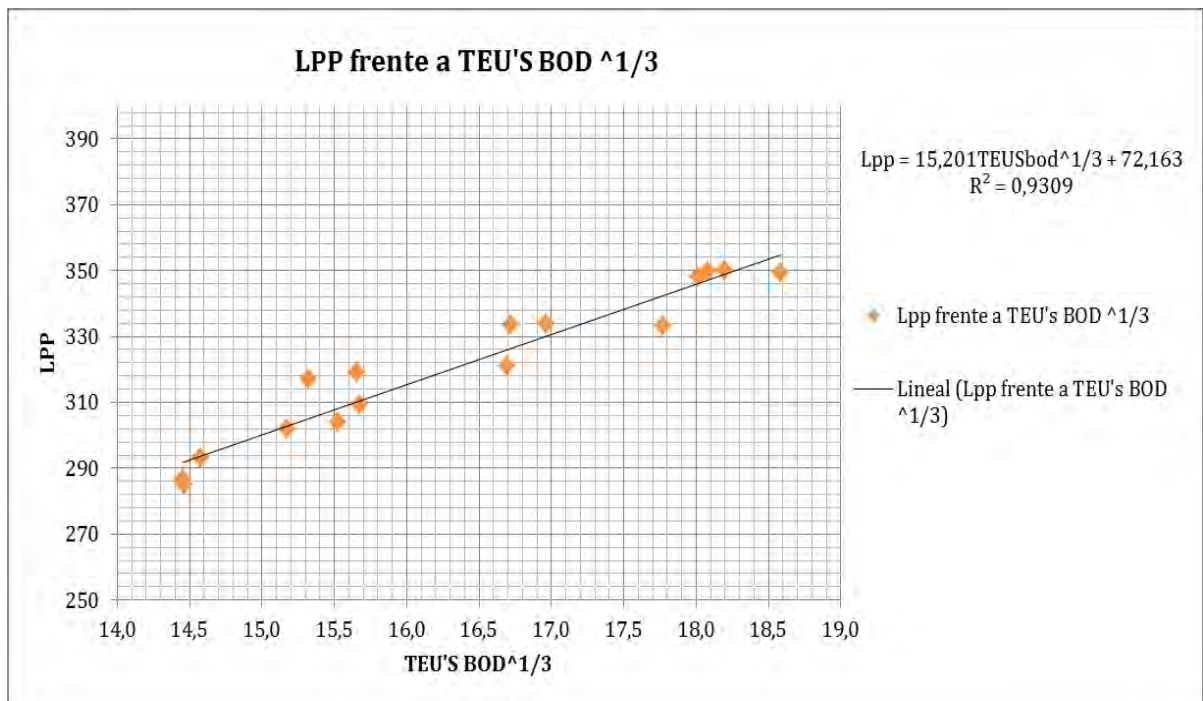
$$TEU's \text{ cubierta} = TEU's \text{ totales} - TEU's \text{ bodega} = 9000 - 4256$$

$$TEU's \text{ cubierta} = 4744 TEU's$$

Una vez obtenidos el número de TEU's en bodega y cubierta, se calculan siguiendo el mismo proceso las dimensiones principales que definirán el buque proyecto.

2.2 CÁLCULO DE LA ESLORA ENTRE PERPENDICULARES

Para obtener el valor de la eslora entre perpendiculares (L_{pp}) entro en la gráfica correspondiente con el valor del número de (TEU's en bodega^{1/3}) calculado anteriormente:



Sustituyendo el valor del número de TEU's en bodega^{1/3} (16,20) en la ecuación:

$$L_{pp} = 15,20 \times 16,20 + 72,163$$

$$L_{pp} = 318,40 \text{ m}$$

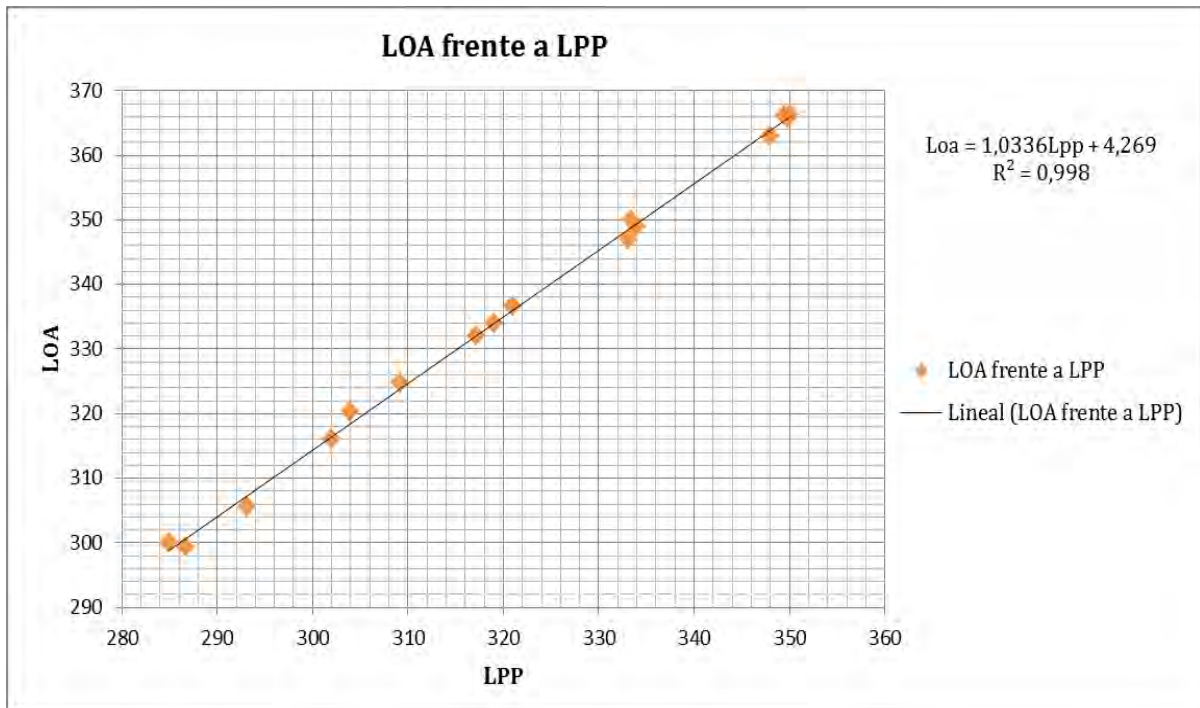
2.3 CÁLCULO DE LA ESLORA TOTAL

Para obtener la eslora total del buque (L_{oa}) entro en la gráfica correspondiente con el valor de la L_{pp} calculado anteriormente.

Sustituyendo el valor de la eslora entre perpendiculares (318,40 m) en la ecuación:

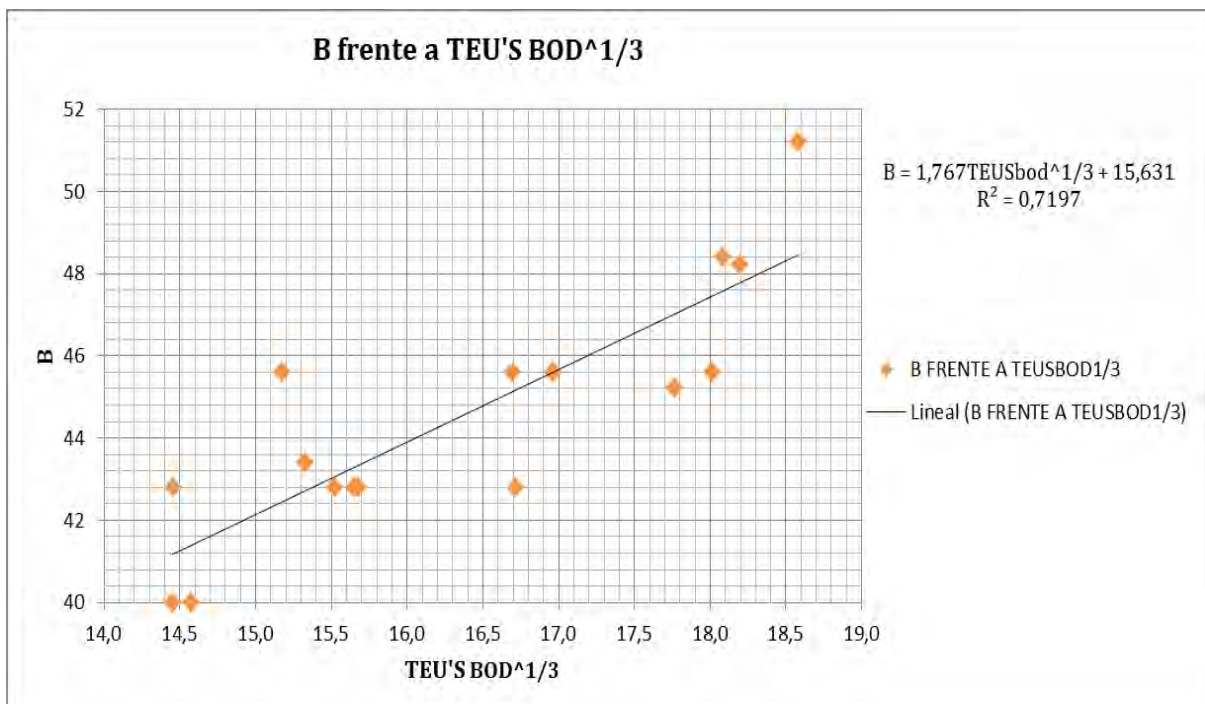
$$L_{oa} = 1,0336 \times 318,40 + 4,269$$

$$L_{oa} = 333,37 \text{ m}$$



2.4 CÁLCULO DE LA MANGA

Para obtener la manga (B) entro en la gráfica correspondiente con el número de TEU's en bodega^{1/3} (16,20) calculado anteriormente en la ecuación:

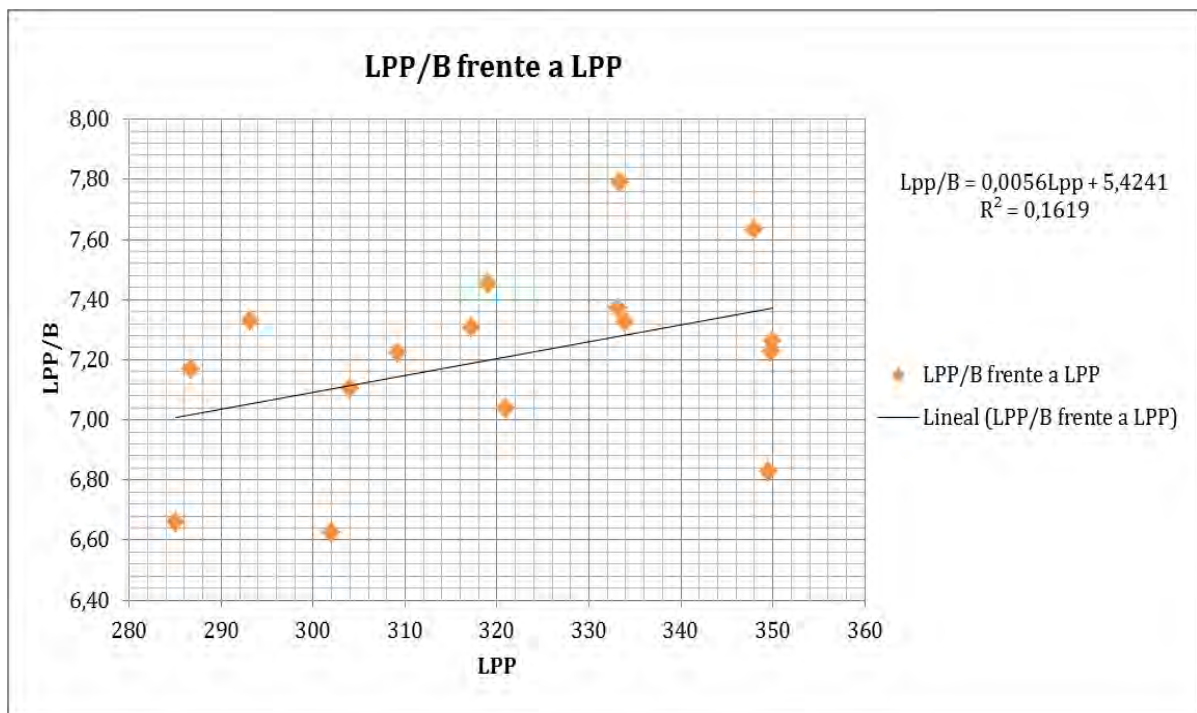


Sustituyendo el valor del número de TEU's en bodega^{1/3} (16,20) en la ecuación:

$$B = 1,767 \times 16,20 + 15,631$$

$$B = 44,27 \text{ m}$$

Llevando a cabo el mismo proceso, pero esta vez relacionando eslora entre manga (L/B) y entrando en la gráfica con la eslora entre perpendiculares, se calcula la manga (B) y así es posible realizar una comparativa de los resultados.



Sustituyendo el valor de la eslora entre perpendiculares (318,40 m) en la ecuación:

$$\frac{318,40}{B} = 0,0056 \times 318,4 + 5,4241$$

$$B = 44,18 \text{ m}$$

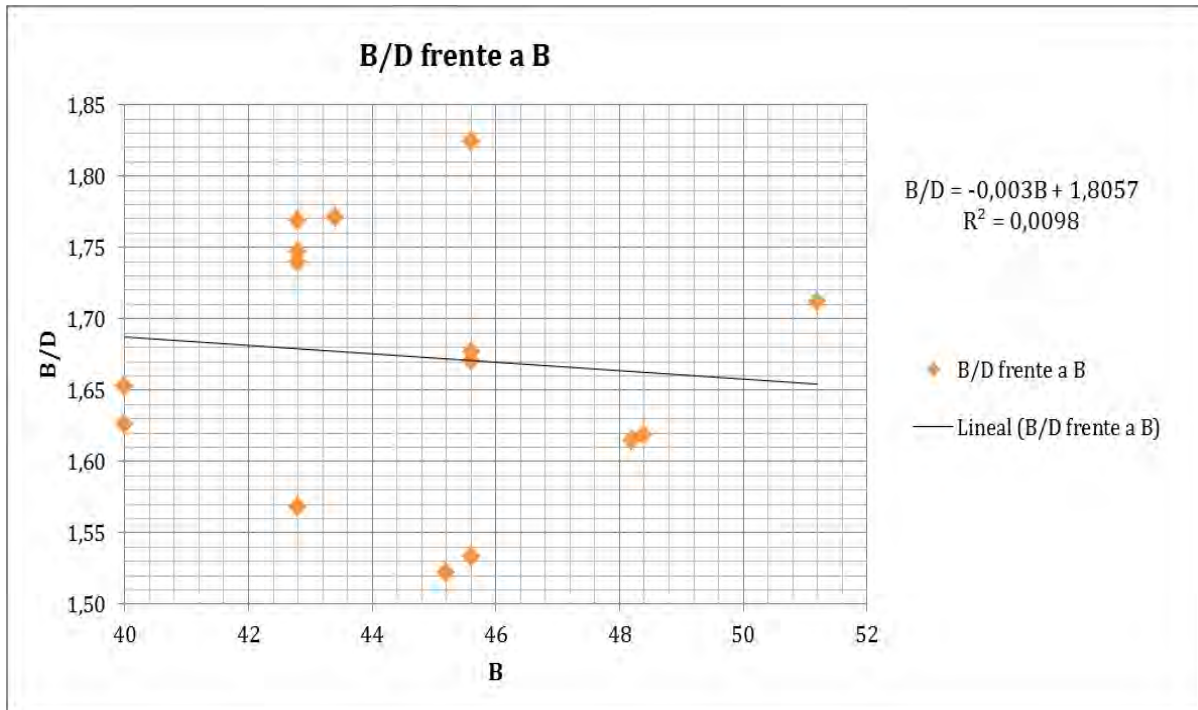
Realizando una media aritmética de ambos datos se obtiene un valor medio de la manga,

$$Bm = 44,23 \text{ m}$$

2.5 CÁLCULO DEL PUNTAL

En buques de volumen, como en este caso de cargas moduladas, prima antes la dimensión del puntal del buque que el calado de este.

Así realizaremos para obtener el puntal (D) la recta de regresión relacionando manga entre puntal (B/D) y entrando en la gráfica correspondiente con el valor de la manga calculado anteriormente:

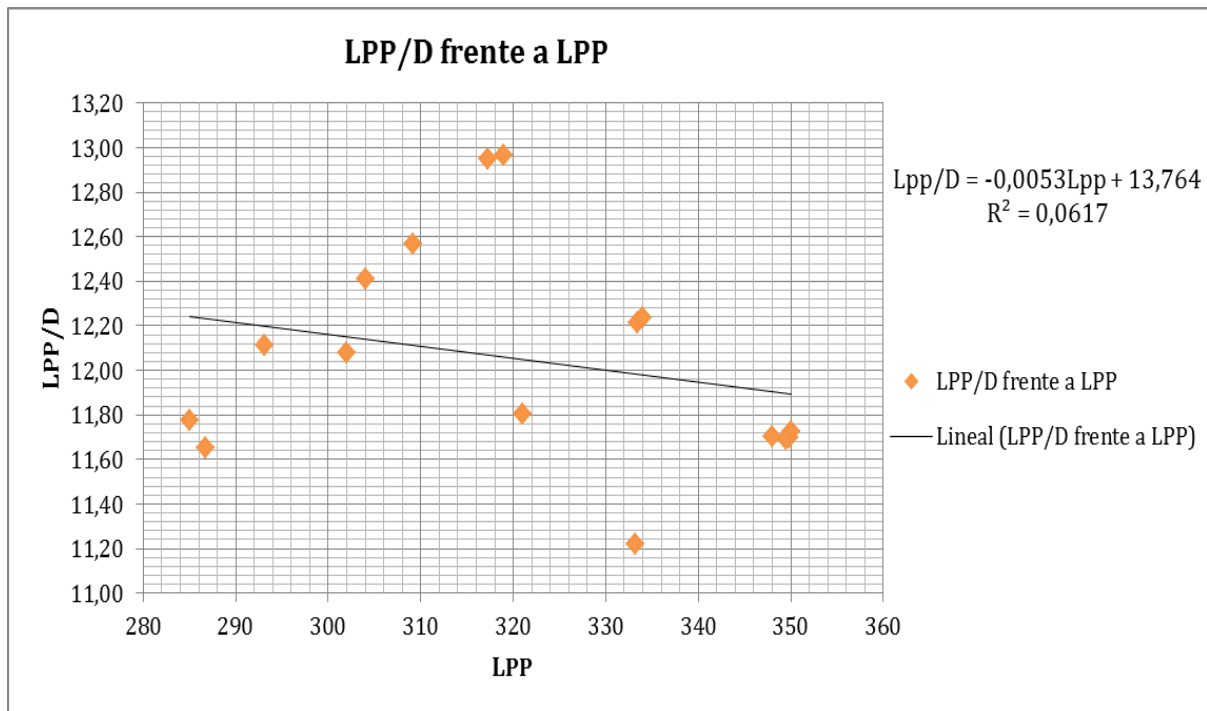


Sustituyendo el valor medio de la manga (44,23 m) en la ecuación:

$$\frac{44,23}{D} = -0,003 \times 44,23 + 1,8057$$
$$D = 26,44 \text{ m}$$

También es posible realizar para el cálculo del puntal rectas de regresión utilizando la relación L_{pp}/D y el número de TEU's en bodega $^{1/3}$.

Entrando en la gráfica de la recta de regresión relacionando eslora entre perpendiculares entre puntal (L_{pp}/D) con el valor de la manga calculado anteriormente:

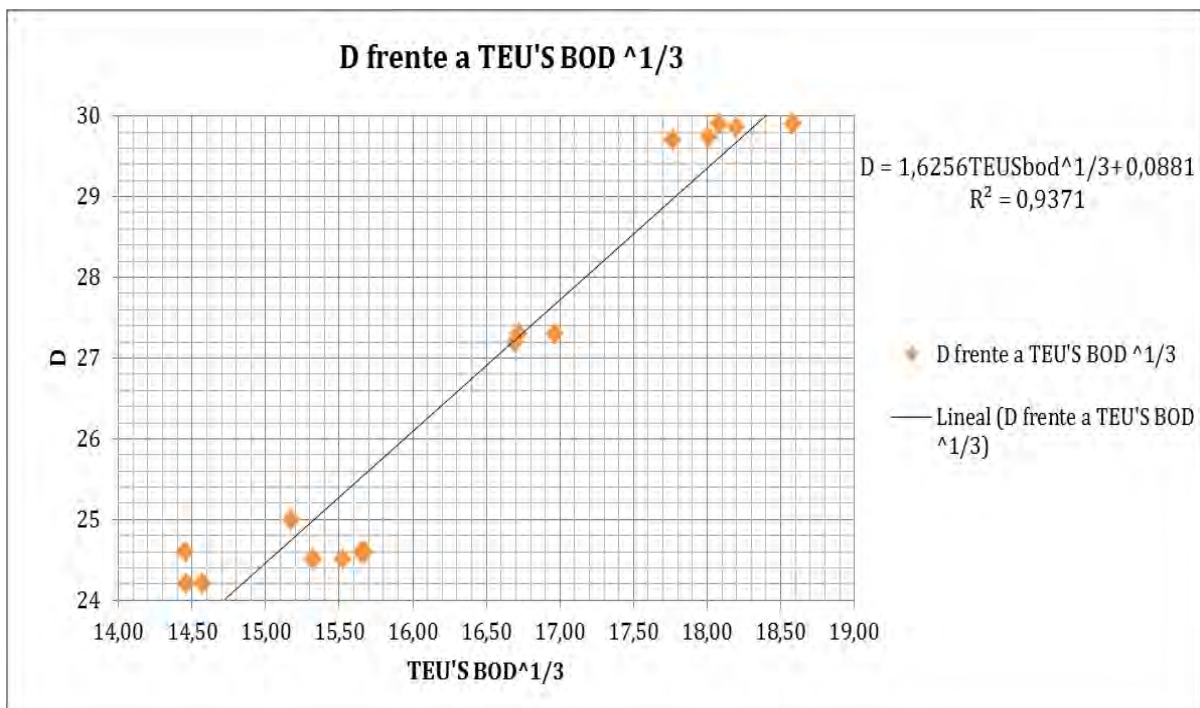


Sustituyendo el valor de la eslora entre perpendiculares (318,40 m) en la ecuación:

$$\frac{318,40}{D} = -0,0053 \times 318,40 + 13,764$$

$$D = 26,37 \text{ m}$$

Ahora para obtener el puntal con el número de TEU's en bodega^{1/3} (16,20) calculado anteriormente entro en la gráfica correspondiente y sustituyo luego en la ecuación:



Sustituyendo el número de TEU's en bodega^{1/3} (16,20) en la ecuación:

$$D = 1,6256 \times 16,20 + 0,0881$$

$$D = 26,42 \text{ m}$$

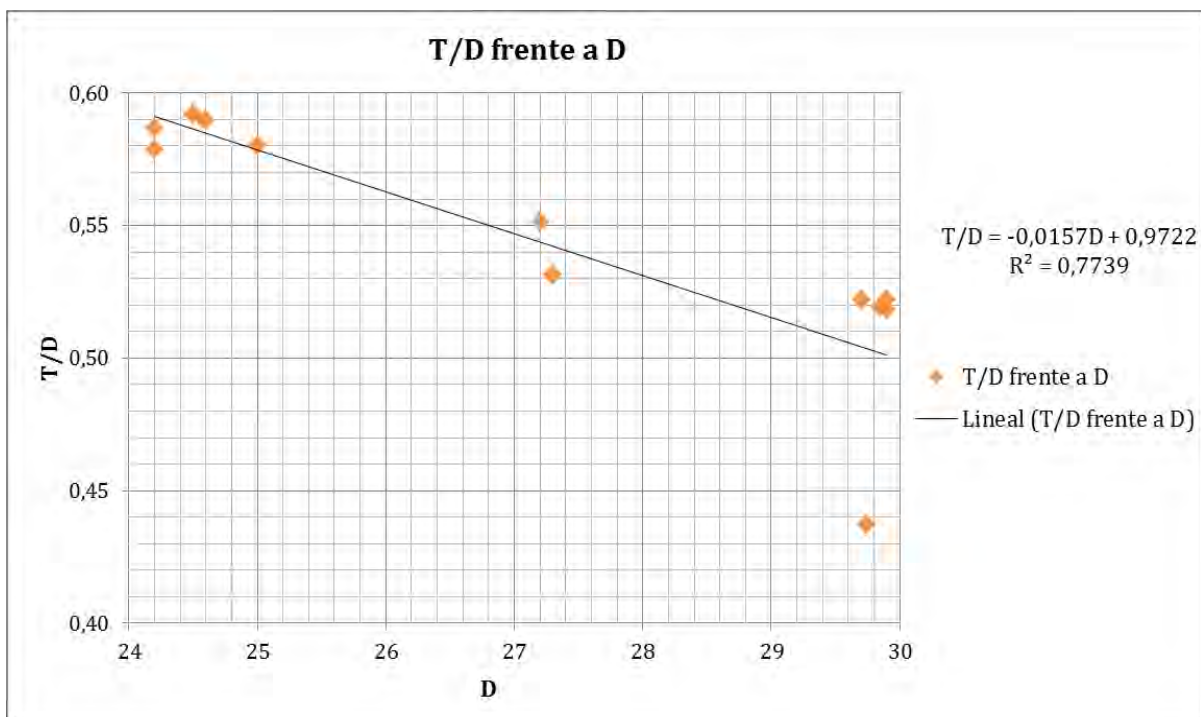
Realizando una media aritmética de los datos se obtiene un valor medio del puntal,

$$Dm = 26,41 \text{ m}$$

2.6 CÁLCULO DEL CALADO

Para obtener el valor del calado del buque proyecto también es posible realizar tres tipos de rectas de regresión relacionando diferentes datos.

Entrando en la gráfica que relaciona el calado con el puntal y entrando con el valor del este, calculado anteriormente:

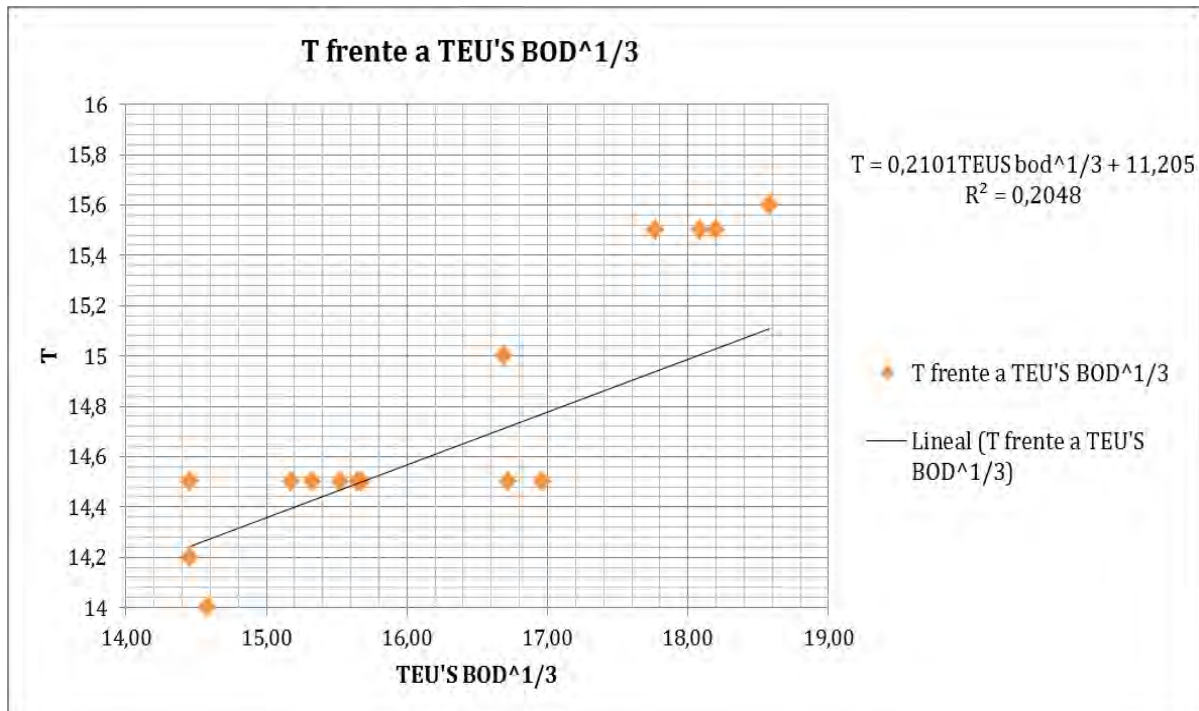


Sustituyendo el valor medio del puntal (26,41 m) en la ecuación:

$$\frac{T}{26,41} = -0,0157 \times 26,41 + 0,9722$$

$$T = 14,72 \text{ m}$$

A continuación entrando en la gráfica que relaciona el número de TEU's en bodega^{1/3} con el valor del puntal calculado anteriormente obtenemos:

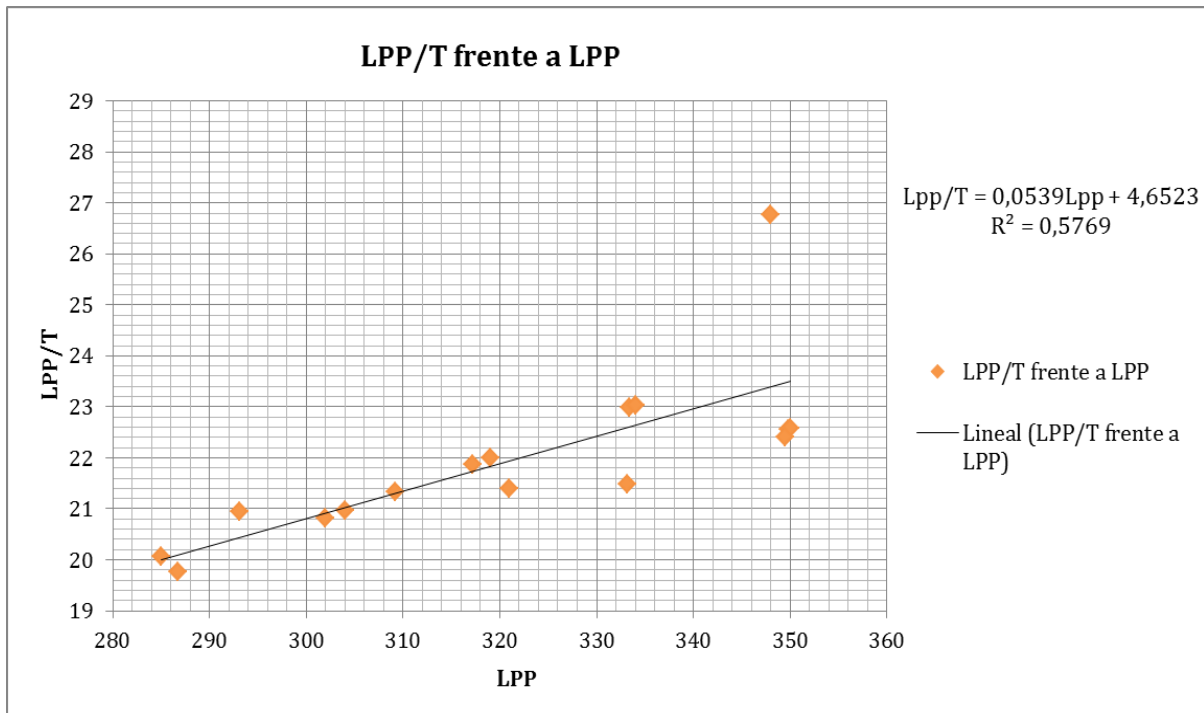


Sustituyendo el número de TEU's en bodega^{1/3} (16,20) en la ecuación:

$$T = 0,2101 \times 16,20 + 11,205$$

$$T = 14,61 \text{ m}$$

Finalmente entrando en la gráfica que relaciona eslora entre perpendiculares entre calado (Lpp/T) con el valor de la eslora entre perpendiculares calculada anteriormente:



Sustituyendo el valor de la eslora entre perpendiculares (318,40 m) en la ecuación:

$$\frac{318,40}{T} = 0,0539 \times 318,40 + 4,6523$$

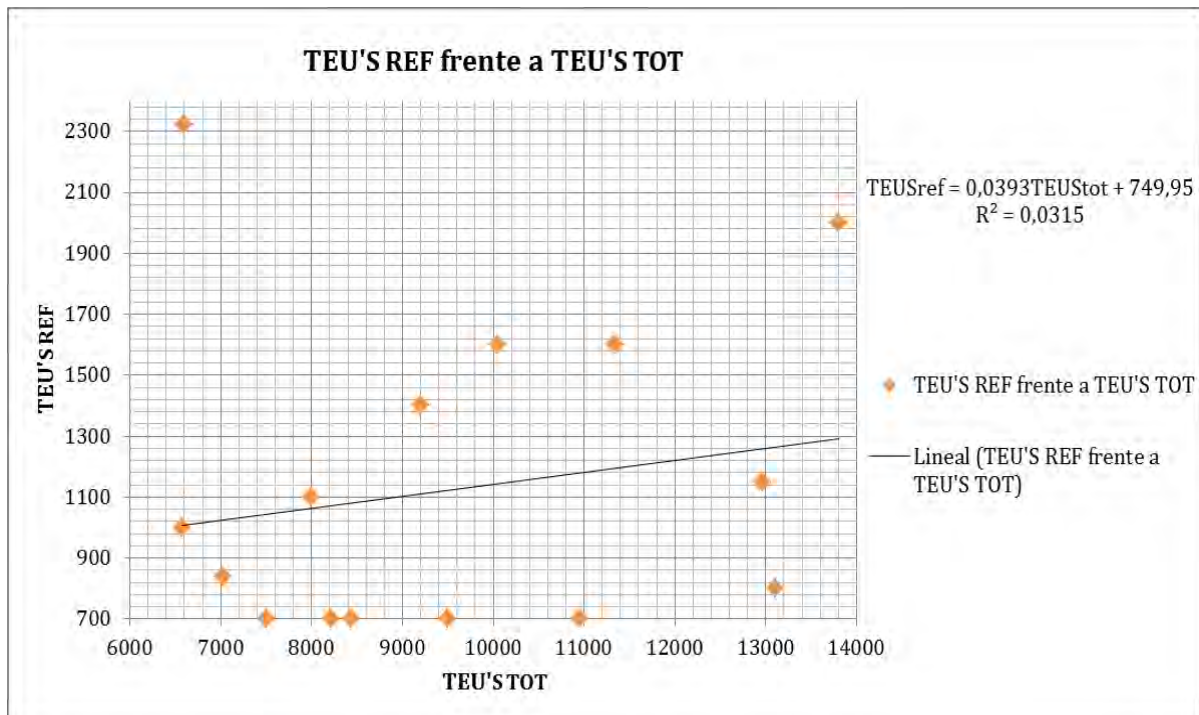
$$T = 14,60 \text{ m}$$

Realizando una media aritmética de los datos se obtiene un valor medio del calado,

$$Tm = 14,64 \text{ m}$$

2.7 CÁLCULO DEL NÚMERO DE TEU'S REFRIGERADOS

A continuación calculamos el número de TEU's refrigerados que podría transportar el buque proyecto. Se realiza opcionalmente ya que no se solicita su cálculo en las RPA's mediante una recta de regresión relacionando el número de TEU's refrigerados obtenidos de la base de datos y los TEU's totales y luego entrando en esta con el número de TEU's del buque proyecto.



Sustituyendo el número de TEU's totales del buque proyecto (9000) en la ecuación:

$$TEU's \text{ refrigerados} = 0,0393 \times 9000 + 749,95$$

$$TEU's \text{ refrigerados} = 1104 TEU's$$

2.8 CÁLCULO DEL VALOR DE LxBxD

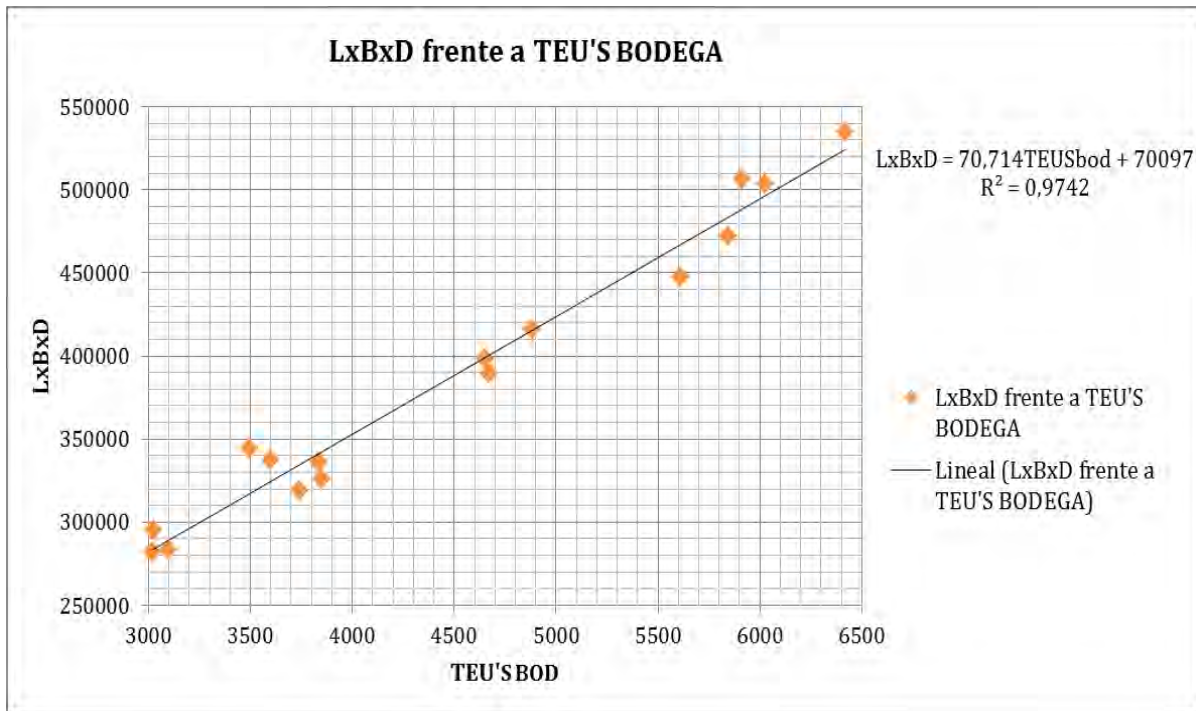
En este apartado se realiza el cálculo del valor de LxBxD del buque frente a los TEU's en bodega obtenidos anteriormente. Este valor de LxBxD representa una limitación en las dimensiones del buque.

Realizamos una gráfica que relacione el número de TEU's en bodega del buque con el valor de LxBxD de los buques de la base de datos y entrando con el valor de TEU's en bodega de nuestro buque (4256) obtendremos el valor de la restricción.

$$L \times B \times D = 70,714 \times 4256 + 70097$$

$$L \times B \times D = 371055,78 \approx 371056 m$$

Sólo serán válidos los valores superiores al valor hallado, teniendo el buque proyecto un valor de:



$$L \times B \times D \text{ buque proyecto} = 389414 \text{ m}$$

En este punto del proyecto se han obtenido las siguientes dimensiones preliminares del buque, que se utilizarán en el siguiente apartado para el cálculo de los coeficientes principales:

TEU'S TOTALES	9000 TEU'S
TEU'S BODEGA	4256 TEU'S
TEU'S CUBIERTA	4744 TEU'S
TEU'S REF	1104 TEU'S
ESLORA TOT (LOA)	333,37 m.
ESLORA PERPENDICULARES (LPP)	318,4 m.
MANGA (B)	44,23 m.
PUNTAL (D)	26,41 m.
CALADO (T)	14,64 m.

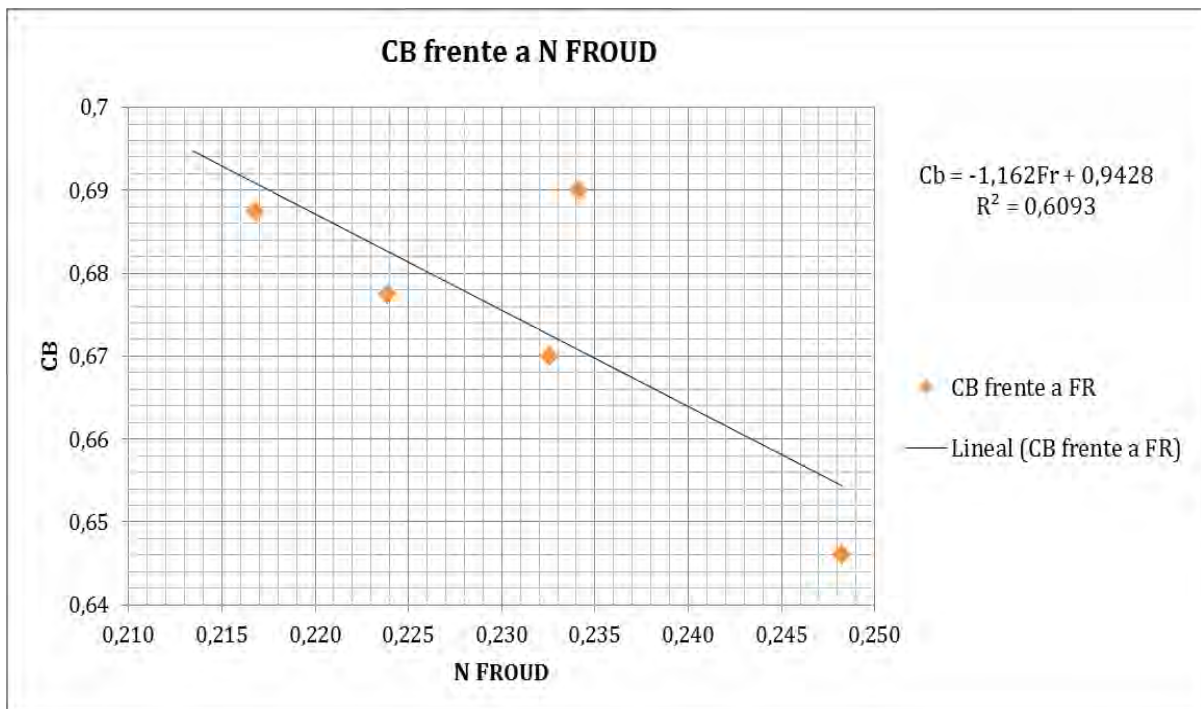
2.9 CÁLCULO DE COEFICIENTES PRINCIPALES

Después de realizar los cálculos para la obtención de las dimensiones principales del buque proyecto es necesario conocer los diferentes coeficientes principales del buque: coeficiente de bloque, de la maestra y prismático.

2.9.1 CÁLCULO DEL COEFICIENTE DE BLOQUE

El coeficiente de bloque puede calcularse mediante varios procedimientos, que se muestran a continuación:

- Cálculo mediante rectas de regresión, utilizando el coeficiente de bloque y el número de Froud de los buques de la base de datos.



El número de Froud del buque proyecto se obtiene mediante formulación matemática con la siguiente fórmula:

$$Fn = \frac{V}{\sqrt{g \times Lpp}} = \frac{13,11}{\sqrt{9,81 \times 318,40}}$$

$Fn = 0,2346 \approx 0,235$

donde la V se expresa en m/s.

Una vez obtenido el número de Froud (0,235), entrando con este valor en la ecuación obtenida de la gráfica¹ se obtiene el coeficiente de bloque (C_b) del buque proyecto.

$$C_b = -1,162 \times 0,235 + 0,9428$$

$$\mathbf{C_b = 0,67}$$

- Usando la fórmula de Towsin.

$$C_b = 0,70 + \frac{1}{8} \times \tan^{-1} \left(\frac{23 - 100 \times Fr}{4} \right) = 0,70 + \frac{1}{8} \times \tan^{-1} \left(\frac{23 - 100 \times 0,234}{4} \right)$$

$$\mathbf{C_b = 0,687}$$

- Usando la fórmula de Ayre.

$$C_b = k - 0,5 \times \frac{V}{\sqrt{L_{pp}}} = 1,06 - 0,5 \times \frac{25,5}{\sqrt{1044,61}}$$

$$\mathbf{C_b = 0,66}$$

donde la V se expresa en nudos (kn) y L_{pp} en pies (ft).

- Usando la fórmula de Van Lammeren:

$$C_b = 1,137 - 0,6 \times \frac{V}{\sqrt{L_{pp}}} = 1,137 - 0,6 \times \frac{25,5}{\sqrt{1044,61}}$$

$$\mathbf{C_b = 0,663}$$

donde la V se expresa en nudos (kn) y L_{pp} en pies (ft).

- Usando la fórmula de Minorsky:

$$C_b = 1,22 - 0,709 \times \frac{V}{\sqrt{L_{pp}}} = 1,22 - 0,709 \times \frac{25,5}{\sqrt{1044,61}}$$

$$\mathbf{C_b = 0,661}$$

donde la V se expresa en nudos (kn) y L_{pp} en pies (ft).

Realizando una media aritmética de todos los coeficientes de bloque calculados obtenemos un valor medio de este,

¹ Para un mejor resultado se deberían eliminar los valores extremos de estas y obtener así que la recta se ajuste mejor a la nube de puntos.

$$Cb m = 0,668 \approx 0,67$$

2.9.2 CÁLCULO DEL COEFICIENTE DE LA MAESTRA

El coeficiente de la maestra puede calcularse mediante la siguiente fórmula:

$$Cm = 1 - 2 \times Fn^4 = 1 - 2 \times 0,234^4$$

$$Cm = 0,994$$

También podría calcularse este coeficiente con la siguiente fórmula:

$$Cm = 1 - 0,062 \times Fn^{0,792} = 1 - 0,062 \times 0,234^{0,792} = 0,983$$

Se toma el primer valor ya que, comparando con los buques de la base de datos, es el más similar.

2.9.3 CÁLCULO DEL COEFICIENTE PRISMÁTICO

El coeficiente prismático se calcula mediante la relación entre el coeficiente de bloque y el coeficiente de la maestra:

$$Cp = \frac{Cb}{Cm} = \frac{0,67}{0,994}$$

$$Cp = 0,674 \approx 0,67$$

También podría calcularse este coeficiente con la siguiente fórmula:

$$Cp = 1,2 - 2,12 \times Fn = 1,2 - 2,12 \times 0,234 = 0,7$$

Se toma el primer valor ya que, comparando con los buques de la base de datos, es el más similar.

2.10 RESUMEN DE DIMENSIONES PRINCIPALES

TEU'S TOTALES	9000 TEU'S
TEU'S BODEGA	4256 TEU'S
TEU'S CUBIERTA	4744 TEU'S
TEU'S REF	1104 TEU'S
ESLORA TOT (LOA)	333,37 m.
ESLORA PERPENDICULARES (LPP)	318,4 m.
MANGA (B)	44,23 m.
PUNTAL (D)	26,41 m.
CALADO (T)	14,64 m.

N FROUD	0,235
COEF BLOQUE	0,67
COEF MAESTRA	0,994
COEF PRISM	0,67

3 AJUSTE DE LAS DIMENSIONES PRINCIPALES

Tras obtener las dimensiones principales del buque proyecto, es necesario un ajuste de las mismas de acuerdo con las características propias del buque. Como el buque es un portacontenedores cuya carga está normalizada, las dimensiones principales deberán estar en proporción a las características de la carga. Según los requisitos de las RPA:

CONTENEDORES NORMALIZADOS			
TIPO	LARGO (m) LCON	ANCHO (m) BCON	ALTO (m) DCON
TEU'S	6,058	2,438	2,59
	6,058	2,438	2,895
FEU'S	12,19	2,438	2,59
	12,19	2,438	2,895

GUÍAS CONTENEDOR				
TIPO	DIMENSIONES	ESLORA (mm)	DIMENSIONES	MANGA (mm)
	DISTANCIA BRAZOLA, GLM	GUÍA INDEPENDIENTE, GLA	DISTANCIA BRAZOLA, GBM	GUÍA INDEPENDIENTE, GBA
TEU'S	115-120	180-200	150-600	80-100
FEU'S	115-120	-	150-600	80-100

El cálculo de las dimensiones se basa en los TEU's que el buque transporta en bodegas por lo que el ajuste de estas se hará sólo para las dimensiones de los TEU's ya que los FEU's son múltiplos de estos.

En primer lugar se establecen el número de TEU's en manga, puntal y eslora. Para ello se han observado los datos y planos correspondientes a buques similares de la base de datos.

Para el ajuste de las dimensiones se utilizarán una serie de fórmulas obtenidas del libro “*El proyecto básico del buque mercante*”, que serán las siguientes:

3.1 CÁLCULO DE LA MANGA

La manga (B) del buque proyecto debe cumplir la siguiente ecuación:

$$B = 2 \times BDC + 2 \times GBM + BCON \times NCB + GBA \times (NCB - 1)$$

siendo:

- BDC, la distancia del mamparo longitudinal al costado en la maestra. Tomaremos dos alternativas, un valor máximo y un valor mínimo: $1,8 < BDC < 2,5$.
- GBM, distancia brazola. Tomaremos también dos alternativas, máximo y mínimo: $0,15 < GBM < 0,6$.
- BCON, la manga del contenedor (2,438 m).
- NCB, el número de contenedores en manga (16).
- GBA, manga de la guía independiente. Dos alternativas, máximo y mínimo: $0,08 < GBA < 0,10$.

Sustituyendo en la ecuación obtenemos el valor mínimo y máximo entre los cuales debe estar la manga , $44,11 < B < 46,71 \text{ m}$, siendo la manga del buque proyecto:

$$B = 44,23 \text{ m.}$$

3.2 CÁLCULO DEL PUNTAL

El puntal (D) del buque proyecto debe cumplir la siguiente ecuación:

$$D = DDF + DCON \times NCD + HMAR - DBR$$

siendo:

- DDF, la distancia del doble fondo. Al igual que en el caso de la manga, se toman dos alternativas: $2 < DDF < 2,5$.

- DCON, la altura del contenedor (2,59 m). Consideraremos que los contenedores de 9,5ft de altura estarán estibados en cubierta.
- NCD, el número de contenedores en puntal (10).
- HMAR, margen para la flexión de las tapas de escotilla. Este valor será aproximadamente un 4-5% de la dimensión menor de las tapas de escotilla, que en nuestro buque será un FEU (12,19 m): $0,48 < \text{HMAR} < 0,61$.
- DBR, altura brazola (2,30 m).

Sustituyendo en la ecuación obtenemos el valor mínimo y máximo entre los cuales debe estar el puntal, $26,08 < D < 26,71 \text{ m}$, siendo el puntal del buque proyecto:

$$D = 26,41 \text{ m.}$$

3.3 CÁLCULO DE LA ESLORA

La eslora (L) del buque proyecto debe cumplir la siguiente ecuación:

$$L = LAP + LCm + LFP + LC$$

siendo:

- LAP, la eslora del pique de popa. De nuevo, tomo dos alternativas: $3\%L_{pp} < LAP < 4\%L_{pp}$, con L_{pp} la eslora del buque calculada anteriormente.
- LFP, la eslora del pique de proa. Tomando dos alternativas: $4,5\%L_{pp} < LAP < 6,5\%L_{pp}$.
- LCm, la eslora de la cámara de máquinas. Este valor se obtiene del plano de un buque similar al buque proyecto y tendrá un valor aproximado de 21 m. Tomamos también dos valores dando un pequeño margen: $19 < LCm < 23$.
- LC, la eslora de la zona de carga. Este valor se obtiene mediante la ecuación:

$$LC = (GLM + LCON + GLA + LCON + GLM) \times NHOL + LMRO \times (NHOL - 1)$$

donde,

- GLM, distancia brazola. Tomaremos dos alternativas, como en casos anteriores: $0,115 < GLM < 0,12$.

- LCON, la eslora del contenedor (6,058 m).
- GLA, eslora de la guía independiente. Tomaremos dos alternativas posibles: $0,18 < GLA < 0,2$.
- NHOL, el número de bodegas o la mitad del número de contenedores en eslora. Tomamos la mitad del número de contenedores: $(38/2) = 9$ contenedores.
- LMRO, longitud de cada mamparo transversal de bodegas. Se obtiene del plano de un buque similar al buque proyecto y tendrá un valor aproximado de (2,8 m).

$$288 < LC < 289 \text{ m}$$

Sumando cada uno de los términos obtenemos los valores entre los que debe estar comprendida la eslora para que cumpla con las condiciones de capacidad de carga, $331 < L < 345 \text{ m}$, siendo la eslora del buque proyecto:

$$L = 333,37 \text{ m.}$$

Las dimensiones principales del buque proyecto calculadas mediante rectas de regresión se encuentran entre los límites calculados, se muestra a continuación una tabla resumen de los valores calculados en este apartado:

	MÍNIMO	MÁXIMO	OBTENIDO
ESLORA	331 m	345 m	333,37 m
MANGA	44,11 m	46,71 m	44,23 m
PUNTAL	26 m	26,71 m	26,41 m

4 ELECCIÓN DE LA CIFRA DE MÉRITO

Para poder llevar a cabo la evaluación económica del buque proyecto será necesario primero seleccionar uno entre los siete diferentes criterios o cifras de mérito existentes: coste de construcción, inversión total, costo de ciclo de vida, flete requerido, rendimiento neto del capital propio, tasa de rentabilidad interna y tasa de rentabilidad interna del capital propio.

En nuestro caso, desde el punto de vista del astillero, seleccionaremos como cifra de mérito el coste mínimo de construcción ya que se trata de obtener el mínimo valor de la oferta y buscar el mayor beneficio económico para el astillero.

4.1 COSTE DE CONSTRUCCIÓN

Dado que nuestra cifra de mérito escogida ha sido el coste de construcción mínimo, se llevará a cabo un desglose de este mediante la formulación obtenida del libro *“Proyectos de buques y artefactos. Criterios de evaluación técnica y económica del proyecto de un buque”* de Fernando Junco:

$$CC = CMg + CEq + CMo + CVa$$

4.1.1 COSTE DE LOS MATERIALES A GRANEL (CMG)

El coste de los materiales a granel se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$CMg = cmg \times PS = ccs \times cas \times cem \times ps \times PS$$

siendo,

- ccs, el coeficiente de coste ponderado de chapas y acero de distintas calidades. El rango de variación de este coeficiente es:
1,05 < ccs < 1,10-1,50. En nuestro caso, tomamos un valor de 1,30 ya que el buque utiliza un acero de alta resistencia en más de un 50% del total.
- cas, el coeficiente de aprovechamiento del acero. El rango de variación de este coeficiente es: 1,08 < cas < 1,15. Tomamos un valor de 1,08 dado que los menores corresponden a buques de gran tamaño.
-

- cem, el incremento por equipo metálico incluido en la estructura, como escotillas, barandillas, etc. El rango de variación es: $1,03 < cem < 1,10$. Debido al tamaño del buque se tomará un valor de 1,03.
- ps, el precio unitario de acero, que sería aproximadamente 350 €/ton.
- PS, el peso de aceros del buque. El peso de los aceros se estimará con la siguiente fórmula:

$$PS = K \times E^{1,35} \times (1 + 0,5 \times (CB80D - 0,7)),$$

siendo,

- $E = Lpp(B + D) + 0,85 \times Lpp(D - T) + 1,45 \times Lpp - 11$
- $CB80D = Cb + (1 - Cb) \times \frac{0,8 \times D - T}{3} \times T$
- $K = 0,034$ para portacontenedores.

$$PS = 31.523 \text{ ton}$$

Sustituyendo cada valor en la fórmula obtenemos un **coste de materiales a granel (CMg)** de **15.954.910,6 € ≈ 16 M€**.

4.1.2 COSTE DE LOS EQUIPOS DEL BUQUE (MEQ) Y SU MONTAJE (CME)

El coste de los equipos del buque se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$CEq + CMe = CEc + CHf + CEp + CEr$$

siendo,

- CEc, costo de equipos de manipulación de la carga. Este se considera nulo, ya que el buque no posee equipos propios para manipulación de la carga.
- CHf, el costo de habilitación y su montaje. Este se obtiene mediante la siguiente fórmula:

$$CHf = chf \times nch \times NT$$

donde,

- chf, es el coeficiente unitario de la habilitación por tripulante, que en nuestro caso será 33.000 €/tripulante.

- nch , es el coeficiente de nivel de calidad de la habilitación. El rango de variación de este coeficiente es: $0,90 < nch < 1,20$. Tomamos un valor medio de 1,10.
- NT , el número de tripulantes. Según la RPA del proyecto serán 28 tripulantes.

$$CHf = 33000 \times 1,10 \times 28 = 1.016.400 \text{ €} = 1,01 \text{ M€}$$

- CEr , el coste del equipo restante instalado, que se obtiene como:

$$CEr = ccs \times ps \times PEr$$

donde,

- PEr , es el peso de los equipos restantes, obtenido mediante la siguiente fórmula:

$$PEr = K \times Lpp^{1,3} \times B^{0,8} \times D^{0,3}$$

Con $K = 0,04$:

$$PEr = 0,04 \times 318,4^{1,3} \times 44,23^{0,8} \times 26,41^{0,3} = 3.972,18 \text{ ton}$$

Sustituyendo cada valor en la fórmula se obtiene un coste de los equipos restantes de 1.807.342 € = 1,8 M€.

- CEp , el coste de los equipos de propulsión y auxiliares. Este se obtiene mediante la siguiente fórmula:

$$CEp = cep \times BP$$

donde,

- cep , es el coste por unidad de potencia de los equipos de propulsión y auxiliares. El rango de variación de este coeficiente es:

$300 < cep < 400\text{€/kw}$. Tomamos un valor medio de 350 €/kw.

- BP , la potencia propulsora total. Realizamos una primera aproximación de la potencia propulsora del buque mediante distintos métodos.

El primero de ellos será mediante la fórmula de Watson:

$$PB = \frac{0,889 \times \Delta^{\frac{2}{3}} \times (40 - \frac{Lpp}{61} + 400 \times (K - 1)^2 - 12 \times Cb)}{15000 - 1,81 \times N \times \sqrt{Lpp}} \times V^3$$

siendo,

- $K = Cb + \frac{0,5 \times V}{\sqrt{3,28 \times Lpp}} = 1,06$
- $\Delta = \rho \times Cb \times L \times B \times T = 1,025 \times Cb \times L \times B \times T = 141202 t$
- $N = 102 rpm$ (obtenido a partir de la base de datos)

Sustituyendo los valores obtenemos una potencia de 96.999 BHP, **72.332 kW**.

El segundo método a utilizar será mediante el software NavCad.

A continuación se muestran los resultados obtenidos, teniendo una potencia propulsora de **75.479 kW**, muy similar a la obtenida mediante la fórmula de Watson.

Propulsion

24 mar 2015 07:51
HydroComp NavCad 2012

Project ID:
Description:
File name: PROPULSION2.hmc

Analytic parameters

Hull-propulsor interaction		System analysis	
Technique:	Prediction	Cavitatory criteria:	Keller eqn
Prediction:	[Calc] Holtrop	Analysis type:	Free run
Reference ship:		CPP method:	
Max prop diam:	9800.0 mm	Engine RPM:	
Corrections		Mass multiplier:	
Viscous scale corr:	[Off]	RPM constraint:	
Rubber location:		Limit [RPMs]:	
Friction line:		Water properties	
Hull form factor:		Water type:	Sea
Corr allowance:		Density:	1026.00 kg/m3
Roughness [mm]:		Viscosity:	1.18920e-6 m2/s
Ducted prop corr:	[Off]		
Tunnel stern corr:	[Off]		
Effective diam:			
Recesse depth:			

Prediction method check [Holtrop]

Parameters	FN [design]	CP	LWL/BWL	BWL/T
Value	0.23	0.58	7.20	3.02
Range	0.06-0.80	0.55-0.85	3.90-14.90	2.10-4.00

Prediction results [8system]

SPEED [kt]	HULL-PROPULSOR				ENGINE		
	PETOTAL [kW]	WFT	THD	EFFP	RPMENG [RPM]	PSPROP [kW]	
15.00	7620.2	0.2451	0.1843	0.9063	58	11786.8	
17.00	11152.9	0.2445	0.1843	0.9063	66	17270.8	
19.00	15044.1	0.2441	0.1843	0.9063	74	24764.8	
21.00	22492.9	0.2438	0.1843	0.9063	83	35124.9	
23.00	31461.0	0.2433	0.1843	0.9063	92	49528.0	
23.50	34189.0	0.2432	0.1843	0.9063	95	53958.8	
24.00	37138.2	0.2431	0.1843	0.9063	97	58773.0	
24.50	40308.1	0.2430	0.1843	0.9063	100	63971.8	
25.00	43691.0	0.2429	0.1843	0.9063	102	69543.1	
+ 25.50 +	47281.8	0.2428	0.1843	0.9063	105	75479.1	
POWER DELIVERY							
SPEED [kt]	RPMPROP [RPM]	QPROP [N·m]	PDRPROP [kW]	PSPROP [kW]	PSTOTAL [kW]	PBTOTAL [kW]	TRANSP
15.00	58	1868.68	11433.2	11786.8	11786.8	11786.8	906.6
17.00	66	2411.93	16752.6	17270.8	17270.8	17270.8	701.2
19.00	74	3075.85	24021.9	24764.8	24764.8	24764.8	546.5
21.00	83	3904.04	34071.2	35124.9	35124.9	35124.9	425.0
23.00	92	4947.28	48042.1	49528.0	49528.0	49528.0	330.8
23.50	95	5250.09	52340.1	53958.8	53958.8	53958.8	310.2
24.00	97	5571.21	57009.8	58773.0	58773.0	58773.0	290.9
24.50	100	5909.47	62052.7	63971.8	63971.8	63971.8	272.8
25.00	102	6262.88	67456.8	69543.1	69543.1	69543.1	256.1
+ 25.50 +	105	6629.96	73214.7	75479.1	75479.1	75479.1	240.7
EFFICIENCY		THRUST					
SPEED [kt]	EFFO	EFFOA	THRPROP [kN]	DELTHR [kN]			
15.00	0.6191	0.6435	1210.63	987.50			
17.00	0.6189	0.6458	1563.41	1275.26			
19.00	0.6174	0.6438	1999.78	1631.20			
21.00	0.6145	0.6404	2552.48	2082.03			
23.00	0.6098	0.6352	3259.71	2658.91			
23.50	0.6083	0.6336	3467.00	2828.00			
24.00	0.6068	0.6319	3687.61	3007.96			
24.50	0.6051	0.6301	3920.69	3198.07			
25.00	0.6034	0.6283	4164.73	3397.13			
+ 25.50 +	0.6017	0.6264	4418.64	3604.24			

Propulsion

24 mar 2015 07:51
HydroComp NavCad 2012

Project ID
Description
File name PROPULSION2.hcnc

Hull data

General		Planing	
Configuration:	Monohull	Proj chine length:	0,000 m
Chine type:	Round/multiple	Proj bottom area:	0,0 m2
Length on WL:	318,400 m	LCG fwd TR:	[XCG/LP 0,000] 0,000 m
Max beam on WL:	[LWL/BWL 7,199] 44,230 m	VCG below WL:	0,000 m
Max molded draft:	[BWL/T 3,021] 14,640 m	Aft station (fwd TR):	0,000 m
Displacement:	[CB 0,668] 141202,00 t	Chine beam:	0,000 m
Wetted surface:	[CWS 6,557] 17477,6 m2	Chine ht below WL:	0,000 m
ITTC-78 (CT)		Deadrise:	0,00 deg
LCB fwd TR:	[XCB/LWL 0,540] 171,936 m	Fwd station (fwd TR):	0,000 m
LCF fwd TR:	[XCF/LWL 0,540] 171,936 m	Chine beam:	0,000 m
Max section area:	[CX 0,979] 634,1 m2	Chine ht below WL:	0,000 m
Waterplane area:	[CWP 0,770] 10841,7 m2	Deadrise:	0,00 deg
Bulb section area:	51,1 m2	Propulsor type:	Propeller
Bulb ctr below WL:	4,880 m	Propeller diameter:	9800,0 mm
Bulb nose fwd TR:	333,000 m	Shaft angle to WL:	0,00 deg
Transom area:	[ATR/AX 0,000] 0,0 m2	Position fwd TR:	0,000 m
Transom beam WL:	[BTR/BWL 0,000] 0,000 m	Position below WL:	0,000 m
Transom immersion:	[TTR/T 0,000] 0,000 m		
Half entrance angle:	13,67 deg		
Bow shape factor:	[AVG flow] 0,0		
Stem shape factor:	[AVG flow] 0,0		

Propulsor data

Propulsor		Propeller options	
Count:	1	Oblique angle corr:	Off
Propulsor type:	Propeller series	Shaft angle to WL:	0,00 deg
Propeller type:	FPP	Added rise of run:	0,00 deg
Propeller series:	B Series	Propeller cup:	0,0 mm
Propeller sizing:	By total drag	KTKQ corrections:	Custom
KTKQ file:		Scale correction:	None
Blade count:	4	KT multiplier:	1,00
Expanded area ratio:	0,8048 [Size]	KQ multiplier:	1,00
Propeller diameter:	9800,0 mm [Keep]	Blade T/C (D,TR):	0,00
Propeller mean pitch:	[P/D 0,8427] 8258,0 mm [Size]	Roughness:	0,00 mm
Hub immersion:	9000,0 mm	Cav breakdown:	Off
Engine/gear		Nozzle L/D:	0,50
Engine data:		Design condition	
Rated RPM:	0 RPM	Max prop diam:	9800,0 mm
Rated power:	0,0 kW	Design speed:	25,50 kt
Gear efficiency:	1,00	Reference power:	68640,0 kW
Gear ratio:	1,000 [Keep]	Design point:	0,850
Shaft efficiency:	0,97	Reference RPM:	102,0
		Design point:	1,030

Report (20150304-145)

HydroComp NavCad 2012 12.01.0019.00(982)_236

Con ambos datos obtendremos una corrección de la fórmula de Watson para nuestro buque necesaria para el cálculo de la potencia propulsora en la selección de alternativas:

$$K_{\text{corrección potencia}} = 1,043.$$

Multiplicaremos este factor por la fórmula de Watson variando en esta las dimensiones de cada una de las alternativas posibles.

Sustituyendo cada valor en la fórmula obtenemos un coste de los equipos de propulsión y auxiliares de 26.404.853,61 € = 26,4 M€.

Finalmente obtenemos el **coste de los equipos del buque (CEq) y su montaje (CMe)** de **29.228.596 € = 29,2 M€**.

4.1.3 COSTE DE LA MANO DE OBRA (CMO)

El coste de la mano de obra se calcula a partir de la siguiente fórmula:

$$CMo = CMm + CMe$$

Donde *CMe* ya ha sido calculado en el apartado anterior, así procederemos a calcular sólo el *CMm*, coste de la mano de obra de montaje de material a granel calculado con la fórmula:

$$CMm = chm \times csh \times PS$$

Siendo,

- *chm*, el costo horario medio del astillero. Tomaré un valor de 30€/hora.
- *csh*, el coeficiente de horas por unidad de peso, con un valor de 30hora/ton.

Finalmente sustituyendo en la ecuación obtenemos el **coste de la mano de obra:**

$$CMo = CMm = 30 \times 30 \times 31523 = \mathbf{28.370.337,83 \text{ €} \approx 28,4 \text{ M€}}$$

4.1.4 COSTES VARIOS APLICADOS (CVA)

En estos gastos se incluyen los no incluidos en partidas anteriores como seguros, Sociedades de Clasificación, ensayos en canal... Se obtienen mediante la fórmula:

$$Cva = cva \times (CMg + CEq + CMe + CMo)$$

Siendo *cva* un 7,5% del coste de construcción. Sustituyendo los costes calculados anteriormente en la fórmula se obtienen estos costes:

$$Cva = 0,075 \times (CMg + CEq + CMe + CMo) = \mathbf{5.516.538,33 \text{ €} = 5,5 \text{ M€}}$$

Tras obtener el coste de cada una de las partidas mencionadas anteriormente podemos conocer el **coste de construcción total de nuestro buque**:

$$\text{Coste de Construcción (CC)} = 79.070.382,7 \text{ €} = 79 \text{ M€.}$$

4.2 ELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA MÁS FAVORABLE

Para llevar a cabo la elección de la alternativa más favorable se realiza una hoja de cálculo en el programa *Excel*.

Las alternativas se realizan variando las dimensiones de la eslora, la manga y el puntal, aumentando y disminuyéndolas uno y dos contenedores (6,1 m–12,2 m), y el coeficiente de bloque, aumentando y disminuyéndolo un 3% y un 1,5%.

Se generan 633 alternativas, en las que se incluyen las dimensiones principales del buque acompañadas del valor de las distintas partidas de costes mostradas en el apartado anterior. A demás de esto se muestran los distintos parámetros adimensionales utilizados para la selección de la alternativa.

A continuación establecemos una serie de limitaciones, máximo y mínimo. Los valores de nuestras alternativas han de encontrarse dentro de los rangos de estas relaciones adimensionales, establecidas a partir de los buques de la base de datos y de rectas de regresión, para poder considerar dichas alternativas como válidas.

Las restricciones aplicadas son las siguientes:

RESTRICCIONES		
MÁXIMO	COEF. ADIMENSIONAL	MÍNIMO
7,79	LPP/B	6,62
12,97	LPP/D	11,22
1,82	B/D	1,52
0,59	T/D	0,44
26,77	LPP/T	19,77
-	LxBxD	371056

De las 633 alternativas realizadas solo 50 de ellas se encuentran en el rango establecido por las restricciones.

Así mismo, para todas estas alternativas que resultaron ser válidas, se realiza una segunda criba para determinar cuál de todas ellas es adecuada a la cifra de mérito, la de menor coste, es decir, la alternativa número 45.

Buque portacontenedores 9000 TEU's. Cuaderno 1. Elección de la cifra de mérito y definición de alternativas. Selección de la más favorable

Nadia Conde Alonso

Se muestra en las siguientes páginas los valores de estas 50 alternativas, señalando la alternativa escogida y el desglose de dimensiones y costes de esta:

4.2.1 DIMENSIONES ALTERNATIVA MÁS FAVORABLE

TEU'S TOTALES	9000 TEU'S
TEU'S BODEGA	4256 TEU'S
TEU'S CUBIERTA	4744 TEU'S
TEU'S REF	1104 TEU'S
ESLORA TOT (LOA)	333,37 m.
ESLORA PERPENDICULARES (LPP)	318,4 m.
MANGA (B)	44,23 m.
PUNTAL (D)	26,41 m.
CALADO (T)	14,73 m.
DESPLAZAMIENTO (Δ)	138.197 ton.
VELOCIDAD (V)	25,5 kn.

N FROUD	0,235
COEF BLOQUE	0,65
COEF MAESTRA	0,994
COEF PRISM	0,654

4.2.2 COSTES DE CONSTRUCCIÓN ALTERNATIVA MÁS FAVORABLE

Al igual que en el cálculo de los costes del buque proyecto inicial, se realizará para la alternativa más favorable como cifra de mérito el coste de construcción mínimo.

En este punto solo se llevará a cabo un desglose de este, explicadas cada una de sus partes en el apartado anterior y se realizará también mediante la formulación obtenida del libro "Proyectos de buques y artefactos. Criterios de evaluación técnica y económica del proyecto de un buque" de Fernando Junco:

- **Coste de los materiales a granel**, mediante la siguiente fórmula:

$$CMg = cmg \times PS = ccs \times cas \times cem \times ps \times PS$$

siendo,

- ccs, cas, cem y ps los valores tomados en el cálculo de costes inicial.
- PS, el peso de aceros del buque. Utilizando la misma fórmula que en el cálculo anterior pero variando las dimensiones por las obtenidas de la alternativa:

$$PS = K \times E^{1,35} \times (1 + 0,5 \times (CB80D - 0,7)),$$

siendo,

- $E = Lpp(B + D) + 0,85 \times Lpp(D - T) + 1,45 \times Lpp - 11$
- $CB80D = Cb + (1 - Cb) \times \frac{0,8 \times D - T}{3} \times T$
- $K = 0,034$ para portacontenedores.

$$PS = 31.120 \text{ ton}$$

Sustituyendo cada valor en la fórmula obtenemos un **coste de materiales a granel (CMg)** de **15.791.491 € ≈ 15,7 M€**.

- **Coste de los equipos del buque**, mediante la siguiente fórmula:

$$CEq + CMe = CEc + CHf + CEp + CEr$$

siendo,

- CEc y CHf los valores tomados en el cálculo de costes inicial.
- CEr, el coste del equipo restante instalado, que se obtiene como:

$$CEr = ccs \times ps \times PEr$$

donde,

- Per, es el peso de los equipos restantes, obtenido mediante la siguiente fórmula pero con las nuevas dimensiones:

$$PEr = K \times Lpp^{1,3} \times B^{0,8} \times D^{0,3} = 3.972 \text{ ton}$$

Sustituyendo cada valor en la fórmula se obtiene un coste de los equipos restantes de **1.807.342 € = 1,8 M€**.

- CEp, el coste de los equipos de propulsión y auxiliares. Este se obtiene mediante la siguiente fórmula:

$$CEp = cep \times BP$$

donde,

- cep, valor tomado en el cálculo de los costes iniciales.

- BP, la potencia propulsora total. Realizamos una corrección de la fórmula de Watson mediante un coeficiente $K=1,043$. Multiplicaremos este factor por la

fórmula de Watson variando en esta las dimensiones de la alternativa escogida. Así obtenemos una potencia de **72.7206 kW**.

Sustituyendo cada valor en la fórmula obtenemos un coste de los equipos de propulsión y auxiliares de **25.447.097 € = 25,4 M€**.

Finalmente obtenemos el **coste de los equipos del buque (CEq) y su montaje (CMe)** de **28.270.839,52 € = 28,3 M€**.

- **Coste de la mano de obra**, a partir de la siguiente fórmula:

$$CMo = CMm + CMe$$

Donde *CMe* ya ha sido calculado en el apartado anterior, así procederemos a calcular sólo el *CMm*:

$$CMm = chm \times csh \times PS$$

siendo,

- *Chm* y *csh*, valores tomados en el cálculo de los costes iniciales.

Así obtenemos el **coste de la mano de obra (CMo)** de **28.079.752 € ≈ 28,1 M€**.

- **Costes varios aplicados (CVa)**, mediante la fórmula:

$$CVa = cva \times (CMg + CEq + CMe + CMo)$$

Siendo *cva* un 7,5% del coste de construcción. Sustituyendo los costes calculados anteriormente se obtiene, **5.410.656,24 € = 5,4 M€**.

Tras obtener el coste de cada una de las partidas mencionadas anteriormente podemos conocer el **coste de construcción total de la alternativa más favorable de 77.552.739,43 € = 77,5 M€**.

A continuación se muestra un cuadro resumen de cada una de las partidas calculadas:

COSTE MATERIALES A GRANEL (<i>CMG</i>)	15.791.491 € ≈ 15,7 M€
COSTE EQUIPOS DEL BUQUE Y SU MONTAJE (<i>CEq + CMe</i>)	28.270.839 € ≈ 28,3 M€
COSTE DE LA MANO DE OBRA (<i>CMo</i>)	28.079.752 € ≈ 28,1 M€
COSTES VARIOS APLICADOS (<i>CVa</i>)	5.410.656 € ≈ 5,4 M€
COSTE CONSTRUCCIÓN TOTAL (CC)	77.552.379 € ≈ 77,5 M€

Comparando el coste de proyecto con el coste real de buques similares obtenido de la "Revista de Ingeniería Naval", un portacontenedores de 8.800 TEU'S cuyo coste a febrero de 2016 será de aproximadamente 77,3 M€.

Se observa que el precio obtenido para el buque proyecto es muy similar a los del mercado.

5 ESTIMACIÓN DE LA POTENCIA PROPULSORA

Para poder estimar la potencia propulsora con las nuevas dimensiones obtenidas de la selección de alternativas se empleará el programa informático *NavCad*, que empleando el método de predicción Andersen para realizar el cálculo de la resistencia y de la potencia propulsora.

Propulsion		Project ID	PORTACONTENEDORES
10 may 2016 08:04		Description	CUAD1
HydroComp NavCad 2012		File name	untitled.hcnc
Hull data			
General		Planing	
Configuration:	Monohull	Proj chine length:	0,000 m
Chine type:	Round/multiple	Proj bottom area:	0,0 m2
Length on WL:	318,400 m	LCG fwd TR:	[XCG/LP 0,000] 0,000 m
Max beam on WL:	[LWL/BWL 7,199] 44,230 m	VCG below WL:	0,000 m
Max molded draft:	[BWL/T 3,003] 14,730 m	Aft station (fwd TR):	0,000 m
Displacement:	[CB 0,649] 138197,00 t	Chine beam:	0,000 m
Wetted surface:	[CWS 7,138] 18755,9 m2	Chine ht below WL:	0,000 m
ITTC-78 (CT)		Deadrise:	0,00 deg
LCB fwd TR:	[XCB/LWL 0,540] 171,936 m	Fwd station (fwd TR):	0,000 m
LCF fwd TR:	[XCF/LWL 0,460] 146,464 m	Chine beam:	0,000 m
Max section area:	[CX 0,975] 635,3 m2	Chine ht below WL:	0,000 m
Waterplane area:	[CWP 0,756] 10646,3 m2	Deadrise:	0,00 deg
Bulb section area:	51,1 m2	Propulsor type:	Propeller
Bulb ctr below WL:	4,880 m	Propeller diameter:	9800,0 mm
Bulb nose fwd TR:	333,000 m	Shaft angle to WL:	0,00 deg
Transom area:	[ATR/AX 0,619] 393,0 m2	Position fwd TR:	0,000 m
Transom beam WL:	[BTR/BWL 0,000] 0,000 m	Position below WL:	0,000 m
Transom immersion:	[TTR/T 0,000] 0,000 m		
Half entrance angle:	17,65 deg		
Bow shape factor:	[WL flow] 1,0		
Stern shape factor:	[WL flow] 1,0		
Propulsor data			
Propulsor		Propeller options	
Count:	1	Oblique angle corr:	Off
Propulsor type:	Propeller series	Shaft angle to WL:	0,00 deg
Propeller type:	FPP	Added rise of run:	0,00 deg
Propeller series:	B Series	Propeller cup:	0,0 mm
Propeller sizing:	By thrust	KTKQ corrections:	Custom
KTKQ file:		Scale correction:	None
Blade count:	4	KT multiplier:	1,00
Expanded area ratio:	0,7487 [Size]	KQ multiplier:	1,00
Propeller diameter:	9800,0 mm [Keep]	Blade T/C [D,TR]:	0,00
Propeller mean pitch:	[P/D 0,7400] 7252,1 mm [Size]	Roughness:	0,00 mm
Hub immersion:	9000,0 mm	Cav breakdown:	Off
		Nozzle L/D:	0,50
Engine/gear		Design condition	
Engine data:		Max prop diam:	9800,0 mm
Rated RPM:	0 RPM	Design speed:	25,50 kt
Rated power:	0,0 kW	Reference power:	0,0 kW
Gear efficiency:	1,00	Design point:	0,000
Gear ratio:	1,000 [Keep]	Reference RPM:	102,0
Shaft efficiency:	0,97	Design point:	1,030

Los datos introducidos por ahora no son de todo exactos ya que carecemos de toda la información necesaria para su cálculo.

Como primera estimación se obtiene una potencia propulsora de 60.518 kW.

Al estar al 85 % de su potencia, con un propulsor de 4 palas la potencia final será de:

$$PB \text{ total} = 66.570 \text{ kW}$$

Para esta potencia propulsora, se dispondrá de un motor Wärtsilä RT-flex96 de 12 cilindros con una potencia de 68.640 kW y 102 rpm. Se mostrarán en el Anexo II los resultados completos del análisis de la potencia.

6 ESTUDIO PRELIMINAR DE PESOS

Dado que se realizará un cálculo de los pesos más exhaustivo en el Cuaderno 2, en este apartado se incluirán unas estimaciones preliminares.

6.1 CÁLCULO DEL PESO EN ROSCA

Para el cálculo del peso en rosca se tendrán en cuenta tres partidas de pesos diferentes que se muestran a continuación.

6.1.1 CÁLCULO DEL PESO DE ACERO

Para la estimación del peso de acero de un buque en la fase de proyecto se utilizará el método de D. G. M. Watson, fórmula ya utilizada para el cálculo de los costes y obtenida del libro "El proyecto básico del buque mercante":

$$PS = K \times E^{1,35} \times (1 + 0,5 \times (CB80D - 0,7)),$$

siendo,

- $E = Lpp(B + D) + 0,85 \times Lpp(D - T) + 1,45 \times Lpp - 11$
- $CB80D = Cb + (1 - Cb) \times \frac{0,8 \times D - T}{3} \times T$
- $K = 0,034$ para portacontenedores.

Sustituyendo las dimensiones obtendremos un peso de los aceros de,

$$PS = 31.120 \text{ ton}$$

6.1.2 CÁLCULO DEL PESO DEL EQUIPO Y HABILITACIÓN

El cálculo del peso del equipo y habilitación, se puede estimar por la siguiente fórmula obtenida del libro "El proyecto básico del buque mercante":

$$PEH = Ke \times Lpp \times B$$

Siendo Ke un coeficiente que varía con el tipo y tamaño del buque y para portacontenedores se estima con un Ke de $0,33 \text{ ton/m}^2$. Así tenemos un peso del equipo y habilitación de,

$$PEH = 0,33 \times 318,4 \times 44,23 = 4.647 \text{ ton}$$

6.1.3 CÁLCULO DEL PESO DE MAQUINARIA PROPULSORA Y AUXILIAR

Esta partida se divide en varias partes: motor propulsor, resto de maquinaria propulsora, otros elementos en cámara de máquinas.

- Motor propulsor.

Dado que el buque estará propulsado por un motor diésel directamente acoplado a la línea de ejes, no se dispondrá de reductor. Como la potencia propulsora se estimó ya en el apartado anterior, obtendremos el peso de este observando las características técnicas proporcionadas por el fabricante, y que son las siguientes para la gama de motores Wärtsilä:

RATED POWER: PROPULSION ENGINES									
Cyl.	Output in kW/bhp at								
	102 rpm				92 rpm				
	R1		R2		R3		R4		
	kW	bhp	kW	bhp	kW	bhp	kW	bhp	
6	34 320	46 680	24 000	32 640	30 960	42 120	24 000	32 640	
7	40 040	54 460	28 000	38 080	36 120	49 140	28 000	38 080	
8	45 760	62 240	32 000	43 520	41 280	56 160	32 000	43 520	
9	51 480	70 020	36 000	48 960	46 440	63 180	36 000	48 960	
10	57 200	77 800	40 000	54 400	51 600	70 200	40 000	54 400	
11	62 920	85 580	44 000	59 840	56 760	77 220	44 000	59 840	
12	68 640	93 360	48 000	65 280	61 920	84 240	48 000	65 280	
13	74 360	101 140	52 000	70 720	67 080	91 260	52 000	70 720	
14	80 080	108 920	56 000	76 160	72 240	98 280	56 000	76 160	

BRAKE SPECIFIC FUEL CONSUMPTION (BSFC)								
	g/kWh	g/bhph	g/kWh	g/bhph	g/kWh	g/bhph	g/kWh	g/bhph
Load 100%	171	126	163	120	171	126	164	121
BMEP, bar	18,6		13,0		18,6		14,4	

PRINCIPAL ENGINE DIMENSIONS (MM) AND WEIGHTS (TONNES)										
Cyl.	A	B	C	D	E	F*	G	I	K	Weight
6	11 564	4 480	1 800	10 925	5 232	12 950	2 594	723	676	1 160
7	13 244	4 480	1 800	10 925	5 232	12 950	2 594	723	676	1 290
8	15 834	4 480	1 800	10 925	5 232	12 950	2 594	723	676	1 470
9	17 514	4 480	1 800	10 925	5 232	12 950	2 594	723	676	1 620
10	19 194	4 480	1 800	10 925	5 232	12 950	2 594	723	676	1 760
11	20 874	4 480	1 800	10 925	5 232	12 950	2 594	723	676	1 910
12	22 554	4 480	1 800	10 925	5 232	12 950	2 594	723	676	2 050
13	24 234	4 480	1 800	10 925	5 232	12 950	2 594	723	676	2 160
14	25 914	4 480	1 800	10 925	5 232	12 950	2 594	723	676	2 300

Dado que se ha estimado en el apartado anterior una potencia propulsora de 66.570 Kw, según las especificaciones técnicas que se muestran en la figura para un motor Wärtsilä RT-flex96C de 12 cilindros, se considerará un peso de aproximadamente, $PM1 = 2050 \text{ ton}$.

- Resto de maquinaria propulsora.

Para el cálculo del peso del resto de la maquinaria propulsora se utilizará la siguiente fórmula obtenida del libro “*El proyecto básico del buque mercante*”:

$$PM2 = Km \times BHP^{0,7}$$

Siendo Km un coeficiente que depende del tipo del buque, para portacontenedores de 0,63. Así obtenemos un peso de,

$$PM2 = 0,63 \times 93360^{0,7} = 1899 \text{ ton}$$

- Otros elementos en cámara de máquinas.

El peso de otros elementos en cámara de máquinas puede obtenerse a partir de la siguiente fórmula obtenida del libro “*El proyecto básico del buque mercante*”:

$$PM3 = 0,03 \times VMQ$$

Siendo VMQ el volumen de la cámara de máquinas. Dado que en esta fase de proyecto no conocemos con exactitud el valor de este lo podemos estimar mediante la siguiente fórmula:

$$VMQ = 0,85 \times Lcm \times B \times (D - DDF) \times Cb$$

Considerando un valor de la longitud de la cámara de máquinas Lcm , de 21 m. medidos en el plano de un buque base y la altura del doble fondo DDF , un valor medio de 2,3 m.

Sustituyendo todos los valores, obtenemos un peso de otros elementos de la cámara de máquinas de,

$$PM3 = 0,03 \times 12373 = 371 \text{ ton}$$

Para finalizar, sumamos todos los pesos de esta partida y obtenemos un peso de, **$PM_{tot} = 4320 \text{ ton}$.**

A continuación se muestra una tabla con las diferentes partidas y así el peso en rosca del buque proyecto:

PESO EN ROSCA	
PESO DE ACERO	31.120 ton
PESO EQUIPO Y HABILITACIÓN	4.647 ton
PESO MAQ. PROPULSORA Y AUX.	4.320 ton
TOTAL	40.087 ton

6.2 CÁLCULO DEL PESO MUERTO

Para llevar a cabo el desglose del peso muerto se considerarán las siguientes partidas:

6.2.1 CARGA ÚTIL

Para obtener el peso de la carga transportada se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Carga media por contenedor: 14 ton.
- Porcentaje de contenedores con carga: 70%
- Número total de contenedores: 9000 TEU's.

Así tenemos el peso de la carga transportada:

$$\text{Carga útil} = 14 \times 0,7 \times 9000 = \mathbf{88.200 ton.}$$

6.2.2 CONSUMOS

Esta partida se puede dividir a su vez en las siguientes:

- Combustible.

Para el cálculo del combustible del motor principal se utilizará la tabla de las especificaciones del motor Wärtsilä y ciertas consideraciones.

- Autonomía: 12.000 millas.
- Velocidad de servicio: 25,5 nudos.
- Consumo del motor: 168,4 g/kWh.
- Potencia: 66.570 kW.
- Margen: 5%.

Con estos datos obtenemos el consumo total de combustible del motor principal.

$$CM = \frac{(12000 \times 168,4 \times 66570 \times 1,05)}{(25,5 \times 10^6)} = 5539 \text{ ton.}$$

- Aceite.

Para el cálculo del peso de aceite se considerará un 4%, según el libro “*El proyecto básico del buque mercante*”, del consumo de combustible para la propulsión:

$$\text{Consumo de aceite} = 0,04 \times 5539 = 222 \text{ ton}$$

- Agua dulce, agua de alimentación y agua potable.

Para el agua potable se considerará un consumo aproximado de 200 litros por persona y día, por lo que el consumo total de agua por tripulante será:

$$\text{Consumo de agua} = \frac{(200 \times 28 \times 12000)}{(25 \times 24)} = 112 \text{ ton}$$

- Víveres.

Para obtener el peso de los víveres, se recomiendan 5 Kg por persona y día en buques mercantes.

$$\text{Consumo de víveres} = \frac{(12000 \times 28 \times 5)}{(25 \times 24)} = 2,8 \text{ ton}$$

Sumando todos los consumos obtenemos el peso total de los consumos del buque de **5.876 ton.**

6.2.3 TRIPULACIÓN Y PASAJE

A efecto de pesos se consideran para la tripulación 125 Kg por persona. En el buque proyecto el número de tripulantes es 28, así tenemos el peso de esta partida como:

$$\text{Tripulación y pasaje} = 125 \times 28 = 3,5 \text{ ton}$$

6.2.4 PERTRECHOS

La cantidad de pertrechos es muy variable, el campo de variación es entre 10 tn. y 100 tn. Como el armador en la RPA no ha indicado el peso de los pertrechos se estimará que estos son un 1% del peso en rosca del buque, ya que el buque es de gran tamaño, por lo que el peso total de los pertrechos será:

$$\text{Pertrechos} = 0,01 \times 40265 = 402 \text{ ton}$$

Con la suma de los pesos calculados podemos saber el peso muerto del nuestro buque:

PESO MUERTO	
CARGA ÚTIL	88.200 ton
CONSUMOS	5.876 ton
TRIPULACIÓN Y PASAJE	3,5 ton
PERTRECHOS	402 ton
TOTAL	94.482 ton

1.1. CÁLCULO DEL DESPLAZAMIENTO

El cálculo del desplazamiento se realiza de una manera muy simple mediante la suma del peso en rosca y el peso muerto del buque calculados anteriormente:

$$\Delta = \text{Peso en Rosca} + \text{Peso Muerto}$$

PESO EN ROSCA	40.087 TON
PESO MUERTO	94.482 ton
DESPLAZAMIENTO (Δ)	134.569 ton

Comprobamos el valor del desplazamiento con las dimensiones obtenidas de nuestro buque:

$$\Delta = L_{pp} \times B \times T \times C_b \times \rho = 138.300 \text{ ton}$$

El valor del desplazamiento (Δ) obtenido por las dimensiones es similar al calculado mediante la suma de pesos ya que solo existe una pequeña diferencia de 0,28 m. en el calado de un valor al otro y no se considera.

7 COMPROBACIÓN DEL FRANCOBORDO

En este apartado se realizará una estimación del francobordo del buque proyecto mediante un cálculo simplificado, utilizando el “*Convenio internacional sobre líneas de carga de 1966 y protocolo de 1988*”, para comprobar que este cumple con el mínimo requerido.

El primer paso es definir el tipo de buque del que se trata ya que existen dos tipos:

- Buques tipo A: Transporte de cargas líquidas a granel, alta integridad de la cubierta expuesta a la intemperie y una gran resistencia a la inundación, debido a su alto grado de subdivisión.
- Buques tipo B: Todo buque que no cumpla las condiciones de buque de tipo A.

Dado que el buque que se proyecta es un buque para el transporte de contenedores será de tipo B.

7.1 CÁLCULO SIMPLIFICADO POR MEDIO DE TABLAS Y FÓRMULAS

El siguiente paso a realizar es definir el francobordo tabular, función del tipo de buque (A o B) y de su eslora. Este valor se obtiene de una serie de tablas obtenidas del “*Convenio internacional sobre líneas de carga de 1966 y protocolo de 1988*”, interpolando si fuera necesario.

Teniendo un valor de la eslora de 318,4 m. e interpolando, el valor de nuestro francobordo tabular será:

$$FBTab = 4828 \text{ mm.}$$

Se muestra a continuación el fragmento de las tablas del reglamento utilizado para el cálculo del francobordo tabular para el buque proyecto.

Tabla 28.2

Tabla de francobordo para buques de tipo 'B' (Continuación)

Eslora del buque (m)	Francobordo (mm)	Eslora del buque (m)	Francobordo (mm)	Eslora del buque (m)	Francobordo (mm)
282	4420	310	4736	338	5035
283	4432	311	4748	339	5045
284	4443	312	4757	340	5055
285	4455	313	4768	341	5065
286	4467	314	4779	342	5075
287	4478	315	4790	343	5086
288	4490	316	4801	344	5097
289	4502	317	4812	345	5108
290	4513	318	4823	346	5119
291	4525	319	4834	347	5130
292	4537	320	4844	348	5140
293	4548	321	4855	349	5150
294	4560	322	4866	350	5160
295	4572	323	4878	351	5170
296	4583	324	4890	352	5180
297	4595	325	4899	353	5190
298	4607	326	4909	354	5200
299	4618	327	4920	355	5210
300	4630	328	4931	356	5220
301	4642	329	4943	357	5230
302	4654	330	4955	358	5240
303	4665	331	4965	359	5250
304	4676	332	4975	360	5260
305	4686	333	4985	361	5268
306	4695	334	4995	362	5276
307	4704	335	5005	363	5285
308	4714	336	5015	364	5294
309	4725	337	5025	365	5303

Los francobordos correspondientes a esloras intermedias se obtendrán por interpolación lineal.
Los francobordos de los buques de más de 365 m de eslora serán determinados por la Administración.

A continuación es necesario aplicar una serie de correcciones el francobordo tabular calculado por las tablas:

7.1.1 CORRECCIÓN POR ESLORA MENOR DE 100 M.

Se aplica sólo a buques Tipo B cuya eslora sea menor de 100m. Como el buque proyecto tiene una eslora total de 333,37 m. no se aplica esta corrección.

7.1.2 CORRECCIÓN POR COEFICIENTE DE BLOQUE

Esta corrección se aplica a buques cuyo coeficiente de bloque al 85% del puntal es mayor de 0,68.

Se calcula el valor del coeficiente de bloque al 85% del puntal mediante la siguiente formula:

$$Cb \text{ al } 85\%D = Cb + C \times \frac{85\%D - T}{T} \times (1 - Cb)$$

siendo,

- $C = 0,3$, para buques de formas llenas como en el caso de este buque.
- $D \text{ al } 85\% = 0,85 \times D = 22,45 \text{ m.}$

$$Cb \text{ al } 85\% D = 0,70$$

Como el coeficiente de bloque es superior a 0,68 se multiplicará el francobordo tabular calculado anteriormente por el factor:

$$C2 = \frac{Cb \text{ al } 85\%D + 0,68}{1,36} = 1,01$$

7.1.3 CORRECCIÓN POR PUNTAL

Si el puntal del buque excede de $L/15$, el francobordo tabular se aumenta:

$$C3 = \left(D - \frac{L}{15} \right) \times R$$

Siendo $R = 250 \text{ mm.}$ si $L \geq 120 \text{ m.}$

En el caso de nuestro buque $D > (L/15)$, por lo que al francobordo tabular habrá que aplicarle una corrección de:

$$C3 = \left(26,41 - \frac{318,4}{15} \right) \times 250 = 1295 \text{ mm.}$$

7.1.4 CORRECCIÓN POR SUPERESTRUCTURAS

En el caso de este buque proyecto la única superestructura a considerar será el castillo de proa.

Observando la disposición general de los buques de la base de datos se observa que la longitud del castillo suele ser aproximadamente un 6,5% de L_{pp} . En el caso de nuestro buque esta dimensión tiene un valor aproximado de:

$$L_{\text{castillo}} (E) = 0,065 \times 318,4 = 20,69 \text{ m.}$$

Según el Convenio internacional sobre Líneas de Carga de 1966, en los buques de Tipo B, no se permite reducción alguna si la longitud efectiva del castillo de proa es inferior al 7% de L .

Siendo la longitud efectiva de una superestructura cerrada (E) su longitud real tenemos que:

$$0,07 \times 318,4 = \mathbf{22,3 \text{ m} > 20,69 \text{ m}}$$

Por lo tanto no existe corrección por superestructura en el buque proyecto.

7.1.5 CORRECCIÓN POR ARRUFO

Nuestro buque posee cubiertas rectas pero, al poseer cubierta castillo, tenemos una altura real de la superestructura mayor que la altura normal con lo que tendré que aplicar una corrección por arrufo. Utilizando el Convenio calculamos los parámetros descritos:

- y : (altura real castillo)-(altura normal reglamentaria) = $4,2 - 2,3 = 1,9 \text{ m.}$
- L' : Longitud media castillo = $20,69 \text{ m.}$
- s : Suplemento por arrufo.

$$s = \frac{y \times L'}{3 \times L} = \frac{1,9 \times 20,69}{3 \times 318,4} = 41,15 \text{ mm.}$$

A continuación se realizará la curva de arrufo normal:

	SITUACIÓN	ORDENADA	FACTOR
MITAD DE POPA	Perpendicular	2903	1
	1/6 L desde Ppp	1289	3
	1/3 L desde Ppp	325	3
	TOTAL	7745	

	SITUACIÓN	ORDENADA	FACTOR
MITAD DE PROA	1/3 L desde Ppr	650	3
	1/6 L desde Ppr	2578	3
	Perpendicular	5807	1
	TOTAL	15491	

Y la curva de arrufo real:

	SITUACIÓN	ORDENADA	FACTOR
MITAD DE POPA	Perpendicular	0	1
	1/6 L desde Ppp	0	3
	1/3 L desde Ppp	0	3
	TOTAL	0	

	SITUACIÓN	ORDENADA	FACTOR
MITAD DE PROA	1/3 L desde Ppr	0	3
	1/6 L desde Ppr	0	3
	Perpendicular	0	1
	TOTAL	0	

- Arrufo real proa < Arrufo normal proa → Defecto de arrufo en proa.
- Arrufo real popa < Arrufo normal popa → Defecto de arrufo en popa.

$$\frac{1}{2} \times \left(\frac{1}{8} \times (Anpr - Arpr) + \frac{1}{8} \times (Anpp - Arpp) \right)$$

$$\frac{1}{2} \times \left(\frac{1}{8} \times (15491 - 41,15) + \frac{1}{8} \times (7745) \right) = 1449 \text{ mm.}$$

$$C5 (\text{defecto}) = 1449 \times \left(0,75 - \frac{Lcas}{2 \times L} \right) = \mathbf{1039 \text{ mm.}}$$

Por consiguiente el valor final del francobordo con las correcciones será:

$$FB_{\text{correcciones}} = 4828 \times 1,01 + 1295 + 1039 = 7210 \text{ mm.}$$

Con esto obtenemos los valores de los distintos francobordos mínimos:

- Francobordo de verano: Será el francobordo tabular modificado por las correcciones.

$$FB_{\text{verano}} = 4828 \times 1,01 + 1295 + 1039 = 7210 \text{ mm.}$$

- **Máximo calado de verano, d:**

$$d = D + \text{espesor trancañil} - FB = 26410 + 25 - 7210 = 19210 \text{ mm} = \mathbf{19,21 \text{ m.}}$$

- Francobordo de invierno: Será el francobordo de verano modificado.

$$FB_{\text{invierno}} = FB_{\text{verano}} + \frac{d}{48} = 7210 + \frac{19210}{48} = \mathbf{7610 \text{ mm.}}$$

- Francobordo tropical: Será el francobordo de verano modificado.

$$FB_{tropical} = FB_{verano} - \frac{d}{48} = 7210 - \frac{19210}{48} = 6809 \text{ mm.}$$

- Francobordo de invierno en el Atlántico Norte: Para buques de eslora superior a 100m. este francobordo será igual al francobordo de invierno calculado,

$$FB_{inviernoAN} = 7610 \text{ mm.}$$

8 ESPECIFICACIÓN TÉCNICA

8.1 GENERAL

Este proyecto presenta un buque portacontenedores, con cámara de máquinas a $\frac{3}{4}$ de la eslora así como la superestructura sobre la que se dispone la habilitación.

Este buque ha sido especialmente concebido para el transporte de contenedores de 20' y 40' en bodegas y cubierta.

El buque dispone de 10 bodegas de carga totalmente celulares, en las cuales se dispondrán dos hileras de contenedores, y 20 espacios sobre cubierta para la estiba de los contenedores. La carga y descarga de la mercancía se realizará por medio de las grúas de puerto.

La propulsión del buque será por medio de un motor directamente acoplado a una hélice de paso fijo.

8.1.1 CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

El buque tiene las siguientes características:

TEU'S TOTALES	9000 TEU'S
TEU'S BODEGA	4256 TEU'S
TEU'S CUBIERTA	4744 TEU'S
ESLORA TOT (<i>LOA</i>)	333,37 m.
ESLORA PERPENDICULARES (<i>LPP</i>)	318,4 m.
MANGA (<i>B</i>)	44,23 m.
PUNTAL (<i>D</i>)	26,41 m.
CALADO (<i>T</i>)	14,73 m.

DESPLAZAMIENTO (Δ)	134.569 ton.
PESO MUERTO (PM)	94.482 ton.
PESO EN ROSCA (PR)	40.087 ton.
VELOCIDAD (<i>V</i>)	25,5 kn.
POTENCIA PROPULSORA	66.570 Kw
TRIPULACIÓN	28 personas
SOCIEDAD DE CLASIFICACIÓN	Lloyd's Register

8.1.2 TRIPULACIÓN

De acuerdo con lo dispuesto en los RPA's, la tripulación constará de 28 miembros:

- Capitán.
- Jefe de máquinas.
- Tres oficiales de cubierta.
- Tres oficiales de máquinas.
- 3 Maestranza: un calderero, un electricista y un contraamaestre.
- 1 Engrasador.
- 1 Cocinero.
- 13 Marineros.
- 2 Mozos.

Además de los 28 camarotes para la tripulación fija del buque se dispondrá también de alojamiento para:

- Tripulación para reparaciones.
- Armador.
- Práctico.

Todos los tripulantes irán dispuestos en camarotes individuales con aseo privado.

Los camarotes del Armador, Capitán, Jefe de Máquinas y Oficiales tendrán despacho, así como los siguientes locales de servicio:

- Comedor.
- Oficina del buque.
- Enfermería.
- Salas de estar Oficiales.
- Salas de estar tripulación.
- Aseo público de cubierta.
- Gimnasio con sauna.
- Cocina.
- Gambuza seca con armarios frigoríficos.
- Gambuza refrigerada.
- Sala de cine.
- Sala de ocio.
- Sala de fumadores.
- Lavandería.

8.1.3 CAPACIDADES

Se dispondrán las siguientes cantidades:

TEU's en bodega → 4.256 TEU's.

TEU's sobre cubierta → 4.744 TEU's.

La capacidad de carga de los contenedores que pueden ser transportados sobre las tapas de escotilla se determinará atendiendo al cumplimiento con los criterios de estabilidad vigentes.

8.1.4 PESO MUERTO

El peso muerto del buque, a un calado medio de 14,73 m., será de 94.482 toneladas aproximadamente.

El peso muerto incluye: combustible, agua dulce, aceite, tripulación y sus efectos, consumos diversos, víveres, respetos no exigidos por la Administración ni por la Sociedad de Clasificación, suministros del Armador no considerados en la especificación y el peso de la carga y del agua de lastre que se precise en cada condición de carga.

8.1.5 FORMAS Y ESTABILIDAD

La proa llevará bulbo, cumpliendo con una serie de requerimientos para su instalación y fijándonos en los diferentes buques de la base de datos, y las cubiertas no dispondrán de arrufo, incluidas las de las casetas, siendo estas últimas paralelas a la cubierta superior.

Al desarrollar las formas se tendrá un especial cuidado en la fijación de la posición longitudinal del centro de carena, a fin de que la misma esté dentro de los valores convencionales y sea la más óptima para la asociación de una buena propulsión en las condiciones más idóneas de asiento, de acuerdo con la correspondiente situación de carga.

El buque cumplirá con el criterio de estabilidad del IMO ISC 2008, incluido el criterio del viento.

8.1.6 POTENCIA Y VELOCIDAD

La propulsión del buque será realizada por un motor diésel de dos tiempos capaz de desarrollar, sin síntomas de sobrecarga, una potencia continua de 66.570 kW. Para esta

potencia propulsora, se dispondrá de un motor Wärtsilä RT-flex96 de 12 cilindros con una potencia de 68.640 kW y 102 rpm.

La velocidad del buque en servicio, al calado de diseño de 14,73 m. con quilla a nivel o con asiento adecuado, será de unos 25,5 nudos, considerando un margen de mar de 10%, aguas profundas y el motor principal desarrollando el 85% de su MCR.

8.1.7 ENSAYOS EN EL CANAL DE EXPERIENCIAS

Con el fin de lograr un mejor rendimiento "potencia/velocidad", las formas de la carena del buque serán sometidas a estudio de un Canal de Experiencias, desarrollándose los ensayos y estudios siguientes:

- Remolque a cuatro calados: lastre, plena carga, carga intermedia y pruebas de mar.
- Autopropulsión a los cuatro calados indicados anteriormente.
- Propulsor aislado.
- Cavitación.
- Ensayo de líneas de corriente a plena carga.
- Ensayo de determinación de estela a plena carga.
- Dimensionamiento del timón.

8.1.8 VIBRACIONES

El constructor efectuará un estudio y análisis del proyecto y planos constructivos de la estructura, para limitar los niveles de ruidos y vibraciones del buque, a aquéllos que se establezcan en esta Especificación como aceptables, asegurando de esta manera el confort de la tripulación y evitando posibles daños en las instalaciones y equipos del Buque, que puedan alterar el correcto funcionamiento de los mismos.

En el caso de apreciarse en el buque terminado vibraciones no aceptables, el Astillero, a su cargo, tomará las medidas oportunas para reducir dichas vibraciones a niveles aceptables, siguiendo las recomendaciones de la Sociedad de Clasificación.

Se prestará especial atención al proyecto estructural de la zona de popa para evitar vibraciones debidas a la acción de la hélice.

Se calcularán las frecuencias críticas de la instalación propulsora tomándose las medidas oportunas para evitar que dichas críticas estén en la gama de r.p.m. normales o de maniobra.

Se calcularán las frecuencias y vibraciones torsionales de la línea de ejes y del sistema propulsor y los valores que resulten de tales cálculos, se someterán a la aprobación de la Sociedad Clasificadora, fabricante de los motores y se enviará al Armador para su información.

Iguales estudios se realizarán para los grupos diesel auxiliares.

Se evitará de una forma general en espacios normalmente ocupados por personal, que las vibraciones excedan la curva superior de la zona rayada, que se indica en el gráfico ISO, propuesta N° 6954 de 1.984, que se adjunta. Los valores indicados en el gráfico, se aplicarán a las revoluciones del servicio, con el timón a la vía y en la situación de carga correspondiente a la condición de pruebas.

Si los valores reales excediesen la curva superior de la zona rayada, de acuerdo con el segundo párrafo de este apartado, el Astillero tomará las acciones necesarias para, de conformidad con la Sociedad de Clasificación, corregir a su cargo las vibraciones excesivas.

8.1.9 CLASIFICACIÓN, INSPECCIÓN Y REGLAMENTOS

El buque, con todo su equipo y maquinaria, será construido de acuerdo con los Reglamentos y bajo vigilancia especial de Lloyd's Register.

Con independencia de las exigencias anteriores, el buque cumplirá además, con:

- Convenio Internacional para la Seguridad de la Vida Humana en la Mar de 1974, Protocolo 1978 y Enmiendas de 1981, 1983, 1988, 1989, 1990, 1991 y 1992 con las enmiendas con entrada en vigor en 2004, Edición consolidada de 2004.
- Convenio Internacional de Líneas de Carga de 1966 y enmiendas.
- Reglamento Internacional de Arqueo, de 1969.
- Reglamento Internacional de Abordajes 1972, Enmiendas 1981.
- Convenio N° 92 de la Conferencia Internacional de Trabajo sobre alojamientos, Junio 1949 y disposiciones complementarias de 1970. Se tendrá en cuenta lo relativo a cumplimentación del Reglamento O.I.T. en lo concerniente a alojamientos.
- Reglamento de Telecomunicaciones y Anexos (Montreal 1965, Ginebra 1967, 68 y 75) U.I.T.
- Reglas para prevenir la contaminación del mar MARPOL 1973 y Protocolo 1978, Anexo I, IV, V, y VI Enmiendas de 1981 y 1983 y posteriores en vigor a 2004.
- Reglamento del U.S.C.G. para buques de bandera no americana que toquen puertos americanos (C 515), a fin de obtener la "Letter of Compliance".
- Otros Reglamentos exigidos por las autoridades nacionales en el momento de la firma del Contrato.
- Cumplimentación luces Canal Suez y Canal Panamá, sin entrega del proyector de Suez.

- Reglamento Español de Reconocimiento de Buques y Embarcaciones Mercantes.
- Normas del Sistema Mundial de Socorro y Seguridad Marítima (IMO GMDSS).
- Normas sobre niveles de ruidos de IMO.
- Recomendaciones de ISO sobre vibraciones.

8.2 MATERIALES. TIPO DE CONSTRUCCIÓN

8.2.1 GENERAL

El casco se construirá con chapas y perfiles de acero normal, recepcionados por la Sociedad de Clasificación. Sus escantillones estarán también de acuerdo con lo exigido por dicha Sociedad para un buque de este tipo y servicio y cumplirán como mínimo los requisitos y exigencias de la Sociedad de Clasificación, correspondiente a la cota de clasificación indicada.

El buque será de sistema mixto, longitudinal en fondo y cubiertas y transversal o longitudinal en el resto (costados y superestructura). Irá enteramente soldado, previéndose la aplicación del sistema de prefabricación y montaje por bloques. Se podrá utilizar acero de alta resistencia en las zonas que resulte útil.

8.2.2 DOBLE FONDO

Su estructura será totalmente soldada, con varengas llenas en todas las cuadernas de cámara de máquinas y piques de proa y popa.

En la zona de bodegas se dispondrán varengas llenas donde exija la Sociedad de Clasificación.

En la zona de proa al 25% de Lpp, el fondo se reforzará especialmente para resistir los pantocazos que puedan producirse durante la navegación en lastre.

El doble fondo se reforzará localmente bajo los apoyos de los contenedores, si lo requiere la Sociedad de Clasificación.

Los pozos de sentinas en cámara de máquinas y en bodegas, deberán dejar un espacio suficiente respecto al doble fondo, con el fin, de evitar la inundación de la cámara de máquinas o la bodega en caso de producirse un desgarró del casco.

Se dispondrán amplias groeras en las uniones de varengas al doble fondo y fondo, para facilitar el drenaje y evitar la formación de bolsas de aire.

Todos los tanques del doble fondo y tanques laterales tendrán registros de acero de 450 x 350 mm. con tapas atornilladas con tornillos, tuercas y arandelas de acero inoxidable. En cámara de máquinas estos registros tendrán pequeñas brazolas de 50 mm. de altura y deberán quedar en sitio accesible.

Cada uno de estos registros deberá llevar marcado el número o identificación del tanque a que corresponde.

8.2.3 FORRO Y CUADERNAS

Se abrirán nichos al costado para alojar las anclas.

Se dispondrán amuradas de chapa con una altura de 1 a 1,5 m. sobre la cubierta castillo, y se soldarán a barraganetes dispuestos cada dos claras de cuadernas.

Se dispondrán plataformas en proa y en los costados de la amurada, entre los barraganetes para visualizar la maniobra de fondeo y amarre.

8.2.4 RODA Y CODASTE

La roda será curva, lanzada y de secciones horizontales redondeadas. En su parte superior será de chapa de acero laminado, con refuerzos soldados mientras que en la parte inferior llevará bulbo, como se indica en el plano de Disposición General.

El codaste será de construcción compuesta, con una parte de acero fundido y otra de acero laminado, que se soldarán entre sí con anterioridad al montaje en grada. El perfil del codaste se estudiará de modo que los huelgos de la hélice sean suficientemente grandes.

En la roda, codaste y centro del buque se marcarán los calados en metros a babor y estribor, grabándose las marcas con cordón de soldadura, así como el nombre y matrícula del buque, situándose estos últimos en la popa. En la proa se marcará las indicaciones de hélices de proa y bulbo.

8.2.5 CUBIERTAS

Todas las cubiertas serán totalmente de acero. Se reforzarán convenientemente debajo del molinete, cabrestante, bitas y otras cargas concentradas y se dispondrán de amplios imbornales, que permitan el desagüe fácil del agua embarcada en cualquier situación de carga.

8.2.6 MAMPAROS

El buque tendrá los mamparos transversales estancos que se representan en la Disposición General. Serán planos, con refuerzos verticales y se construirán de acuerdo con las exigencias de la Sociedad de Clasificación.

8.2.7 SUPERESTRUCTURA

Todas las superestructuras serán de acero y se prestará especial atención al acabado de las soldaduras de la superestructura.

La cocina, pañoles y aseos llevarán mamparos de acero en todo su contorno. Se colocarán defensas de protección contra los golpes de los contenedores en los mamparos de la superestructura y demás sitios donde haya estructura del buque, barandillas, equipos, etc., expuestos a golpes.

8.2.8 PREPARACIÓN DE SUPERFICIES, PINTADO Y GALVANIZADO

8.2.8.1 Tratamiento del acero y superficies metálicas

- General: Todas las pinturas se aplicarán de acuerdo con las recomendaciones del fabricante. Antes de aplicar las pinturas o recubrimientos, las superficies se someterán al tratamiento requerido por las condiciones que fije el tipo de pintura; se evitarán óxidos, aceites, grasas, etc.
- Tratamiento de la superficie de acero: Todas las planchas y perfiles de acero que forman la estructura del buque, excepto las zonas que no se mencionan en esta especificación serán chorreadas. El chorreado se realizará para conseguir el grado de preparación de superficies SA 2½ de las Normas SIS 055900. Para su posterior tratamiento se le dará una capa de imprimación (20 m con baja contenido en Zinc).

8.2.8.2 Pintura

Los tipos de pinturas a utilizar y el número de manos a emplear, serán los que designe una firma especializada, para una duración de cinco años, cumpliendo también con las zonas que es necesario pintar como son:

- Fondos y costados hasta la línea de flotación.
- Costados hasta la línea de flotación incluidas amuradas.
- Superestructura exterior y chimenea
- Manguerotes ventilación interior.

- Anclas y cadenas.
- Maquinaria de cubierta.
- Polines de maquinaria de cubierta.
- Pozos de sentinas.
- Bodegas.
- Tanques.
- Cámara de máquinas.
- Tuberías.

8.2.8.3 Galvanizado

Las tuberías y elementos especificados en los párrafos siguientes, serán galvanizados (superficie interior y exterior). En los acoplamientos soldados y en aquellas zonas donde se necesite soldar después de galvanizado, se aplicará en forma de retoque, una composición rica en zinc sobre la superficie exterior.

8.2.8.4 Tuberías y accesorios

Se galvanizarán por inmersión en caliente, las tuberías de acero de los siguientes servicios:

- Agua de mar de circulación.
- Baldeo y contraincendios.
- Imbornales y rejillas.
- Lastre y sentinas.
- Agua dulce sanitaria.
- Agua salada sanitaria (caso de tubería de acero).
- Sondas dentro de tanques de agua.
- Aguas negras y grises.
- Servicios de refrigeración circuito de B.T.
- Elementos exteriores que pueden verse dañados.
- Rejillas y conductos de ventilación.

8.2.8.5 Protección de la estructura

Antes del lanzamiento del buque se montarán los necesarios ánodos de sacrificio a base de aluminio, calculados y dispuestos para un período de protección normal no inferior al tiempo para el armamento del buque.

8.3 EQUIPOS Y SERVICIOS

8.3.1 EQUIPO DE FONDEO, AMARRE Y REMOLQUE

- 3 Anclas sin cepo (una de respeto) de 6.000 Kg. cada una para la maniobra de fondeo de proa. Como alternativa, estas anclas podrán ser de gran poder de agarre, de 4.500 Kg.
- 577,5 m. de cadena con contrrete de acero forjado de 60 mm. de diámetro., calidad U3.
- 1 Equipo de grilletes de entalingado, unión, arganeo, giratorios, etc.
- 2 Estopores de rodillo, para cadena de 60 mm. de diámetro.
- 2 Escobenes de anclas para la maniobra de fondeo de proa.

8.3.2 MEDIOS DE SALVAMENTO

- 2 Botes salvavidas, del tipo cerrado, autopropulsado, para puesta a flote por caída libre por la popa, con una capacidad para 33 personas, dotadas del equipo correspondiente.
- 2 Balsas salvavidas, una a cada banda, de tipo insuflable, con capacidad de 30 personas cada una, dotadas del equipo correspondiente.
- 1 Bote de rescate, con su correspondiente pescante homologado.
- 28 Aros salvavidas, homologados y de los tipos requeridos por la normativa vigente.
- 1 Chaleco salvavidas por persona, estibados en las proximidades de cada litera. Y un 50 % del total de reserva almacenado cerca de los botes.
- Elementos necesarios para la supervivencia en situación de emergencia, como señaladores visuales, radiobalizas, trajes de inmersión, ayudas térmicas, cumpliendo con las normativas españolas y SOLAS.

8.3.3 HABILITACIÓN DE ALOJAMIENTOS

Todos los tripulantes tendrán camarote individual con aseo privado. Los del Capitán, Jefe de Máquinas y dos oficiales llevarán también despacho.

8.3.3.1 Mamparos, techos y pisos

Se colocarán mamparos de acero en aseos, cocina, gambuza, local de CO2, pañoles y locales de maquinaria en general.

En el resto de los locales se colocarán mamparos no metálicos. Los mamparos y techos de la cocina irán forrados de acero inoxidable.

Se dispondrá aislamiento térmico en alojamientos y locales habitables, detrás de todos los mamparos exteriores y partes de cubiertas expuestas a la intemperie.

8.3.3.2 Mobiliario

En general todos los muebles serán según estándar del Astillero.

8.3.4 EQUIPOS DE FONDA Y HOTEL Y VARIOS

8.3.4.1 Cocina

Los elementos necesarios en estos tipos de buques y para el número de tripulantes.

8.3.4.2 Gambuza

En la cubierta, próximo a la cocina, se dispondrán dos locales, uno destinado a gambuza seca y el otro a gambuza refrigerada.

La zona seca dispondrá de estantes, alacenas, barras y ganchos para víveres.

La gambuza frigorífica constará de dos armarios de tipo comercial de unos 1000 litros cada uno, totalmente autónomos.

8.3.5 AIRE ACONDICIONADO Y VENTILACIÓN

Se montará un sistema de aire acondicionado a alta presión.

8.3.6 EQUIPOS DE NAVEGACIÓN Y COMUNICACIONES

8.3.6.1 Equipos de navegación

Se instalará sobre el techo del Puente un compás magistral, magnético, y se suministrarán e instalarán los siguientes equipos:

- Una ecosonda.
- Una corredera electromagnética.
- Radares.

- Aguja giroscópica.
- Un piloto automático.
- Un radiogoniómetro.
- Material náutico.

8.3.6.2 Comunicaciones interiores

- Telégrafo de máquinas.
- Teléfonos interiores.
- Altavoces.

8.3.7 MEDIOS DE CONTRAINCENDIOS

8.3.7.1 Instalaciones fijas sofocadoras de incendios

Se dispondrá una instalación sofocadora de incendios, por medio de agua nebulizada, capaz de cubrir: la cámara de máquinas, local depuradoras, local propulsor de proa y las bodegas.

Esta instalación estará dividida en secciones, con el fin de que un incendio en un departamento no deje inutilizados los otros.

8.3.7.2 Sistemas fijos de detección de incendios

- 1 Sistema fijo de detección de incendios y de alarma contraincendios, de un tipo aprobado, dispuesto de modo que detecte la presencia de humo, y vaya provisto de avisadores de accionamiento manual en todos los pasillos, las escaleras y las vías de evacuación situados en el interior de los espacios de alojamientos.
- 1 Sistema fijo de detección de incendios y de alarma contraincendios, de un tipo aprobado, para Cámara de Máquinas. Originará señales de alarma acústicas y ópticas, distintas ambas de cualquier otro sistema no indicador de incendios, en tantos lugares como sea necesario para asegurar ser oídas y vistas en el puente de gobierno y por un oficial de máquinas.

8.3.7.3 Otros equipos

- 25 Mangueras de lona de tejido tupido, de una longitud de 20 m.
- Un número de hidrantes de C.I. tal que, por lo menos, dos chorros de agua no procedentes de la misma boca puedan alcanzar cualquier parte del buque.
- Extintores de polvo seco, portátiles, homologados, de 12 litros de capacidad.

- 2 Equipos de bombero, completos.
- 2 Conexiones internacionales a tierra.

8.3.8 EQUIPOS DE SERVICIO DE LA CARGA

8.3.8.1 Bodegas de carga y su habilitación

El buque tendrá diez bodegas totalmente moduladas mediante una estructura celular para el transporte de contenedores de 20' y/o 40'.

Las celdas serán para contenedores de 40' pero para permitir la estiba de contenedores de 20' se dispondrán guías planas, coincidiendo con los extremos de los contenedores que no van guiados.

Los contenedores que van elevados en las bodegas y que no descansen sobre tanques altos irán apoyados sobre estructuras adecuadas.

8.3.8.2 Escotillas y sus cierres

La disposición de las escotillas de carga, será la que se representa en el plano de Disposición General. Se dispondrán 20 espacios de carga a la intemperie.

Las aberturas de las escotillas, tendrán aproximadamente 12,58 x 39,45 m las cuales se cerrarán por medio de dos pontonas cada una.

Las pontonas se dimensionarán para poder estibar los contenedores de 20' y 40' en proa y popa indicados en el plano de Disposición General y estarán preparadas para su manejo con spreaders de 20' y 40', por medio de las grúas del puerto.

8.3.8.3 Ventilación espacios de carga

Todas las bodegas estarán provistas de conductos de ventilación natural, construidos con conductos estructurales, provistos de cierre reglamentario, tanto para la entrada como para la salida de aire.

8.3.8.4 Corrección de escoras y trimado

Se dispondrá en el sistema de lastre, el equipo de válvulas controladas desde la cabina de control de máquinas y desde el puente de gobierno y un sistema de teleniveles, control de calados y escora del buque.

8.3.9 ARBOLADURA, JARCIA, GRÚAS, ETC

Se montará un palo sobre el Castillo que servirá para soportar las luces de posición y fondeo. Irá provisto de la correspondiente escala de acceso.

Sobre el techo del puente se montará un palo para soporte de antenas y luces de navegación.

8.3.10 INSTALACIÓN ELÉCTRICA PRINCIPAL

8.3.10.1 Características de la instalación

El buque dispondrá de una instalación eléctrica en corriente alterna trifásica a 50 Hz. compuesta por dos redes trifásicas a 380 V, para fuerza, una principal y otra de emergencia, y otra a 220 V., monofásica para los servicios de alumbrado, comunicaciones y aparatos de pequeño consumo.

La alimentación a la red de fuerza se realizará directamente por los generadores.

La alimentación a la red de alumbrado principal se hará a través de dos transformadores trifásicos 380/220 V., de acuerdo con la potencia del balance eléctrico, siendo uno de ellos de reserva.

La alimentación a la red de alumbrado de emergencia se hará a través de dos transformadores de capacidad adecuada, uno de ellos de reserva.

8.3.10.2 Generadores

Todos los alternadores serán de tipo marino, autoventilados, e irán protegidos contra atmósferas salinas, goteo y ratas. Tendrán equipos de regulación de tensión manual y automática, estando los equipos de regulación montados a caballo, o en el cuadro eléctrico a elección del Armador.

8.3.10.3 Cuadros eléctricos de distribución

El cuadro eléctrico principal irá situado en la cámara de control de la cámara de máquinas. Estará dividido en paneles correspondientes a los generadores principales, generador de cola, interconexión cuadro de emergencia, toma de tierra, propulsor de proa, y servicios de fuerza y alumbrado.

8.3.10.4 Redes de alumbrado

La cubierta principal y exterior será iluminada por proyectores de vapor de mercurio, de unos 400 W cada uno.

8.3.10.5 Motores

En general los motores serán trifásicos 380 V, 50 Hz, tipo inducción y jaula de ardilla. Los motores menores de 0,5 kW. Serán de una fase y tipo universal.

8.3.10.6 Conexión con tierra

En un local adecuado se instalará una caja estanca para conexión de los cables con tierra, provista de bornes de conexión, seccionador fusible, indicador de sucesión de fases, lámpara indicadora de tensión, etc. Estará prevista para una intensidad de 200 A y manguera de 80 m.

8.3.10.7 Luces de navegación y señales

El buque dispondrá de las luces de navegación y señales que indica el Reglamento Internacional de Abordajes, las cuales dispondrán de doble circuito de alimentación.

8.3.10.8 Baterías

Se instalará un conjunto de baterías de 24 V para alimentación de los equipos que lo requieran.

8.3.10.9 Propulsores de proa

Se dispondrá de un propulsor lateral en la zona de proa, de 3.000 kW de potencia.

8.3.11 VARIOS

8.3.11.1 Puertas, ventanas y portillos

Serán de acero las puertas exteriores, excepto las laterales del puente y las de acceso a la cocina, pañoles, cámara de máquinas y donde lo requieran los reglamentos.

8.3.11.2 Escalas, candeleros y barandillas

Todas las escalas exteriores serán de acero y pisaderas estriadas, de acuerdo con el estándar del Astillero.

8.3.11.3 Escalas reales

Su accionamiento se realizará mediante pescantes y chigres eléctricos adecuados.

8.3.11.4 Elementos de amarre

El buque llevará un equipo de amarre, de las características exigidas por la Sociedad de Clasificación.

La maniobra de estachas en proa se hará con los tambores y cabirones de los molinetes.

Para la maniobra de estachas en popa se montarán dos maquinillas hidráulicas.

8.3.12 BOTIQUÍN

Se suministrará un botiquín, de acuerdo con las exigencias de las Autoridades españolas.

8.4 MAQUINARIA AUXILIAR DE CUBIERTA

8.4.1 EQUIPO DE GOBIERNO

El buque será maniobrado mediante un servo electrohidráulico, de cuatro pistones, con consola eléctrica de mando en el puente y conexión a piloto automático.

Este equipo, al igual que las correspondientes conexiones, será doble y cumplirá con el SOLAS.

Este servomotor estará dimensionado para ser capaz de efectuar un giro de banda a banda de 70º en un máximo de 28 segundos y con el buque navegando a la velocidad máxima, con una sola bomba. Con las dos bombas el giro indicado se deberá efectuar en 14 segundos.

8.4.2 *TIMÓN Y MECHA*

El timón será semicompensado, de secciones rectas, con perfil currentiforme. Será completamente soldado y se someterá a prueba hidráulica, de acuerdo con las exigencias de la Sociedad de Clasificación.

En la zona de unión a la mecha llevará una pieza de acero fundido, integrada a la estructura del timón.

La mecha del timón será recta, de acero forjado y dispondrá de:

- Acoplamiento de cono, para acoplamiento de la pala del timón, con tuerca de apriete hidráulico.
- Camisa de acero inoxidable en las zonas de apoyo con la limera y en el prensaestopas.
- Extremo superior, mecanizado para acoplamiento del servo.

8.4.3 *EQUIPOS DE MANIOBRA DE CUBIERTA*

8.4.3.1 Molinetes

Para la maniobra de amarre y fondeo, al castillo de proa, se montarán dos molinetes – maquinilla. Serán de accionamiento electrohidráulico, circuito de A.P., máximo 300 bar.

8.4.3.2 Maquinillas de amarre

Para la maniobra de amarre de popa, se montarán en la cubierta principal 2 maquinillas. Serán de accionamiento electrohidráulico, circuito de AP, máximo 300 bar.

Para el accionamiento de molinetes y maquinillas de amarre, se montarán dos grupos hidráulicos, uno bajo el castillo de proa y el otro en zona de popa.

8.5 **CARGOS Y RESPETOS**

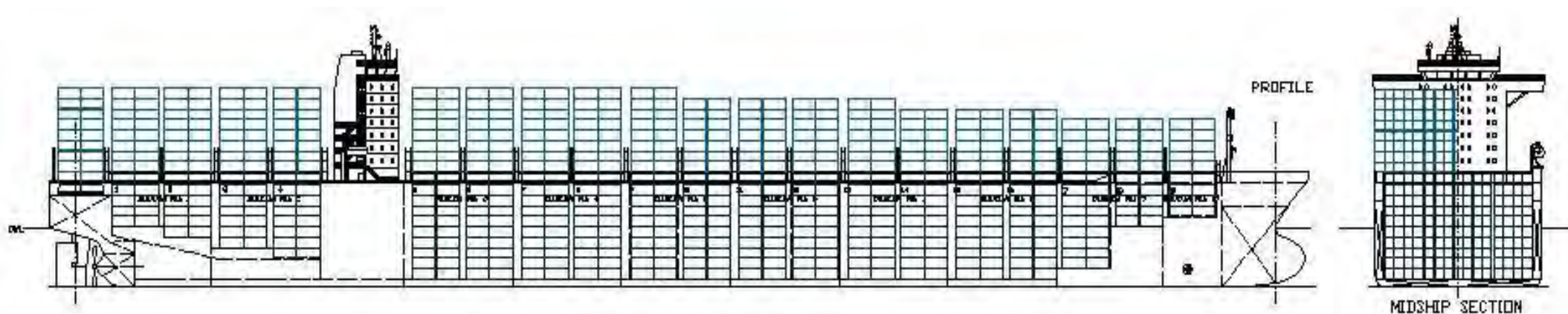
Todos los cargos del buque serán suministro del Armador.

Los respetos reglamentarios y herramientas de las instalaciones suministradas por el Constructor, serán suministrados por el mismo. El Astillero estibarà a bordo los respetos extra suministrados por el Armador.

Serán suministro del Astillero todos los equipos y elementos de material náutico y salvamento y contraincendios reglamentarios y relacionados en esta Especificación.

Se suministrarán las herramientas especiales de desmontaje de la diferente maquinaria del buque, que se tendrán que considerar en los pedidos del Astillero a los diferentes suministradores.

9 DISPOSICIÓN GENERAL DEL BUQUE



ANEXO I: BUQUES BASE DE DATOS

SECOND OCEAN: Hanjin-built 6572TEU box ship for Iranian owner



Shipbuilder: Hanjin Heavy Industries & Construction Co Ltd, Korea
Vessel's name: Second Ocean
Hull number: N-181
IMO number: 9340598
Owner/operator: Second Ocean GmbH & Co Ltd, Islamic Republic of Iran Shipping Lines (IRISL), Iran
Designer: Hanjin Heavy Industries & Construction Co Ltd, Korea
Model test establishment used: Maritimo & Ocean Engineering Research Institute (MOERI), Korea
Flag: Malta
No. number of sister ships already completed: 1
Total number of sister ships still on order: 3

TECHNICAL PARTICULARS

Length, oa	399.50m
Length, dp	286.70m
Breadth, moulded	49.05m
Depth, moulded to upper deck	32.60m
Width of double skin side	27.12m
bottom	2.28m
Bow height	12.00m
design	14.52m
Gross displacement	14,175t
lightweight	110,405tonnet
Deadweight	24,990tonnet
design	61,700dwt
allowing	86,000dwt
Block coefficient: 14.52m SWL	0.846
Bunkers	
Heavy oil capacity	8150m ³
Water tank capacity	418m ³
Classification	Germanischer Lloyd +100AS Detailed Ship, class R-3; Reg. IS, I+ME: AUT IV, BWH
Percentage of high-tensile steel used in construction	66.1%
Roll stabilization equipment	Fin stabilizers
Main engine	
Design	Doosan Wartsila (Suze)
Model	10RTA96C
Manufacturer	Doosan Engine Co Ltd
Number	1
Type of fuel used	HFO
Output (peak)	57,200kW/100rev/min
Propeller	
Material	Nickel-aluminium-bronze
Design/manufacture	Mecklenburger Metallguß (MMG)
Number	3
Type	Fixed
Diameter	8400mm
Speed	100rev/min
Deck/cabin arrangement number	A

Engine make/type	Doosan Wartsila (Suze)
Type of fuel used	HFO
Output	57,200kW
Rev/min (peak)	100
Design	Doosan Wartsila (Suze)
Number/type	1/10RTA96C
Make	Doosan Engine Co Ltd
Output	57,200kW/100rev/min
Moorings equipment	
Number	3
Make	Polo-Palme
Type	Block buoy
Manufacturer	Blockbuoy Ltd
Design	Yoshida
Manufacturer	Mitsui Bussan
Compasses	
Length	200 x 40 x 30mm
Height	300 mm
Cell output	max 5.4-993.37
Acc. TEU capacity	9000
on deck	9000
in hold	9000
Used permanently instead of T-compass	1500
Weather type	200000000
Auto steering gear	
Name	Autotec
Make	Autotec
Capacity	200000000
Status and design used (working system)	Fanuc/Beckhoff pressure transmitter
Compass	
Output	13
Type	13
Manufacturer	8
Design/manufacturer	11000000
Number	1
Output	20000000
Design/manufacturer	11000000
Name	11000000
Output	11000000
Type	11000000
Manufacturer	11000000
Capacity	11000000
Status and design used (working system)	11000000
Compass	
Number	3
Type	3
Make	3
Capacity	3
Status and design used (working system)	3
Compass	
Number	3
Type	3
Make	3
Capacity	3
Status and design used (working system)	3

Source: Lloyd's Register 2002



HATSU SHINE: a 'green' ship for Evergreen's UK-flag operations

Shipbuilder: Mitsubishi Heavy Industries Ltd (Yokohama yard), Japan
 Vessel's name: HATSU SHINE
 Hull number: 51000
 Owner/operator: MCC (Lisbon No 34)
 Ltd/Hatsui Marine Ltd, United Kingdom
 Designer: Mitsubishi Heavy Industries (MHI), Japan
 Flag: United Kingdom
 Total number of sister ships already completed: Nil
 Total number of sister ships still on order: 8

HATSU SHINE is the first of 18 new Seaside-class container liners building for the Taiwan-based Evergreen Group, the first four of which will be operated by Mitsui O.S.K. Line, the UK flag subsidiary. In essence, these vessels possess the most advanced large container-ship configurations, suited, perhaps, by having only six cargo holds forward of the machinery space and superstructure, and two aft; however, the design becomes significant when the 'green ship' approach of builder and owner is considered.

Naturally, the double-hull layout extends over the entire ship, and fuel tanks are either arranged crosswise, between the holds, or under the narrow compartments forward and aft, but above the tanks it is necessary to install extra large hold-up tanks that would not be provided for large and grey waters, and a large capacity oil-water separator system compatible with MARPOL requirements. An 'in-situ' separator unit is fitted to avoid leaks from the propulsion shaft, and special rooms are provided to store galleys and other waste prior to incineration, in line with an EP notation.

Because of the 'green' characteristics for the machinery installation at the low NOx emissions limit both main and auxiliary engines, and the ability to switch to low-sulphur fuel, with a dedicated tank fitted for this purpose. The problem of exhaust emission in port is dealt with by adopting a so-called 'cold-trailing' arrangement. Also known as the AUP (Alternative Ultra-Performance) this system is in use in low-stages and other US west coast ports, and allows the ship's operation to be completed 'cold-trail', with port discharge satisfied by bringing a 400V electrical supply on board by cable and connecting it to the ship's electrical supply (a special cable is fitted on deck for this purpose).

Another 'green' feature is the choice of electric drive for the deck machinery to eliminate possible oil leakage from hydraulic alternatives.

The propelling machinery comprises a Sulzer 6R72YC main engine, as ordered by the shipbuilder and developing 54,000 kW (73,000 hp) at 180 rev/min. The EP propeller, also a Mitsui design product, is fitted with a Ash Vortex One Cap and drives the ship at a service speed of 23.5 knots. The first diesel-driven generator sets are positioned in port, port and starboard, and have an output of 2000 kW each, with the number of sets operated selected in relation to the demands of the EP earlier lines named.

In terms of structural design, HATSU SHINE will be fitted with a double-hull layout (Type A) and a single-deck structure with Deck Edge's ShipRight hold-up tanks (with an inner stress for Evergreen classed with A1E and heavy equivalent qualifications) and a fatigue life of over 30 years. The single deck is reinforced with a fore-edge, with cargo protection provided by a slight slope forward, and a beam over to front of No 1 hatch. A rollers mooring deck is arranged aft with corner air storage tanks.

All holds contain dangerous cargoes, with the main engine systems located in Nos 1 and 2. High-tops being bridges are fitted on deck, allowing 17 rows, 8 sets to be accommodated there, with 22 rows (9 sets) in the holds. Total TEU capacity is 7,000, with 4000 stacked on deck and 3000 below. Row panels possess a built-in reverse door access of the cargo holds.

TECHNICAL PARTICULARS

Length, m	200.00
Length, ft	656.17
Breadth, m	32.00
Depth, m	26.00
Design, max. draft, m	14.00
DWR	70,000
Deadweight	15,000
Ballast, m ³	25,000
Stowage	
Tonnage	4,000
Cubic m	20,000
Power output	54,000 kW
Fuel consumption	
main engine only	23.50 tonnes/day
Diesel generator	1 units Recept - 2000 kW 2 units ShipRight (2000 kW) 2 units 11.00 - 1000 kW
Heat engine system	Approved triple fuel engine
Design	5.00
Power	20,000
Manufacturer	Mitsubishi Heavy Industries

Material	Nickel-aluminum bronze
Design/manufacturer	Mitsubishi Heavy Industries
Number	1
Power	2000 kW
Speed	23.5 knots
Special equipment	Full water-tight cap
Description after IACS	
Number	4
Engine make/type	MHI 6R72YC
Type of fuel used	HFO/MSO
Output, each set	2000 kW
NOx/CO ₂ reduction	-
Output, each set	2000 kW
Mooring equipment	
Number	2 x mooring winches/2 x mooring winch
Make	
Capacity/operation	
Number/type	2 x 27 person lifeboats
Make/model	
Design/manufacturer	Mitsubishi Heavy Industries
Type	Particulate
Capacity	
Length	20 x 10 x 10 ft
Height	20 ft x 20 ft
Collapsible	Yes
Total TEU capacity	7000
In hold	4000
In hold	3000
Roof/plug	Yes
Tensile, maximum	
on deck	8.11
in hold	8.15
Compliance	
Class	0
Class	0
Open	0
Special code	Recept type
Box material	0
Fire extinguishing system	
Cargo hold	DC
Cabin	Tank flooding DC
Note	
Rating	
Number	8
Power	1 x 2000 kW/2 x 2000 kW/2 x 2000 kW
Integrated bridge system	Yes
Contact date	25 July 2003
Liner/vessel code	21 March 2003



HONG KONG EXPRESS: another 'biggest' from Hyundai's box-ship portfolio

Shipowner.....	Hyundai Heavy Industries Co Ltd, Korea
Vessel's name.....	Hong Kong Express
Hull number.....	7300
Charterparty.....	Hypag Lloyd
Designer.....	Container Line, Germany Hyundai Heavy Industries Co Ltd, Korea
Flag.....	Germany
Total number of sister ships already completed.....	2
Total number of sister ships still on order.....	1

4300 kW, and one each at 2500 kW and 1750 kW. Performance of the vessel is enhanced by the application to the outside hull of a rarefied, self-propelling antifouling paint with a five-year life, and the inclusion of an improved curved-surface protection system.

TECHNICAL PARTICULARS

Length, oa.....	303.00m
Length, ca.....	304.00m
Breadth, max'd.....	42.80m
Depth, max'd.....	
to main deck.....	20.00m
to upper deck.....	24.00m
Width of deck edge.....	
topline.....	23.00m
side.....	23.00m
Deck.....	84,000sq
Deadweight.....	
DWSDF.....	82,000mt
max'd.....	101,000mt
Draught.....	
design.....	13.50m
max'd.....	14.50m
Speed, service (2000 DWT).....	
2000 DWT max'd.....	26.0knots
Buoyancy.....	
heavy oil.....	6,000mt
steel oil.....	500mt
Water ballast.....	72,000mt
Fire containment.....	
max'd length (m).....	248.50m (May)
C-Wall (mm).....	96 (max) (May) + 100 (S.E. Container Ship + MC, AIE IN IAB-OC, SOLAS I-2, RES-01)
Percentage of high-tensile steel.....	
used in construction.....	100%
Hull control equipment.....	2 x self-heal system (MS-95)
Main engine.....	
Design.....	MAN B&W
Model.....	12G90-C
manufacturer.....	Hyundai Heavy Industries
Number.....	7
Output (peak).....	50,300hp (36,600kW)
Propeller.....	
Material.....	Stainless steel alloy
Manufacturer.....	Hyundai Heavy Industries
Number.....	7
Pitch.....	fixed
Diameter.....	3,600mm
Speed.....	26knots

Max. engine speed: 1,800rpm

Naviclar.....	
Insulators.....	STN Thyristor frequency converter
Output.....	1 x 4,000kW
Deck-driven winches.....	
Number.....	4
Engine make.....	Saehw
Engine type.....	27 x 300 x 40; 1 x 600 x 40; 1 x 800 x 40
Automatic make.....	Hyundai Heavy Industries
Output.....	7 x 4000kW; 1 x 2000kW; 1 x 1750kW
Waste.....	
Manufacturer.....	Tecon Engineering
Model.....	TAK-2000-H-2000
Type.....	Electric
Ballast control system.....	
Make.....	Palger-P&S
Capacity.....	
Critical.....	1
Class.....	1
Submarine only.....	1
Dry matter.....	
Make.....	Kawasaki Heavy Industries
Number.....	1
Output.....	2500kW
Bridge control system.....	
Make.....	STN
Type.....	SAE 100
Charter operator.....	MSC
Fire detection system.....	
Make.....	Orsi
Type.....	ESD 11
Fire risk guidance systems.....	
Cargo hold/engines room.....	High-pressure CO ₂
Make.....	STN
Radar.....	
Number.....	2
Make.....	STN
Model.....	AR-100
Electronic navigational systems.....	
Make.....	STN
Model.....	OS-800; OS-800-2000
Waste disposal plant.....	
Waste collector.....	Bergmann
Make.....	Dynaflex
Waste shredder/shifter.....	
Make.....	Bergmann
Model.....	FF-01
Design plant.....	Hanscomb
Make.....	STN
CO ₂ gas data.....	20 March 2000
Launch/fit-out date.....	20 August 2000
Delivery date.....	11 October 2000

In *Sigbee Ship of 2001* we reported the completion of the biggest (so far) box ship (Hyundai's *Pearl Nollari* (Germany) - 48,000 TEU), with the implication that the vessel was already planning vessels with 10% greater TEU units. That larger vessel is now a reality, with first vessels scheduled to enter service during an eight-month period from October 2002.

They are capable of fitting 7000 TEU, with the extra capacity gained in five rows, by increasing length by 18m, which allows 2142 TEU to be carried in the holds and 7750 in deck. The growing number in the long-haul refrigerated market is served by making 700 cubic metres available. The arrangement provides for 20, 40, and 45 ft containers to be carried, with oil guides for 20 ft and 40 ft units fixed in the holds, and stowability lashing bridges from which 4.7 ton units second or heavier can be carried.

The structure has been designed as Hyundai's generic system. This provides an 'open-deck' configuration, divided by 3M (3 metre) distance between row (back cover fixed with Exeloped bearing pad). In all, 35 panels are used, arranged in single, double, and triple-panel combinations to cover the eight holds, positioned over (except for the engine room, and one other) Corrosion-protected coatings of up to 120 microns are available on the outer, depending on position and size of box. Two air charges (ready use) provided for No. 274 holds, which require a capacity of SOLAS class 200 tons to be carried.

Mag Day Express operates at a service speed of 25.5 knots with the main engine running at 97% MEK and no power absorbed by the shaft alternator, but allowing 30% fuel margin. Electrical requirements are served from a large (600 kW) diesel generator by power take-off from the main engine, and by two 200 kWt auxiliary diesel power generators, two of which are rated at

Buque portacontenedores 9000 TEU's. Cuaderno 1. Elección de la cifra de mérito y definición de alternativas. Selección de la más favorable
Nadia Conde Alonso

MSC MAEVA: Hanjin's 'super post-Panamax' container liner



Shipbuilder: Hanjin Heavy Industries & Construction Co Ltd, Korea
 Vessel's name: MSC Maeva
 Hull number: N-128
 Owner/operator: Mediterranean Shipping Co SA, Switzerland
 Designer: Hanjin Heavy Industries & Construction Co Ltd, Korea
 Model test establishment used: Korea Research Institute of Ships and Ocean Engineering (KRISO), Korea
 Flag: Panama
 Total number of sister ships already completed: Nil
 Total number of sister ships still on order: 8

TECHNICAL PARTICULARS

Length, oa: 324.80m
 Length, bp: 308.20m
 Breadth, moulded: 42.80m
 Depth, moulded: 24.60m
 Width of double skin
 side: 2.20m
 bottom: 2.10m
 Draught
 design: 13.00m
 scantling: 14.50m
 Gross: 89,354gt
 Deadweight
 design: 87,570dwt
 scantling: 106,010dwt
 Speed, service, 80% MCR, 20% sea margin: 25.9knots
 Bunkers
 heavy oil: 10,880m³
 diesel oil: 370m³
 Water ballast: 26,164m³
 Water ballast carried in loaded condition: 11,500tonnes
 Classification: Germanischer Lloyd +100A5, Container Ship, SOLAS Class 2, Reg 19, +INC, AUT, BWM-F
 Heel control equipment: 1200m³ pump-controlled by ship's alarm and monitoring system
 Main engine
 Design: Sulzer
 Model: 13RTA96C-B
 Manufacturer: Doosan Engine Co Ltd
 Number: 1
 Type of fuel used: HFO
 Output: 66,840kW/100rpm/min MCR
 Propeller
 Material: nickel-aluminium-bronze
 Manufacturer: MGC
 Number: 1
 Pitch: Fixed
 Diameter: 8000mm

Speed: 30.2knots/min
 Diesel-driven alternators
 Number: 4
 Engine make/model: STX-MAH-BWV-HM300L-27000
 Type of fuel used: HFO
 Output speed: 4 x 2400rpm/2400rpm
 Generator make/model: Hyundai-H-02H-314K-302
 Output speed: 2200rpm/2200rpm/min
 Mooring equipment
 Number: 10
 Make: hook
 Lifting equipment
 Number: 2 x 2 D-piston
 Make: Foster
 Type: RFP, totally enclosed, wireless
 Hatch covers
 Design: MicroDugan
 Manufacturer: Ship builder
 Type: Open web portland
 Containers
 Length: 300, 435, 450
 Height: 8' 6" / 9' 6" / 9' 6"
 Deck guides: 4000
 Total TEU capacity: 9000
 on deck: 4500
 in hold: 4500
 non-homogeneously loaded for 10000dwt: 6000
 Reefer plugs
 Through maximum: 7.17
 on deck: 11.15
 in holds: 11.15
 Cargo control system
 Make: Nipponkai (Nishimura Marine)
 Type: DataChief C-30
 Bow control system
 Make: Proport For East
 Type: Electro-hydraulic remote control
 Control panel
 Efficiency: 10
 Size: 10
 Size: 10
 Blow fan
 Make: ATE-Makishima
 Number: 1
 Output: 3000kW
 Bridge control system
 Make: Sincronet (Kongsberg Maritime)
 Type: AC-4350 (SATT) FT210PU
 On deck operation: 100
 Fire detection system
 Make: Sarsco
 Type: 13000
 Fire extinguishing system
 Cargo hold fire extinguisher: Fixed CO₂
 Make: NF
 Pumps
 Number/type: 1 x 4-barrel 1.5L/S/Barrel
 Manufacturer: Nishio
 Model: FAH-20275-30AF, FAH-2027-30AF
 Integrated tank system
 Make: Pump
 Model: Model PEA-2106, PAR-2000
 Waste discharge plant
 Manufacturer: Hyundai Marine
 Make: Model TRPS-1
 Model: 10 February 2003
 Dredge date: 27 December 2004
 Launch/float out date: 2 February 2005
 Delivery date: 2 February 2005

Buque portacontenedores 9000 TEU's. Cuaderno 1. Elección de la cifra de mérito y definición de alternativas. Selección de la más favorable
 Nadia Conde Alonso

E R TIANAN: Hyundai Samho delivers 8214TEU container liner



Shipowner:	Hyundai Samho Heavy Industries Co Ltd, Korea
Vessel's name:	E R Tianan
IMO number:	9257
Owner/operator:	E R Schiffahrt GmbH & Co KG, Germany/China Ocean Shipping (Group) Co, China
Designer:	Hyundai Samho Heavy Industries Co Ltd, Korea
Model test establishment/assist:	Hyundai Maritime Research Institute (H-MRI), Korea
Flag:	Liberia
Total number of sister ships already completed:	76
Total number of sister ships still on order:	6

TECHNICAL PARTICULARS

Length overall	354.07m
Length bp	319.00m
Beamly moulded	42.50m
Depth moulded	
to upper deck	24.00m
to main deck	20.14m
Width of double skin	
above	2.23m
below	2.00m
Draft	
design	13.00m
scantling	14.50m
Displacement	135,463tonnes
Lightweight	33,875tonnes
Deadweight	
design	87,734mt
scantling	101,573mt
Gross	91,649gt
Block coefficient (scantling draught)	0.67
Speed, service 80% MCR	25.30knots
Bunkers	
heavy oil	12,710mt
diesel oil	330mt
Water tanks	25,210MT
Riser ballast, carried in loaded condition	17,915MT
Fuel consumption	
main engine only	25.1 tonnes/day
auxiliary	10 tonnes/day
Classification	Germanischer Lloyd + ICLAS, Container Ship + MC, AUT, SOLAS II-2 Reg. 19, IAI, BIMCO-NAVOG, Environmental Passport
Percentage of high-tensile steel used in construction	66%
Ballast control	2 x electrically 7 x 500t/h pumps
Main engine	
Design	DAEWU (DAEWU)
Model	12K58MC-MHS
Manufacturer	Hyundai Heavy Industries Co Ltd
Number	1
Type of fuel used	HPQ
Classified	
MCR	65,500kW (90,000hp)
NCR	61,090kW (83,400hp)
Propeller	
Material	Niobe-aluminium-bronze
Designer/manufacturer	Hyundai Heavy Industries
Number	1
Pitch	Fixed
Diameter	9.00m
Speed	9.4kts/mtr
Devol-chain alternators	
Number	6

Engine make/model	Hyundai-MHI 12K58MC 2 x 12,270kW; 2 x 7,270kW
Type of fuel	HPQ
Cylinder arrangement	2 x 20 (40V); 2 x 20 (12V/720 rev/min)
Alternator make/model	Hyundai
Cylinder order	2 x 16,2 (50V/10P); 2 x 16,2 (50V/10P)
Excitation system/boiler equipment	
Manufacturer	Aalborg
Type	Hyundai (DAEWU/DAEWU)
On train engine	Yes
Water	
Make	Aalborg
Make	Aalborg
Output	5500kwh
Water cycle	
Make	Maatsigep (Philips)
Manufacturer	Hyundai Samho
Type	Piston
Condensers	
Length	20 x 40 x 20
Dist. guides	Yes
Total T/D capacity	4214
on deck	1179
in hold	306
Inboard capacity (total in hold)	6170
Transfer cranes	100
Trawlhook (maximum)	
on deck	20T
in hold	20T
Swallow control system	
Make	Danfoss
Type	Hyundai
Complement	
Officers	13
Crew	19
Squad crew	6
Special facilities	Specialised for special cargo handling
Ballast pump	
Make	Grundfos
Number	1
Output	2x500kW
Bridge control system	
Make	Hyundai Heavy Industries
One man operation	Yes
Fire detection system	
Make	Honeywell
Type	12000
Fire extinguishing systems	
for fire engine	high pressure CO2 (dry) and water spray
other extinguishers	High pressure CO2
Make	DAEWU
Hazards	
Number	3
Make	Hyundai
Model	PAR-25075/PAN-2007
Welding equipment	
Manufacturer	Hyundai Heavy Industries
Make	Hyundai Heavy Industries
Model	6000-MS
Speed	
Make	DAEWU
Model	DVD-SHA-00
Collision data	28 July 2003
Launch/keel date	2 September 2002
Delivery date	28 November 2002

MAERSK SEMARANG: Möller charters standard box-ship from German owner



Shipbuilder: Daewoo Shipbuilding and Marine Engineering Co Ltd (DSME), Korea
 Vessel's name: Maersk Semarang
 Hull number: 4116
 IMO number: 9330070
 Owner/operator: Santa Livia Offen Reederei/CP Offen, Germany/AP Möller-Maersk Group, Denmark
 Designer: DSME, Korea
 Model test establishment used: HSVA, Germany
 Flag: Liberia
 Total number of sister ships already completed: 2
 Total number of sister ships still on order: 4

TECHNICAL PARTICULARS

Length, oa: 322.00m
 Length, bp: 317.20m
 Breadth, moulded: 43.40m
 Depth, moulded: 24.50m
 Width of double skin side: 2.44m
 bottom: 2.00m
 Draught design: 13.00m
 scantling: 14.50m
 Gross: 94,300gt
 Displacement, 14.50m draught: 140,300tonnes

Lightweight: 32,900tonnes
 Deadweight design: 89,400dwt
 scantling: 107,400dwt
 Block coefficient, 14.50m draught: 0.89
 Speed, service, 90% MCR: 25.40knots
 Bunkers heavy oil: 11,000m³
 diesel oil: 300m³
 Water ballast: 27,500m³
 Fuel consumption, main engine: 240tonnes/day
 Classification: Germanischer Lloyd; +100ASE, Container Ship, +MCE, AUT, IW, SOLAS II-2, Reg 19, NAV-C, RSD STAR, Environmental Passport, BWM-F
 Percentage of high tensile steel used in construction: approx 55%
 Heel control equipment: Heeling tanks P&S, with pump
 Main engine Design: MAN B&W
 Model: 12K96MC-C/S
 Manufacturer: Doosan Engine Co
 Number: 1
 Type of fuel used: HFO
 Output: 68,520kW/104rev/min
 Containers Lengths: 20ft, 40ft, 45ft (deck)
 Heights: 8ft 6in, 9ft 6in (holds)
 Cell guides: holds only
 Total TEU capacity: 9440
 On deck: 1442
 In holds: 3698
 Heterogeneously loaded to 14tonnes: 9070
 Reefer plugs: 700
 Tierstacross (maximum) On deck: 9/17
 In holds: 9/16
 Contract date: 12 August 2004
 Launch/keel out date: 24 February 2007
 Delivery date: 16 May 2007

MSC PAMELA: world's largest container ship (9200TEU) for now!



Shipowner:	Samsung Heavy Industries Co Ltd, Korea
Vessel name:	MSC Pamela
Hull number:	1508
Operator:	Reederei Claus-Peter Otten GmbH & Co, Germany
Designer:	Mediterranean Shipping Co SA, Switzerland
Model assignment code:	Samsung Ship Model Bosh, Korea
Flag:	Panama
Total number of sister ships already completed:	0
Total number of sister ships still on order:	0

TECHNICAL PARTICULARS

Length overall	336.70m
Length tp	331.00m
Breadth, moulded	48.60m
Depth moulded, to upper deck	37.20m
Width of double end	
side	23.0m
bottom	2.10m
Draught	
design	13.00m
loading	15.00m
Crane	197.64gt
Displacement	
design	93,200dwt
loading	106,200dwt
Speed, service	26.0knots
Bunkers	
heavy oil	10,800m ³
diesel oil	500m ³
Water ballast	25,300m ³
Fuel consumption	
main engine only	358.50tonnes/day
auxiliary	30.70tonnes/day
Classification	Germischer Lloyd + ICLAB Container Ship, FSD 5/A +MC, AUT, NAAC, Green Passport by BIMB, SOLAS 12, Reg 19
Hull cover (submerg)	1.5 anti-heeling purp
Main engine	
Design	MAN B&W
Model	L20/26MC2
Manufacturer	Doosan Engine Co
Number	1
Type of fuel used	HFO
Output	68,520kW/93,444hp/min
Propeller	Nord-Sul number 002

Designer (Hull/Deck)	DBM (Mechanical) / Masegosa (Hull)
Keel date	2005
Keel no.	1508
Displacement	104,000dwt
Speed	26.4knots/min
Electric-driven alternators	
Number	4
Engine make/type	GE/SAN 6546 R6000
Type of fuel	HFO
Cylinder dia., each set	2,000mm/2,000mm
Alternator make	Hyundai
Output/revol., each set	2,500kW/1,500rpm
Boilers	
Number	1
Type	Fusion 03
Make	Aalborg
Output	1,000kW
Revolving machinery	
Number on shaft	1
Make	Hyundai
Type	Electric
Heating coils	
Type	Steel coil, non-purposed
Original	Hyundai
Compartments	
Deck	14
Below-deck capacity	1,175
Deck, maximum	1,400
in hold	1,600
Reel/ridge	1,000m ³
Tonnage maximum	7,100
on deck	10,100
in hold	10,100
Water control system	
Make	Page-Fairchild
Type	Hydraulic servo control
Complement	
Officers	17
Crew	14
Sub crew	0
Howitzer	
Make	Kawasaki Heavy Industries
Number	1
Output	1,000kW
Bridge control system	
Make	100
On-line operation	Yes
Fire detection system	
Make	Intecore
Fire extinguishing systems	
Cargo holds and narrow	CO ₂
Make	MSC Co
Riggers	
Number	12
Make	Furuk
Model	FOR-2000/14-1000750
Integrated bridge system	
Make	Hyundai
Model	ISA-2000
Water control unit	
Make	MAN
Model	MAN 1000L
Service part	
Make	Hamaguchi
Model	1000
Control panel	29 February 2005
Launch/keel date	25 Nov 2005
Delivery date	1 July 2005

Buque portacontenedores 9000 TEU's. Cuaderno 1. Elección de la cifra de mérito y definición de alternativas. Selección de la más favorable
Nadia Conde Alonso

COSCO GUANGZHOU: Hyundai stretches its box-ship size to 9500TEU



Shipbuilder	Hyundai Heavy Industries, Korea
Vessel's name	Cosco Guangzhou
Hull number	1643
IMO number	9305710
Owner/operator	Cosmaro Shipping Co SA, Greece/Cosco, China
Designer	Hyundai Heavy Industries, Korea
Model test establishment used	Hyundai Maritime Research Institute, Korea
Flag	Greece
Total number of sister ships already completed	4
Total number of sister ships still on order	0

TECHNICAL PARTICULARS

Length, oa	350.57m
Length, bp	303.44m
Breadth, moulded	42.80m
Depth, moulded to upper deck	27.30m
Width of double skin side	2.23m
bottom	2.00m
Draught design	13.00m
loading	14.50m
Gross	109,100gt
Displacement (14.50m draught)	144,400tonnes
Deadweight design	85,700dwt
loading	107,500dwt
Speed, service (90% MCR, 15% sea margin)	25.40knots
Bunkers heavy oil	10,900m ³
diesel oil	700m ³
Water ballast	30,000m ³
Fuel consumption main engine only	271tonnes/day
Classification	Germanischer Lloyd, +100AC, Container Ship, IV, SOLAS I-2-REG 19, RCP (100/85), ENVIRONMENTAL PASSPORT 4MC, AUT
Percentage of high-tensile steel used in construction	60%
Heel control	anti-heeling tanks
Main engine Design	MAN B&W
Model	12K98MC (Mk 7)
Manufacturer	Hyundai Heavy Industries Co
Number	1
Type of fuel used	HFO
Output	74,762kW/101,847hp
Propeller Material	Nickel-aluminium-bronze

Designer/manufacturer	Hyundai Heavy Industries Co
Number	1
Pitch	Fixed
Diameter	6100mm
Speed	37.5rpm
Design/origin of the propeller	
Number	5
Engine make/type	Hyundai-MAN B&W 12K98MC 2 x B&W 12K98MC
Type of fuel used	HFO
Output/speed	3 x 23,250kW/3,200rpm; 2 x 29,000kW/2,200rpm
Alternator make	Hyundai Heavy Industries Co
Alternator output	3 x 3,800kW/2 x 3,800kW
Exhaust-gas scrubbing plant	
Make	Handy Pan
Type	smoke scrubber
Rated output	main engine
Moorings equipment	
Number	15
Make	Polsi-Royco, Korea
Type	Electric
Hatch covers	
Design	Vac/Oregon
Manufacturer	Hyundai Heavy Industries Co
Type	Steel, 300000
Containers	
Length	20ft, 40ft, 45ft
Height	80 ft, 96 ft
Cell guides	SEU
Total TEU capacity	9500
on deck	4750
in hold	4670
homogeneously loaded to 1.3tonnes	5730
Deck chairs	700
Trawlows on deck	317
in hold	10-15
Ballast control system	Domco
Compartments	
above	10
below	18
Ballast flow	6
Bow thruster	
Make	Kawasaki Heavy Industries
Number	2
Output	2500kW
Bridge control system	
Make	Noncatal
Type	Electrol 4
One-man operation	Yes
Fire detection system	
Make	Cerberus
Type	CS4200
Fire extinguishing system	
Cargo hold, engine room	High-pressure CO ₂
Make	NR
Integrated bridge system	
Make	JRC
Model	34N401 Mk I
Waste disposal plant	
Incinerator	Tecmar G2500C
Sewage plant	Hamworthy ST24
Contract date	
Launch/float-out date	14 November 2006
Delivery date	22 February 2006

COSCO ASIA: Hyundai delivers 10,050TEU box-ship to China



TECHNICAL PARTICULARS

Length overall	349.00m
Length bp	334.00m
Breadth moulded	45.60m
Depth moulded	37.50m
Deck	
design	13.05m
scantling	14.50m
Deck	114,000sq
Deadweight	
design	90,500dwt
scantling	109,900dwt
Speed, service, 90% MCR	25.8knots
Bunkers	
heavy oil	10,500m ³
diesel oil	500m ³
Water ballast	28,000m ³
Fuel consumption	248tonnes/day
Classification	Lloyd's Register of Shipping, +100A1, Container Ship, ShipRight II (MS, +M/C, +UMS, SCM, CP, SOLAS II-2
Main engine	
Design	MAN B&W
Model	12K96ME
Manufacturer	Hyundai
Number	1
Type of fuel used	HFO
Output MCR	88,040kW@rev/min
Propeller	
Material	Nickel-aluminum-bronze
Designer/manufacturer	Hyundai
Number of blades	5
Pitch	Fixed
Diameter	6.000m
Speed	34rev/min
Special adaptations	raked tip

Shipbuilder: Hyundai Heavy Industries Co Ltd, Korea
 Vessel's name: Cosco Asia
 Hull number: 1801
 IMO number: 9345403
 Owner/operator: China Ocean Shipping Co Ltd, People's Republic of China
 Designer: Hyundai Heavy Industries Co Ltd, Korea
 Flag: Panama
 Number of sister ships already completed: 1
 Number of sister ships still on order: 1

Diesel-driven alternatives

Number	4
Engine make/type	Hyundai-MAN 7.220-M2
Type of fuel used	HFO
Output/prop	4 x 3500kW@720rev/min
Accelerator make	Hyundai
Output/prop	4 x 3500kW@720rev/min
Boilers	
Manufacturer	Kanglim Industries
Number	2
Type	1 x automatic marine oil-fired, 1 x smoke tube oil-fired
Output	1 x 5.0MW@120, 1 x 4.8MW@120
Heat exchangers	
Design/manufacturer	MacGregor
Type	Open-grid, 80-degree portside
Containers	
Lengths	20/40/45/55
Cell guides	for FEU in holds
Total TEU capacity	10,050
on deck	5,188
in holds	4,862
Reefer plugs	800FEU
Tensioners	
on deck	0/18
in holds	10/18
Complement	
Officers	14
Crew	19
Subrepair crew	11
Moorings equipment	
Make	Huls-Hydro
Number	2
Type	Electric
Low thruster	
Make	Axwell
Number	1
Output	3000kW
Bridge control system	
Make	Furuno
Crew man operation	Yes
Fire detection system	
Make	Continum
Type	Addressable CS-4000
Heater	
Number	1 x FAP-08375 5-band, 2 x FAP-0827 4-band
Make	Furuno
Integrated bridge system	
Make	Furuno
Type	IBCS route planning, planning
Model	FEA-0807, MJ-091-C
Contact data	
Launch/float-out date	1
Delivery date	8 August 2007

CMA CGM VELA: Daewoo joins the big box-ship league



Shipbuilder: Daewoo Shipbuilding & Marine Engineering Co Ltd (DSME), Korea
 Vessel's name: CMA CGM Vela
 HULL number: 4125
 IMO number: 9354923
 Owner/operator: Conti Reederei, Germany/CMA CGM SA, France
 Designer: Daewoo Shipbuilding & Marine Engineering Co Ltd, Korea
 Model test establishment used: Hamburg Ship Model Basin (HSVA), Germany
 Flag: Germany
 Total number of sister ships already completed: -
 Total number of sister ships still on order: 3

TECHNICAL PARTICULARS

Length on deck 347.00m
 Length overall 351.00m
 Breadth moulded 45.20m
 Depth, moulded to main deck 20.70m
 Width of double side
 side 8.13m
 bottom 2.00m
 Draught
 design 13.00m
 sounding 13.50m
 Gross 24,343gt
 Displacement
 design 140,000tonnes
 sounding 170,000tonnes
 Lightweight 26,703tonnes
 Deadweight
 design 100,700dwt
 sounding
 Speed, service, 100% MCR 25.1knots
 Bunkers
 heavy oil 15,000m³
 diesel oil 300m³
 Water capacity 26,000m³
 Fuel consumption, main engines only 282.8tonnes/day
 Classification Bureau Veritas I
 +HULL, +NAVAL, CONTAINER SHIP
 +Advanced Navigation, +AUT, +LNS
 +INWATERSURVEY, +RYE, +EQ-1
 Hull control equipment Haseco
 Main engine
 Design MAN B&W
 Model 12K98ME-C2
 Manufacturer Doosan Engine Co Ltd
 Number 1
 Type of fuel used HFO
 Cruising speed 22.2knots/104knots/hr
 Propeller
 Model Nickel-Aluminum bronze
 Design/manufacturer Daewoo/Hyundai Heavy Industries
 Number 1
 Pitch Fixed
 Diameter 2800mm
 Speed 104knots
 Descriptive identifier number 4

Engine manufacturer Daewoo/DCEI
 Total of lub. ports 670
 Output/Speed 4 x 31300/10725kw/min
 Auxiliary make/model Hyundai/1507/1071/10
 Output/Speed 4 x 3095kW/12250rpm/min
 Boiler
 Number 1
 Type Mission-02, vertical
 Make Salsberg Industries
 Output 3000kg/hr
 Moulding equipment
 Number 12 sets
 Make Rolls-Royce
 Type Electric
 Lifting equipment
 Number 2 x 300000000 tonnage
 Make Hyundai
 Hatch covers
 Door/frame material Macalloy
 Type aluminium (1) / steel (2) panels
 Deck crane
 Length 200 x 40 x 45ft
 Height 50 ft high (1) / 60 ft (2)
 Deck load 15000 lb (1) / 15000 lb (2)
 Total lift capacity 60,000 lb (1) / 60,000 lb (2)
 homogeneously loaded by 100000 lb 7000 lb (1) / 7000 lb (2)
 Hoist pulge 150
 Tonnage (maximum)
 on deck 1575
 in holds 1375
 Hold refrigeration system 6 / 60000
 Compressor
 Cylinder 10
 Crank 7
 Stroke 6
 Swept volume 7
 Bow thruster
 Make Kawasaki Heavy Industries
 Number 1
 Output 3000kW
 Bridge control system
 Make Kangkong Marine
 Type automatic (1) / manual (2)
 Crew independence 100%
 Fire detection system
 Make/model Gentech / G34000
 Fire extinguishing systems
 Cargo hold/engine room Nil high pressure CO₂
 Revolvers
 Number 3
 Make DAB
 Model MACCS 52-5
 Integrated bridge
 Make DAB
 Model INCOB 52-5
 Contract date 08 February 2002
 Actual vessel date 17 July 2002
 Delivery date 17 October 2002

MSC BERYL: 13,000TEU post panamax containership from STX



Shipowner: **STX Offshore & Shipbuilding**
 Vessel name: **MSC Beryl**
 Hull No.: **33011**
 Charter operator: **Niki Shipping Co. Inc**
 Country: **Greece**
 Designer: **STX Offshore & Shipbuilding Co.Ltd**
 Country: **Korea**
 Model test establishment used: **Marine and Ocean Engineering Research Institute**
 Flag: **Panama**
 IMO number: **9467392**
 Total number of sister ships already completed (excluding ship present): **0**
 Total number of sister ships still on order: **8**

Deck moulded
 To main deck: 22.24m
 To upper deck: 28.00m
 (Width of double deck)
 Bow: 2.49m
 Bottom: 2.00m
 Draught: 15.00m
 Design: 13.60m
 Gross: 140,086 Gt
 Displacement: 182,060 tonnes
 Lightweight: 42,240 tonnes
 Displacement
 Design: 109,794 Gt
 Seating: 184,000 Gt
 Block coefficient: 0.8775
 Speed, service: 25.0 knots
 Cargo capacity
 Bulk: 13,000 TEU
 Refrigerated cargo: 7,150 TEU
 Bunkers
 Heavy oil: 17,450 m³
 Diesel oil: 7,400 m³
 Water tanks: 44,000 m³
 Water capacity in loaded condition: 27,850 m³
 Daily fuel consumption
 Main engine only: 200,280 litres/day
 Auxiliary: 17,450 litres/day
 Calculation society and notations: Germanischer Lloyd
 (Classed under Class Agreement, Classed under Reg. 10, 4 MC, 4 DT, 5 MM, 4 W, 12A, 12, RCP, 1000AS, Environmental Protection)
 Is High-Main based used in construction: 10%
 Main Engine
 Design: MAN B&W
 Model: 12G90AC-C7
 Manufacturer: B&W Engine
 Number: 3
 Type of fuel: HFO
 Output: 78,150 kW
 Propellers
 Material: Ni-Al-Bronze
 Design/Manufactured in: Netherlands
 Number: 1
 Fixed/Controllable pitch: Fixed
 Diameter: 9.3m
 Speed: 10.5kts
 Diesel-driven slow speed
 Number: 4
 Engine make/type: STX Engine M41L BOW Model: 12G90AC-C7
 Type of fuel: HFO
 Output/Power of engine: 14,000 kW x 7500 kW
 Scales
 Number: 1+1
 Type: Vertical screw-down type + smoke tube type
 Mass: 4,400 Gt
 Diameter: 6,000 Gt x 1,000 Gt
 Other scales
 Number: 2
 Make: Onose Production & Engineering Co., Ltd

TECHNICAL PARTICULARS

Length ca: 301.50m
 Length to: 301.80m
 Breadth moulded: 42.40m

Trawl: Electric motor driven
 Trawl: Plywood landing
 Perforator: 400mm SWL
 Mooring equipment
 Number: 10
 Make: Kongsberg On Air
 Type: Electric motor driven enclosed gear
 Social/life saving equipment
 Number of each and capacity: 2 x 30 persons
 Make: Fearnley-Masland Ltd
 Trawl: Totally enclosed
 Hatch covers
 Design: MecGregor
 Manufacturer: MecGregor
 Type: Lift away
 Containers
 Length: 6.056m
 Height: 2.691m
 Cell guides: Applicable for 20' & 40'
 Total TEU capacity: 12,967 TEU
 On deck: 7,063 TEU
 In holds: 5,904 TEU
 Homogeneously loaded to 14 primes: 5,912 TEU
 Height of stb: 11.50
 Tiers/stow
 On deck: 8
 In holds: 11
 Complement
 Officers: 18
 Crew: 18
 Guest/Passenger: 8
 Bow thrusters
 Make: Kongsberg
 Number: 2
 Output: 3,000 kW x 880 HP
 Brake control system
 Make: KTE
 Type: One man bridge 3-Shift
 One-man operation: Yes
 Fire detection system
 Make: Consim
 Type: Adjustable smoke detector type
 Fire extinguishing systems
 Cargo hold: CO₂
 Engine room: CO₂
 Redirs
 Number: 2
 Make: Furuno
 Model: CO-1000 type RFR-08507AR-2827
 Integrated bridge system
 Make: Furuno
 Model: FEA-2807
 Waste disposal plant
 Incinerator: HMMCO M401 1200SL WS
 Sewage plant: Hamworthy ST4A
 Contract date: 03 August 2007
 Lay down/out date: 29 April 2010
 Delivery date: 30 September 2010

MSC BEATRICE: Enters the post-panamax group



TECHNICAL PARTICULARS

Length overall	358.0m
Length bp	350.0m
Breadth moulded	51.5m
Depth moulded to upper deck	49.9m
Draught:	
scantling	15.8m
design	14.5m
Gross	151,580gt
Deadweight:	
design	138,000dwt
scantling	156,300dwt
Speed, service	24.5kts (20% MCR output)
Cargo capacity:	
Bale	13,798TEU
Refrigerated cargo	1,050FEU
Bunkers:	
Heavy oil	15,900m ³
Diesel oil	500m ³
Water ballast	46,500m ³
Daily fuel consumption:	
Main engine only	28.8tonnes/day
Classification society and notation:	Germanischer Lloyd
	+100A5, Container ship, RSD, STAR, MC, AUT, NAW, D, Environmental Passport, RW, SWW, DG
% high tensile steel used in construction	68%
Main engine:	
Design	MAN Cline
Model	16R95MC-DT
Manufacturer	MAN Diesel
Number	3
Type of fuel	HFO
MCR power of 3 engines	75,240kw + 10% reserve
Propeller:	
Material	Nickel-aluminium bronze
Design/Manufacturer	Samsung VMG
Fixed/Controllable pitch	1 x Fixed
Diameter	9.2m
Diagonal bracing alternators:	
Number	4
Engine make/model	MAN-STX
Type of fuel	HFO
Cylinder speed of each set	3,500RPM / 720rev/min

Shipbuilder	Samsung Heavy Industries Co., Ltd
Vessel's name	MSC Beatrice
Hull No.	HN1700
Owner/Operator	Mediterranean Shipping Co. (MSC)
Country	Switzerland
Model test establishment used	Samsung Ship Model Basin (SSMB)
Flag	Panama
IMO number	9399614
Total number of sister ships already completed (excluding ship presented)	4
Total number of sister ships still on order	8

Axial/azimuth type	Hyundai Synchronous
Output speed of each set	3,980RPM/660V 3ph, 60Hz
Exhaust-gas scrubbing equipment:	
Manufacturer	Kangnim
Type	Smoke tube type
Bulkers:	
Number & type	1 x Vertical Water Tube
Make	Kangnim
Output, each boiler	1600kgm/70°C
Moving equipment:	
Number & make	5 x Ross/Royco
Type	Electric motor driven (3 Hole changed)
Special Hoisting equipment:	
Number of each and capacity	2 sets of 32 persons
Make & type	OSG (Bentall) totally enclosed
Deck covers:	
Design	MacGregor
Manufacturer	Samsung Heavy Industry
Type (auto/remote/other deck)	Non-light type
Containers:	
Total TEU capacity	13,798TEU
On deck	700TEU
In hold	6418TEU
Holds/holds fully loaded to 140cm	254TEU
Rearer plugs	1000FEU (on deck only)
Tiresoles (maximum):	
On deck	20
In hold	18
Cargo & ballast control system:	
Make	Paizer For Best
Type	Electric self-powered type
Compartments:	
Offices	16
Crew	12
Single/double/other rooms	single room - 25 cabins, double room - 5 cabins
Row thrusters:	
Number & Make	2 x Kawasaki
Output (each)	1700kW
Bridge control system:	
Make	Hongberg
Is bridge fitted for operator?	Yes
Fire detection system:	
Make	Bendorn
Type	Addressable Analogue type
Fire extinguishing systems:	
Cargo holds	NK CO2 total flooding
Engine room	NK CO2 total flooding
Galley	NK sea-water hose with inert
Radar:	
Number & make	3 x Sperry Marine
Contract date	3 June 2006
Launch/Keelcut date	29 December 2006
Delivery date	4 March 2008

ANEXO II: RESULTADOS ESTIMACIÓN DE POTENCIA

Propulsion

10 may 2016 08:04

HydroComp NavCad 2012

Project ID **PORTACONTENEDORES**

Description **CUAD1**

File name **untitled.hcnc**

Analysis parameters

Hull-propulsor interaction		System analysis	
Technique:	Prediction	Cavitation criteria:	Keller eqn
Prediction:	[Calc] Andersen	Analysis type:	Free run
Reference ship:		CPP method:	
Max prop diam:	9800,0 mm	Engine RPM:	
Corrections		Mass multiplier:	
Viscous scale corr:	[Off]	RPM constraint:	
Rudder location:		Limit [RPM/s]:	
Friction line:		Water properties	
Hull form factor:		Water type:	Salt
Corr allowance:		Density:	1026,00 kg/m3
Roughness [mm]:		Viscosity:	1,18920e-6 m2/s
Ducted prop corr:	[Off]		
Tunnel stern corr:	[Off]		
Effective diam:			
Recess depth:			

Prediction method check [Andersen]

Parameters	FN [design]	CVOL	CB	LWL/BWL
Value	0,23	6,21	0,65	7,20
Range	0,05-0,33	4,00-6,00	0,55-0,85	5,00-8,00

Prediction results [System]

SPEED [kt]	HULL-PROPULSOR				ENGINE		
	PETOTAL [kW]	WFT	THD	EFFR	RPMENG [RPM]	PBPROP [kW]	
19,00	18730,0	0,3501	0,1463	1,0200	78	25280,9	
20,00	21823,3	0,3501	0,1463	1,0200	83	29451,4	
21,00	25253,5	0,3501	0,1463	1,0200	87	34078,6	
22,00	29036,3	0,3501	0,1463	1,0200	91	39183,6	
23,00	33176,0	0,3501	0,1463	1,0200	95	44769,5	
24,00	37652,4	0,3501	0,1463	1,0200	99	50801,1	
24,50	40001,6	0,3501	0,1463	1,0200	101	53959,4	
25,00	42416,0	0,3501	0,1463	1,0200	103	57198,3	
+ 25,50 +	44895,9	0,3501	0,1463	1,0200	105	60518,1	
26,00	47459,1	0,3501	0,1463	1,0200	107	63945,9	
SPEED [kt]	POWER DELIVERY						
	RPMPROP [RPM]	QPROP [kN.m]	PDPROP [kW]	PSPROP [kW]	PSTOTAL [kW]	PBTOTAL [kW]	TRANSP
19,00	78	3044,15	24522,5	25280,9	25280,9	25280,9	524,0
20,00	83	3369,97	28567,9	29451,4	29451,4	29451,4	473,5
21,00	87	3714,14	33056,2	34078,6	34078,6	34078,6	429,6
22,00	91	4076,38	38008,1	39183,6	39183,6	39183,6	391,4
23,00	95	4455,08	43426,4	44769,5	44769,5	44769,5	358,2
24,00	99	4846,15	49277,0	50801,1	50801,1	50801,1	329,4
24,50	101	5044,26	52340,6	53959,4	53959,4	53959,4	316,6
25,00	103	5242,99	55482,4	57198,3	57198,3	57198,3	304,7
+ 25,50 +	105	5442,41	58702,6	60518,1	60518,1	60518,1	293,8
26,00	107	5644,34	62027,5	63945,9	63945,9	63945,9	283,5
SPEED [kt]	EFFICIENCY		THRUST				
	EFFO	EFFOA	THRPROP [kN]	DELTHR [kN]			
19,00	0,5701	0,7409	2244,72	1916,21			
20,00	0,5702	0,7410	2484,67	2121,04			
21,00	0,5702	0,7410	2738,30	2337,56			
22,00	0,5702	0,7410	3005,38	2565,55			
23,00	0,5702	0,7410	3284,56	2803,87			
24,00	0,5703	0,7412	3572,40	3049,59			
24,50	0,5704	0,7413	3717,85	3173,74			
25,00	0,5706	0,7416	3863,40	3298,00			
+ 25,50 +	0,5708	0,7419	4009,10	3422,38			
26,00	0,5711	0,7422	4156,49	3548,19			

Propulsion

10 may 2016 08:04

HydroComp NavCad 2012

Project ID PORTACONTENEDORES

Description CUAD1

File name untitled.hcnc

Prediction results [Propulsor]

PROPULSOR COEFS									
SPEED [kt]	J	KT	KQ	KTJ2	KQJ3	CTH	CP	RNPROP	
19,00	0,4957	0,1387	0,01919	0,56457	0,15762	1,4377	2,4725	1,03e8	
20,00	0,4958	0,1386	0,01919	0,56399	0,15743	1,4362	2,4695	1,08e8	
21,00	0,4958	0,1386	0,01918	0,56377	0,15736	1,4356	2,4684	1,14e8	
22,00	0,4958	0,1386	0,01918	0,56378	0,15737	1,4357	2,4685	1,19e8	
23,00	0,4959	0,1386	0,01918	0,56374	0,15735	1,4356	2,4683	1,24e8	
24,00	0,4960	0,1385	0,01918	0,56312	0,15715	1,434	2,4651	1,30e8	
24,50	0,4962	0,1385	0,01917	0,56237	0,15691	1,4321	2,4613	1,32e8	
25,00	0,4965	0,1383	0,01916	0,56124	0,15655	1,4292	2,4556	1,35e8	
+ 25,50 +	0,4968	0,1382	0,01914	0,55979	0,15608	1,4255	2,4483	1,38e8	
26,00	0,4972	0,1380	0,01912	0,55826	0,15559	1,4216	2,4406	1,40e8	
CAVITATION									
SPEED [kt]	SIGMAV	SIGMAN	SIGMA07R	TIPSPEED [m/s]	MINBAR	PRESS [kPa]	CAVAVG [%]	CAVMAX [%]	PITCHFC [mm]
19,00	9,19	2,26	0,44	40,26	0,507	39,75	2,0	2,0	6220,6
20,00	8,29	2,04	0,40	42,37	0,540	43,99	2,0	2,0	6221,3
21,00	7,52	1,85	0,36	44,48	0,575	48,49	2,0	2,0	6221,5
22,00	6,85	1,68	0,33	46,60	0,611	53,21	2,0	2,0	6221,5
23,00	6,27	1,54	0,30	48,72	0,650	58,16	2,1	2,1	6221,5
24,00	5,76	1,42	0,28	50,82	0,689	63,25	2,5	2,5	6222,2
24,50	5,53	1,36	0,27	51,86	0,709	65,83	2,7	2,7	6223,0
25,00	5,31	1,31	0,26	52,89	0,729	68,41	3,0	3,0	6224,2
+ 25,50 +	5,10	1,26	0,25	53,91 !	0,749	70,99 !	3,3	3,3	6225,8
26,00	4,91	1,21	0,24	54,92 !	0,769	73,60 !	3,7	3,7	6227,4

Propulsion

10 may 2016 08:04

HydroComp NavCad 2012

Project ID **PORTACONTENEDORES**

Description **CUAD1**

File name **untitled.hcnc**

Hull data

General		Planing	
Configuration:	Monohull	<i>Proj chine length:</i>	0,000 m
Chine type:	Round/multiple	<i>Proj bottom area:</i>	0,0 m2
Length on WL:	318,400 m	<i>LCG fwd TR:</i>	[XCG/LP 0,000] 0,000 m
Max beam on WL:	[LWL/BWL 7,199] 44,230 m	<i>VCG below WL:</i>	0,000 m
Max molded draft:	[BWL/T 3,003] 14,730 m	<i>Aft station (fwd TR):</i>	0,000 m
Displacement:	[CB 0,649] 138197,00 t	<i>Chine beam:</i>	0,000 m
Wetted surface:	[CWS 7,138] 18755,9 m2	<i>Chine ht below WL:</i>	0,000 m
ITTC-78 (CT)		<i>Deadrise:</i>	0,00 deg
LCB fwd TR:	[XCB/LWL 0,540] 171,936 m	<i>Fwd station (fwd TR):</i>	0,000 m
LCF fwd TR:	[XCF/LWL 0,460] 146,464 m	<i>Chine beam:</i>	0,000 m
Max section area:	[CX 0,975] 635,3 m2	<i>Chine ht below WL:</i>	0,000 m
Waterplane area:	[CWP 0,756] 10646,3 m2	<i>Deadrise:</i>	0,00 deg
Bulb section area:	51,1 m2	<i>Propulsor type:</i>	Propeller
Bulb ctr below WL:	4,880 m	<i>Propeller diameter:</i>	9800,0 mm
Bulb nose fwd TR:	333,000 m	<i>Shaft angle to WL:</i>	0,00 deg
Transom area:	[ATR/AX 0,619] 393,0 m2	<i>Position fwd TR:</i>	0,000 m
Transom beam WL:	[BTR/BWL 0,000] 0,000 m	<i>Position below WL:</i>	0,000 m
Transom immersion:	[TTR/T 0,000] 0,000 m		
Half entrance angle:	17,65 deg		
Bow shape factor:	[WL flow] 1,0		
Stern shape factor:	[WL flow] 1,0		

Propulsor data

Propulsor		Propeller options	
Count:	1	<i>Oblique angle corr:</i>	Off
Propulsor type:	Propeller series	<i>Shaft angle to WL:</i>	0,00 deg
Propeller type:	FPP	<i>Added rise of run:</i>	0,00 deg
Propeller series:	B Series	<i>Propeller cup:</i>	0,0 mm
Propeller sizing:	By thrust	<i>KTKQ corrections:</i>	Custom
KTKQ file:		<i>Scale correction:</i>	None
Blade count:	4	<i>KT multiplier:</i>	1,00
Expanded area ratio:	0,7487	<i>KQ multiplier:</i>	1,00
Propeller diameter:	9800,0 mm	<i>Blade T/C [0.7R]:</i>	0,00
Propeller mean pitch:	[P/D 0,7400] 7252,1 mm	<i>Roughness:</i>	0,00 mm
Hub immersion:	9000,0 mm	<i>Cav breakdown:</i>	Off
Engine/gear		<i>Nozzle L/D:</i>	0,50
Engine data:		Design condition	
Rated RPM:	0 RPM	<i>Max prop diam:</i>	9800,0 mm
Rated power:	0,0 kW	<i>Design speed:</i>	25,50 kt
Gear efficiency:	1,00	<i>Reference power:</i>	0,0 kW
Gear ratio:	1,000	<i>Design point:</i>	0,000
Shaft efficiency:	0,97	<i>Reference RPM:</i>	102,0
		<i>Design point:</i>	1,030

Propulsion

10 may 2016 08:04

HydroComp NavCad 2012

Project ID PORTACONTENEDORES

Description CUAD1

File name untitled.hcnc

Symbols and values

SPEED = Vessel speed
FN = Froude number [LWL]
FV = Froude number [VOL]
PETOTAL = Total vessel effective power
WFT = Taylor wake fraction coefficient
THD = Thrust deduction coefficient
EFFR = Relative-rotative efficiency
RPMENG = Engine RPM
PBPROP = Brake power per propulsor

QPROP = Propulsor open water torque
PDPROP = Delivered power per propulsor
PSPROP = Shaft power per propulsor
PSTOTAL = Total vessel shaft power
PBTOTAL = Total vessel brake power
TRANSP = Transport factor
FUEL = Fuel rate per engine
LOADENG = Percentage of engine max available power at given RPM

RPMPROP = Propulsor RPM
EFFO = Propulsor open-water efficiency
EFFOA = Overall propulsion efficiency [=PETOTAL/PSTOTAL]
THRPROP = Open-water thrust per propulsor
DELTHR = Total vessel delivered thrust
NETTOW = Total vessel net tow pull
CPPITCH = Operational pitch of CPP

J = Propulsor advance coefficient
KT = Propulsor thrust coefficient [horizontal, if in oblique flow]
KQ = Propulsor torque coefficient
KTJ2 = Propulsor thrust loading ratio
KQJ3 = Propulsor torque loading ratio
CTH = Horizontal component of bare-hull resistance coefficient
CP = Propulsor thrust loading coefficient
RNPROP = Propeller Reynolds number at 0.7R
KTN = Nozzle thrust coefficient

SIGMAV = Cavitation number of propeller by vessel speed
SIGMAN = Cavitation number of propeller by RPM
SIGMA07R = Cavitation number of blade section at 0.7R
TIPSPEED = Propeller circumferential tip speed
MINBAR = Minimum expanded blade area ratio recommended by selected cavitation criteria
PRESS = Average propeller loading pressure
CAVAVG = Average predicted back cavitation percentage
CAVMAX = Peak predicted back cavitation percentage [if in oblique flow]
PITCHFC = Minimum recommended pitch to avoid face cavitation

+ = Design speed indicator
* = Exceeds recommended parameter limit
! = Exceeds recommended cavitation criteria [warning]
!! = Substantially exceeds recommended cavitation criteria [critical]
!!! = Thrust breakdown is indicated [severe]
--- = Insignificant or not applicable