



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

Trabajo Fin de Grado

CURSO 2021/22

BUQUE PORTACONTENEDORES

16000 TEUs

Grado en Ingeniería Naval y Oceánica

ALUMNA/O

Javier García Ávila

TUTORAS/ES

Alicia Munín Doce

FECHA

Septiembre 2022



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

**TRABAJO FIN DE GRADO
CURSO 2021/22**

*BUQUE PORTACONTENEDORES
16000 TEUs*

Grado en Ingeniería Naval y Oceánica

CUADERNO 1.

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



TIPO DE BUQUE: Portacontenedores

CLASIFICACIÓN, COTA Y REGLAMENTOS DE APLICACIÓN: DNV, SOLAS, MARPOL

CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA: 16000 TEUS

VELOCIDAD Y AUTONOMÍA: 22 Nudos de velocidad de servicio con una autonomía de 20000 millas.

SISTEMAS Y EQUIPOS DE CARGA / DESCARGA: Sin grúas

PROPULSIÓN: Motor Diesel acoplado a línea de ejes

TRIPULACIÓN Y PASAJE: 30

OTROS EQUIPOS E INSTALACIONES:

ALUMNO: D. Javier García Ávila

ÍNDICE

Índice	4
Ilustraciones.....	6
Gráficos	7
Acrónimos usados	8
1. Introducción	9
1.1 Buques portacontenedores, historia y tendencias actuales.....	9
1.2 Consideraciones del proyecto	11
1.3 El buque proyecto en el mercado actual	12
2. Selección de la base de buques de referencia.....	13
3. Cálculo de las dimensiones principales.....	15
3.1 Cálculo del número de TEUs en bodega.....	15
3.2 Cálculo de la eslora entre perpendiculares	16
3.2.1 Cálculo de la eslora entre perpendiculares mediante los TEU's totales	16
3.2.2 Cálculo de la eslora entre perpendiculares mediante los TEU's en bodega.....	17
3.2.3 Eslora entre perpendiculares preliminar	17
3.3 Cálculo de la eslora total (Loa).....	18
3.4 Cálculo de la manga (B)	19
3.4.1 Cálculo de la manga mediante los TEUs totales	19
3.4.2 Cálculo de la manga mediante los TEUs en bodega.....	20
3.4.3 Manga preliminar	20
3.4 Cálculo del puntal	21
3.5.1 Cálculo del puntal a partir del número de contenedores	21
3.5.2 Cálculo del puntal a partir del número de contenedores en bodega	22
3.5.3 Cálculo del puntal mediante la relación Lpp/D.....	23
3.5.4 Puntal preliminar	23
3.5 Cálculo del calado	24
3.6.1 Cálculo del calado mediante los TEUs totales.....	24
3.6.2 Cálculo del calado mediante los TEUs en bodega	25
3.6.3 Cálculo del calado mediante el puntal	25
3.6.4 Cálculo del calado mediante la eslora entre perpendiculares	26
3.6.5 Cálculo del calado mediante los TEUs totales.....	26
3.7 Dimensiones preliminares y comprobación de resultados	27
4. Cálculo de coeficientes de arquitectura naval	29
4.1 Cálculo del coeficiente de bloque (Cb)	29

4.1.1 Alexander.....	30
4.1.2 Towsin	30
4.2.3 Minorsky	30
4.2.4 Van Lammeren	31
4.2.4 Abramowski, Cepowski, Zvolenský.....	31
4.2 Cálculo del coeficiente de la maestra (Cm).....	31
4.3 Cálculo del coeficiente prismático (Cp)	32
4.4 Dimensiones Preliminares	32
5. Cálculo de la cifra de mérito y de sus diferentes componentes para la solución inicial	33
5.1 Cálculo de la cifra de mérito para la solución inicial	33
5.1.1 Cálculo del coste de los materiales a granel (<i>CMg</i>)	33
5.1.2 Cálculo del coste de equipos del buque (<i>Ceq</i>).....	34
5.1.3 Cálculo de la mano de obra (<i>CMo</i>)	35
5.1.4 Cálculo de costes varios (<i>CVa</i>).....	36
5.1.5 Coste preliminar total para solución inicial.....	36
6. Exploración de alternativas y validación técnica de cada una de ellas	37
7. Validación técnica de la solución más favorable	39
7.1 Cálculo de la potencia propulsora	39
7.2 Estudio de pesos preliminar	41
7.2.1 Peso en Rosca.....	41
7.2.2 Peso Muerto	43
7.3 Desplazamiento	44
7.4 Comprobación del francobordo	44
8. Croquis preliminar de la sección transversal y de la disposición general de la solución escogida	47
Bibliografía.....	49
Anexo 1. Base de datos de buques.....	50
Anexo 2. Resultados del estudio de resistencia	77

ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Evolución de los buques portacontenedores	9
Ilustración 2. Clasificación de buques por capacidad	10
Ilustración 3. Medidas Contenedor TEU	11
Ilustración 4. Base de datos buques.....	14
Ilustración 5. Dimensiones preliminares iniciales	27
Ilustración 6. Dimensiones principales obtenidas	29
Ilustración 7. Datos para el cálculo de coeficientes.....	30
Ilustración 8. Coeficientes de bloque calculados.....	31
Ilustración 9. Resumen de dimensiones y coeficientes principales	32
Ilustración 10. Dimensiones TEU	37
Ilustración 11. Restricciones de alternativas	37
Ilustración 12. Alternativas favorables	38
Ilustración 13. Alternativa Seleccionada.....	38
Ilustración 14. Dimensiones preliminares	39
Ilustración 15. Datos introducidos en "Navcad"	40
Ilustración 16. Potencia obtenida tras la simulación.....	40
Ilustración 17. Motor seleccionado	42
Ilustración 18. Peso en Rosca	42
Ilustración 19. Peso Muerto	44
Ilustración 20. Resumen Francobordo.....	46
Ilustración 21. Disposición general inicial	47
Ilustración 22. Sección Transversal.....	48

GRÁFICOS

Gráfico 1. Trafico global marítimo de contenedores.....	11
Gráfico 2. TEUs bodega frente TEUs totales	15
Gráfico 3. Lpp frente $Teu^{1/3}$	16
Gráfico 4. Lpp frente a $(TEUs_{bodega}^{1/3})$	17
Gráfico 5. Loa frente a Lpp	18
Gráfico 6. B frente a $(TEUs)^{1/3}$	19
Gráfico 7. B frente a $(TEUs_{bod})^{1/3}$	20
Gráfico 8. D frente a $(TEUs)^{1/3}$	21
Gráfico 9. D frente a $(TEUs_{bodega})^{1/3}$	22
Gráfico 10. Lpp/D frente Lpp	23
Gráfico 11. T frente a $(TEUs)^{1/3}$	24
Gráfico 12. T frente a $(TEUs_{bodega})^{1/3}$	25
Gráfico 13. T/D frente D.....	25
Gráfico 14. Lpp/T frente Lpp.....	26
Gráfico 15. TEU frente a $(Lpp \cdot B \cdot D)$	27
Gráfico 16. Lpp frente B.....	28
Gráfico 17. Lpp frente D	28
Gráfico 18. Cb frente a Fn	29

ACRÓNIMOS USADOS

SÍMBOLO	SIGNIFICADO	UNIDADES
Δ	Desplazamiento	Tn
B	Manga del buque	m
Cb	Coeficiente de bloque	-
Cf	Coeficiente de la flotación	-
Cm	Coeficiente de la maestra	-
Cp	Coeficiente prismático	-
D	Puntal	m
Dp	Diámetro Hélice	m
Fb	Francobordo	m
Fn	Número de Fraude	-
g	Gravedad	m/s^2
GM	Radio metacéntrico	m
KB	Posición vertical del centro de carena	-
KG	Posición vertical del centro de gravedad	-
KM	Posición vertical del metacentro	-
Lpp	Longitud entre perpendiculares del buque	-
Loa	Longitud total del buque	-
P	Potencia	KW
PM	Peso muerto	Tn
PR	Peso en Rosca	Tn
T	Calado	m
Vmx	Velocidad máxima	m/s o Kn
Vsv	Velocidad servicio	m/s o Kn
XB, XC	Posición longitudinal del centro de carena	m
XG	Posición longitudinal del centro de gravedad	m

1. INTRODUCCIÓN

En este cuaderno se procederá a determinar las dimensiones principales del buque de manera preliminar, que servirán como base para el posterior desarrollo del proyecto, a partir de una base de datos de buques que permitan conocer el mercado actual de buques portacontenedores y en base a los requerimientos establecidos en el RPA (Página 2).

1.1 Buques portacontenedores, historia y tendencias actuales.

Los buques portacontenedores (*Container Carrier*) aparecieron a mediados del siglo pasado para optimizar el transporte de contenedores utilizados por camiones sin necesidad de descargarlos y, de esta forma, facilitar la logística de transporte minimizando el tiempo de carga de los buques y la mano de obra requerida.

No tardaron en aparecer buques diseñados de forma específica para el transporte de contenedores. Los primeros tenían una capacidad aproximada de 200 TEUs. Aunque en los inicios se transportaban números bajos de contenedores, la tendencia actual avanza hacia la construcción de portacontenedores de capacidades muy altas, siendo el mayor hasta la fecha el “HMM Algeciras [2020]” con una capacidad de 24000 TEUs, 120 veces más capacidad que los originales de su clase.

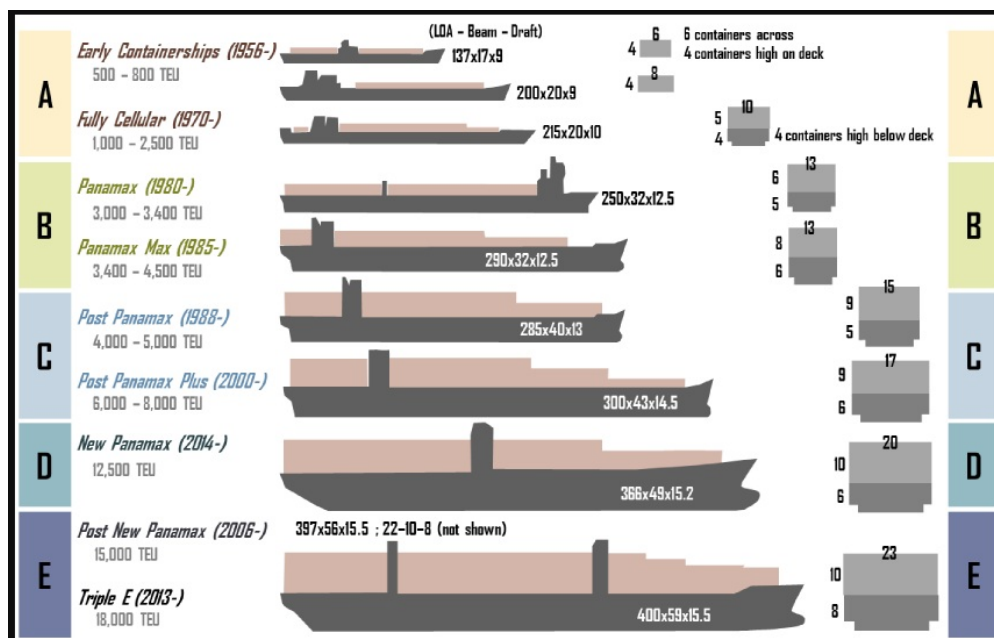


Ilustración 1 Evolución de los buques portacontenedores

En la actualidad se pueden clasificar los buques según su capacidad de transportar contenedores normalizados:

Feeder	100-499
Feeder Max	5000-999
Handy	1000-1999
Sub Panamax	2000-2999
Panamax	3000-4500
Post Panamax	5000-8000
New Panamax	>12500
Triple E	>18000

Ilustración 2. Clasificación de buques por capacidad.

Esta es una clasificación orientativa, pero se puede usar como generalización. Es importante añadir, que se pueden encontrar buques portacontenedores de multitud de tamaños en función del servicio a realizar y las limitaciones de los puertos y rutas de operación.

El transporte de mercancías mediante contenedores tiene ciertas ventajas, entre las que destacan:

- Disminución de los tiempos de operación y mano de obra, por tanto, de los costes a la hora de transportar mercancías.
- Posibilidad de transportar cualquier mercancía, que quepa en el volumen del propio contenedor, quedando protegida por el propio contenedor.
- Posibilidad de combinar transporte por carretera, férreo y marítimo sin en un mismo contenedor estandarizado.
- Facilidad logística con el seguimiento individualizado de cada contenedor.

Por el contrario, existen desventajas que han de tenerse en cuenta:

- Gran infraestructura portuaria, tanto para manejar la carga, como sistemas informáticos que permitan realizar una gestión optimizada de los contenedores, principalmente, en su orden de colocación en el buque y en la estiba en puerto.
- Inversión en contenedores para cada buque, lo que aumenta de forma considerable el coste total.
- Transporte de contenedores vacíos, los cuales, por motivos de estabilidad, suelen colocarse en las últimas filas teniendo que ser manipulados para poder descargar los contenedores que si transportan carga y se encuentran en las capas inferiores.
- Precio del buque mayor que otros tipos de buques.

A pesar de presentarse estas desventajas, el uso de buques portacontenedores es muy elevado y lleva una tendencia alcista como se aprecia en el gráfico 1.

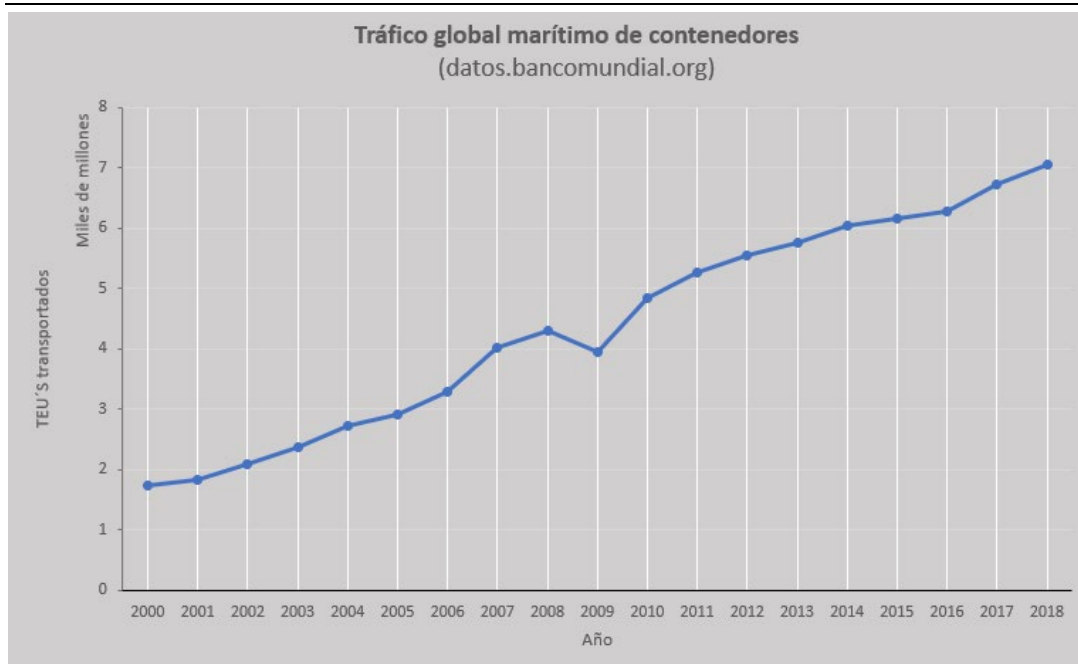


Gráfico 1. Tráfico global marítimo de contenedores

1.2 Consideraciones del proyecto

El buque proyecto es un portacontenedores que permita transportar 16000 TEUs en una ruta de 20000 millas. Así mismo, se requiere que el buque sea capaz de hacer tránsitos por el canal de Suez.

Según la clasificación de buques (*Ilustración 1*), el buque se encuentra dentro de los denominados "Post-New-Panamax".

Los contenedores irán situados en guías, para dar versatilidad al buque en su operación, se pretende que sea capaz de albergar contenedores con medidas estándar TEU (20x8x8.5 ft) Y FEU (40x8x8.5 ft), las dos medidas modulares más utilizadas.

Siendo estas:

	L_{CON}	B_{CON}	D_{CON}
TEU	6,058 m	2,348 m	2,59 m
	6,058 m	2,348 m	2,895 m
FEU	12,19 m	2,348 m	2,59 m
	12,19 m	2,348 m	2,895 m

Ilustración 3. Medidas Contenedor TEU

Principalmente existen dos métodos de estiba de contenedores, con guías o sin guías.

Las guías son un conjunto de estructuras que permiten el apilado de contenedores sin ningún otro trincado adicional, lo que disminuye el tiempo de carga y descarga del buque y minimiza la mano de obra necesaria durante el proceso.

Por ser éste el método más utilizado en buques dedicados al transporte de contenedores, por ser más ventajoso a nivel logístico y por no haber sido especificado en el RPA ningún requerimiento sobre este tema, se utilizarán guías para la estiba de contenedores en la realización de este proyecto.

Se observa que un FEU equivale a dos TEU`s pegados longitudinalmente, por lo que es compatible estibar ambos tipos en el buque si se diseñan las guías para dos TEU`s.

1.3 El buque proyecto en el mercado actual

La tendencia hasta el momento era a la adquisición de buques de grandes dimensiones que superaban ampliamente los 20000 TEUs de capacidad y cuyas esloras oscilaban entorno a los 400m de eslora.

Tras el varamiento acaecido en el canal de Suez por el buque EVER GIVEN (20000 TEU`s y 400m de eslora) el 1 de abril de 2021 se ha vuelto al desarrollo y producción de buques de menor capacidad.

Por poner un ejemplo claro durante el transcurso del último semestre del 2021 la naviera MSC ha encargado 13 buques portacontenedores de 16000 TEU`s al astillero CSSC (*China State Shipbuilding Corporation*) por un valor de 1,5 Billones de dólares.

Así mismo la compañía Evergreen (fletadora del accidentado EVER GIVEN), ha ordenado la construcción de 20 buques de 15000 TEU`s.

Basándome en este contexto el buque proyecto está incluido en la tendencia de fabricación de buques de alta capacidad, pero que permitan un tránsito más seguro a través de canales y puertos, por lo que resulta un proyecto viable dentro del mercado actual de buques portacontenedores.

2. SELECCIÓN DE LA BASE DE BUQUES DE REFERENCIA

Una vez conocidas las especificaciones del proyecto es necesario conocer unas dimensiones aproximadas del buque a diseñar.

Para calcular estas dimensiones se requiere de una base de datos de buques similares al buque proyecto pudiendo realizar de esta forma un dimensionamiento correcto.

Partimos de una base de datos de 19 buques cuyos años de construcción han sido posteriores al 2013.

Esta base de datos se ha construido consultando en las principales Sociedades de Clasificación (LR, DNV, ABS, CSM) y la revista Significant Ships.

Cabe destacar a la hora de realizar la base de datos que es necesario escoger una variedad de buques considerable para generar una regresión amplia. En buques portacontenedores resulta complicado encontrar heterogeneidad en buques para un determinado número de contenedores ya que, por facilidad constructiva, los astilleros suelen construir todos los buques de un tipo iguales para cada naviera, resultando buques con dimensiones muy constantes (principalmente en calado y manga), dando lugar a gráficas con coeficientes de regresión lineales bajos.

Buque	Fuente	Año	TEU'S	TEU'S bod	Lpp [m]	Loa [m]	B [m]	D [m]	T [m]	Δ	Cb	Vsv [Kn]
HMM MIR	ABS	2021	15876		350	366	51	29,85	16			22,5
HMM OSLO	Significant Ships	2020	23820	9788	383	399,9	61,5	33,2	16,5			22,25
CMA CGM JACQUES SAADÉ	Significant Ships	2020	23112	9784	393,9	399,9	61,3	33,5	16	288355	0,783	21,1
CMA CGM TENERE	Significant Ships	2020	14806	6028	350	365,99	51	29,85	16	204285	0,678	21,86
MSC Gülsün	Significant Ships	2019	23746	9788	383	399,9	61	33,2	16	292360	0,734	23,2
COSCO SHIPPING LIBRA	CSM	2019	20119	8475	383	399,8	58,6	30,5	14			18,8
MAERSK HAVANA	ABS	2019	15226		340,5	353,021	53,5	29,9	15	207748	0,742	21,6
CMA CGM ARGENTINA	Lloyd`s Register	2019	15052	6294	350	366	51	29,85	16	199983	0,682	22
MSC JOSSELINE	Significant Ships	2019	14330	6100	347	366	48,2	29,85	14,5	190897	0,768	22
HMM PROMISE	Significant Ships	2018	11167	4587	316,4	330	48,2	27,2	13			22
COSCO SHIPPING HIMALAYAS	CSM	2017	14568		350,5	366	51,2	30,2	14			17
CMA CGM G. WASHINGTON	Significant Ships	2017	14414	5994	350	366	48,2	29,85	14,5			21,7
MSC REEF	CSM	2016	19224		384,2	398,5	59	30,3	14,5			16,2
HYUNDAI JUPITER	Lloyd`s Register	2016	10000		308	324	48,4	27,3	15,5			18,3
MSC ISTANBUL	Lloyd`s Register	2015	16652	7521	383	399	54	29,9	16,021	242331	0,714	18,4
CMA CGM MEKONG	ABS	2015	10000		287	299,9	48,2	24,8	14,5	142858	0,695	18,2
COSCO ITALY	ABS	2014	13386		348	365,9	51,2	29,85	15,5	202322	0,715	18,9
CSCL BOHAI SEA	CSM	2014	10036		319	335,32	48,6	27,2	14			17,3
OOCL BRUSSELS	ABS	2013	13200		350	366,469	48,2	29,8	14	186922	0,77214	19,4

Ilustración 4. Base de datos buques

Se realizan ahora las gráficas de regresión para el cálculo de las dimensiones principales.

3. CÁLCULO DE LAS DIMENSIONES PRINCIPALES

Con la base de datos realizada se procederá a realizar gráficas de regresión que permitan obtener unas dimensiones para el buque proyecto que estén dentro de las tendencias actuales de construcción de este tipo de buques por los principales astilleros del mundo.

Las gráficas se realizarán conforme a las prescripciones del libro *Practical Ship Design*, con la particularidad que para los buques portacontenedores se emplearán relaciones con los TEU's en lugar de otros coeficientes como el peso muerto.

3.1 Cálculo del número de TEUs en bodega

El primer cálculo a realizar será el de los TEUs que el buque cargará en la bodega.

Para ello se representarán los TEUs totales frente a los TEUs en bodega de los buques de la base de datos.

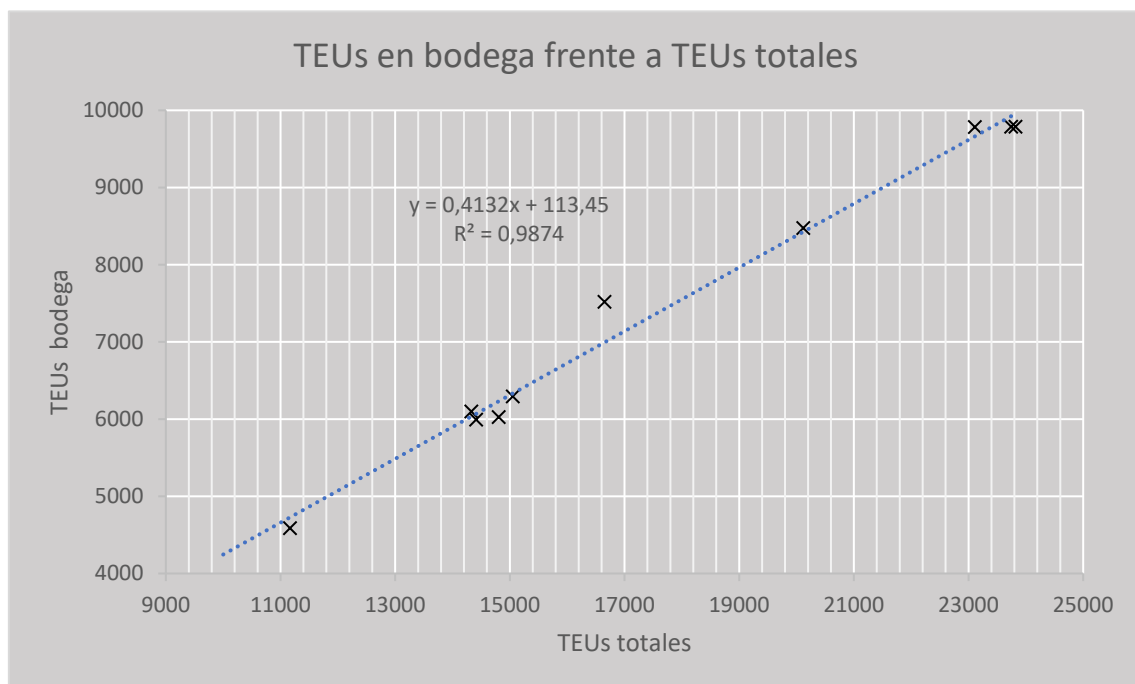


Gráfico 2. TEUs bodega frente TEUs totales

Entrando en la recta con los 16000 TEUs del RPA se obtiene un valor de 6724.65.

$$TEUs_{bod} = 6724 TEUs$$

3.2 Cálculo de la eslora entre perpendiculares

El cálculo de la eslora entre perpendiculares se realizará por dos métodos de regresión distintos que nos permitan obtener una medida más clara y precisa.

3.2.1 Cálculo de la eslora entre perpendiculares mediante los TEU's totales

Se procederá en primer lugar a relacionar la eslora con el número de TEUs totales.

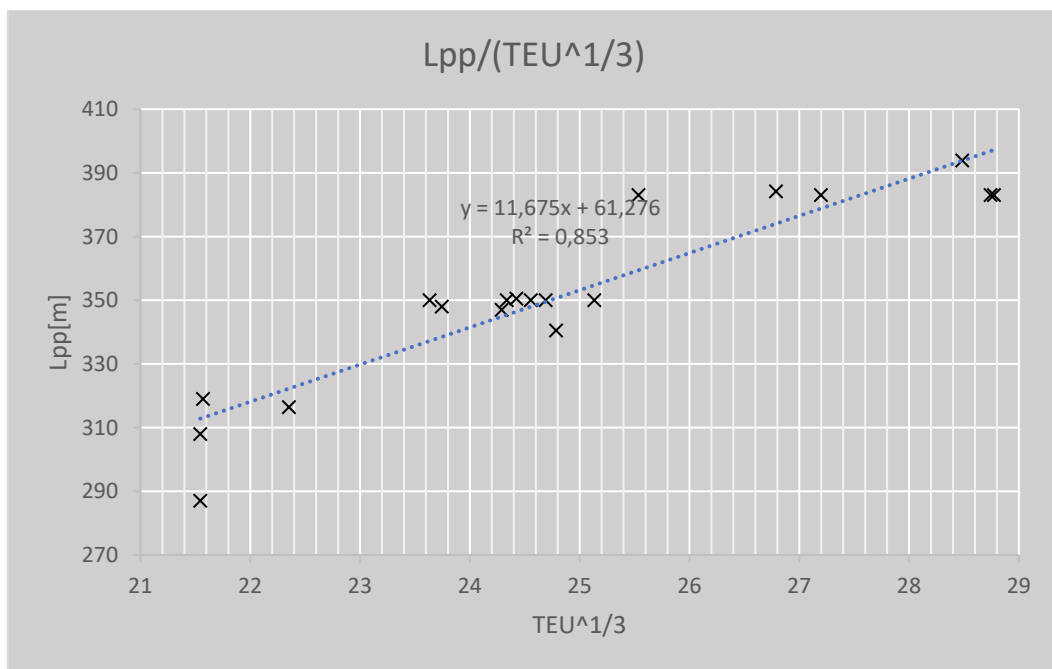


Gráfico 3. Lpp frente Teu^{1/3}

Resolviendo con $x = 16000^{1/3}$ se obtiene:

$$L_{pp1} = 355.5 [m]$$

3.2.2 Cálculo de la eslora entre perpendiculares mediante los TEU's en bodega

Para un segundo cálculo de la eslora, procederemos a relacionarla con el número de TEUs en bodega, calculados en el apartado 3.1 (6724 TEUs).

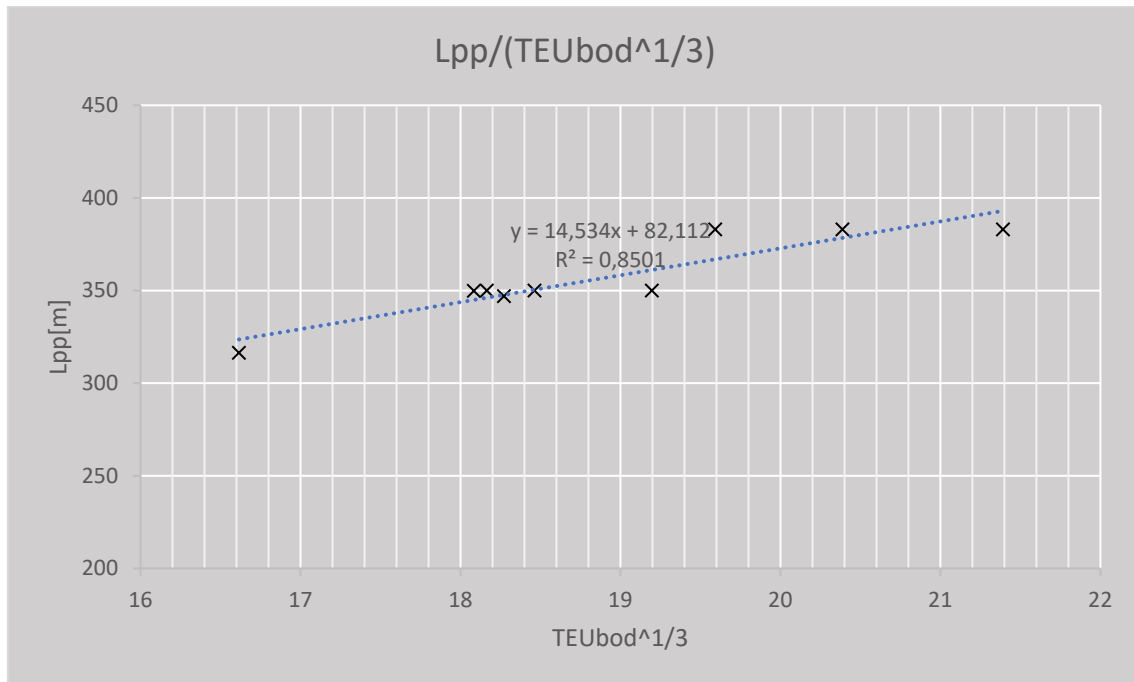


Gráfico 4. Lpp frente a (TEUsbodega^{1/3})

Resolviendo con $x = 6724^{1/3}$

$$L_{pp2} = 356,4[m]$$

3.2.3 Eslora entre perpendiculares preliminar

Calculando la media entre las dos dimensiones obtenidas (356,4 [m] y 355,5 [m]):

$$L_{pp\text{preliminar}} = 356 [m]$$

3.3 Cálculo de la eslora total (Loa)

En este caso se utilizará la relación entre la y la eslora total de los buques de la base de datos.

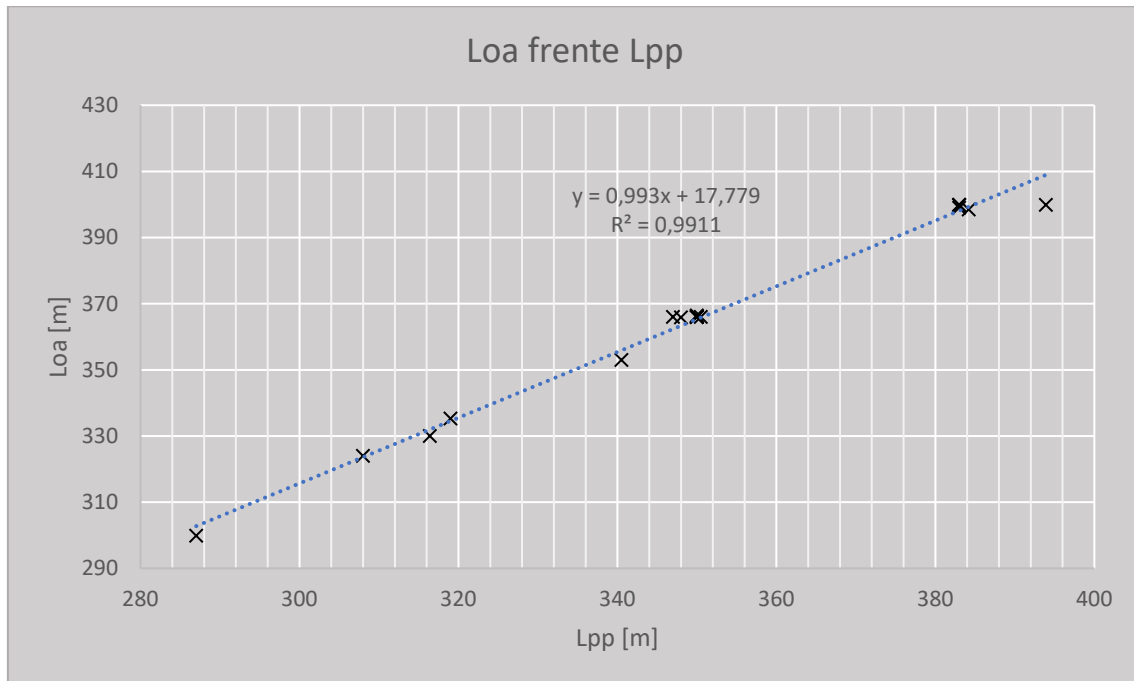


Gráfico 5. Loa frente a Lpp

Sustituyendo la eslora entre perpendiculares obtenida en el apartado 3.2 (356 [m]) en la ecuación de la recta de regresión:

$$L_{oa} = 371 [m].$$

3.4 Cálculo de la manga (B)

De nuevo realizaremos el cálculo de la manga mediante tres gráficas distintas para, de esta forma, poder comparar los resultados y lograr un cálculo más preciso.

3.4.1 Cálculo de la manga mediante los TEUs totales

Partiendo de los TEUs totales del buque proyecto dados por el RPA, 16000 TEUs, y comparándolos con las esloras de los buques de la base de datos se calculará la manga preliminar:

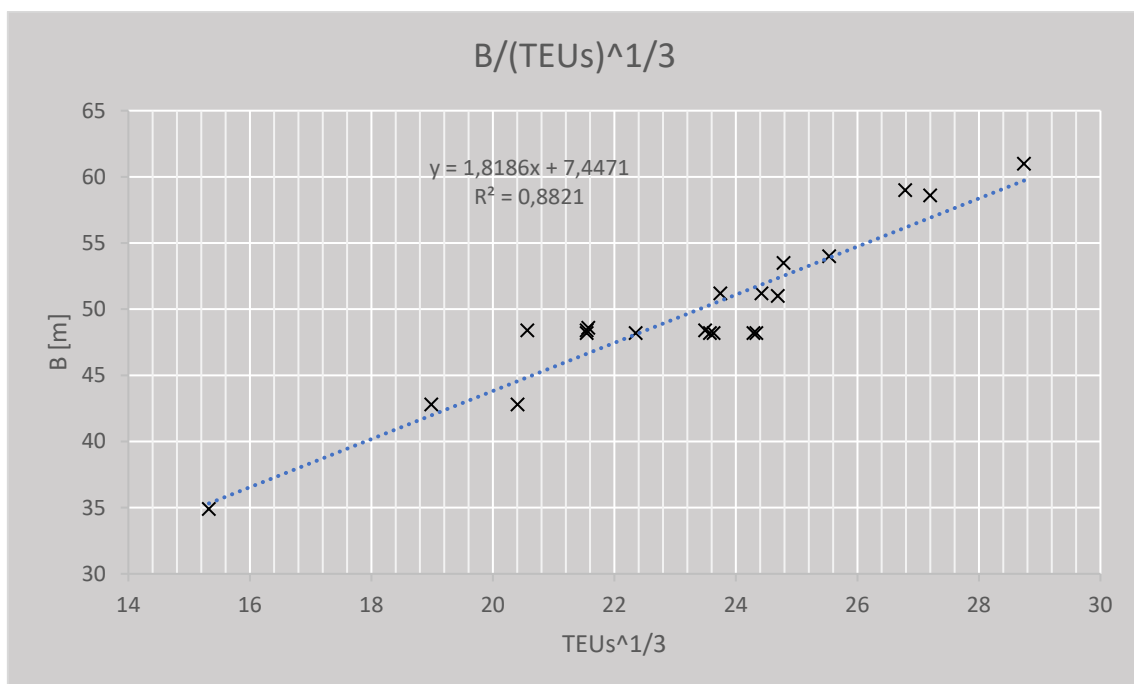


Gráfico 6. B frente a $(TEUs)^{\frac{1}{3}}$

Entrando en la recta con los TEUs totales del buque proyecto, obtenemos el valor

$$B_1 = 53,3[m].$$

3.4.2 Cálculo de la manga mediante los TEUs en bodega

A partir de los TEU's en bodega obtenidos en el apartado 3.1:

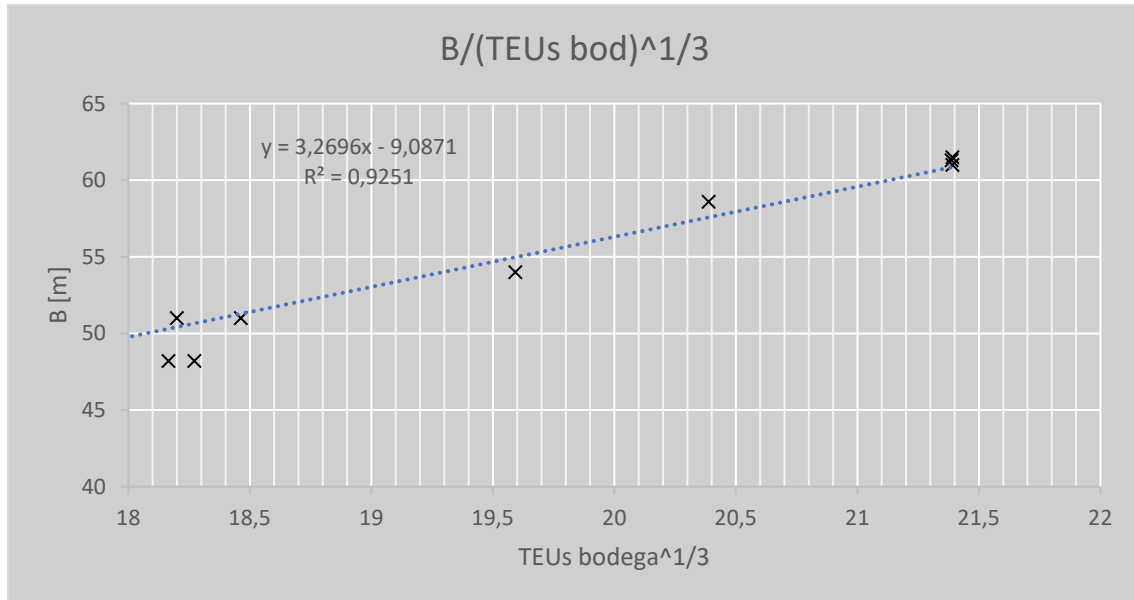


Gráfico 7. B frente a $(TEUs\ bod)^{1/3}$

La gráfica claramente está falta de datos, pero no ha sido posible encontrar el número concreto de contenedores en bodega del suficiente número de buques distintos.

Resolviendo con 6724 TEUs en bodega:

$$B_2 = 50.77[m]$$

3.4.3 Manga preliminar

Realizando la media aritmética de las mangas obtenidas mediante regresión:

$$B = 52,6 [m]$$

3. 4 Cálculo del puntal

Si bien en todos los buques el puntal es un parámetro clave en los buques portacontenedores toma una importancia notable, debido a la distribución de la carga muy por encima de la cubierta principal. Por tanto, ha de tenerse especial cuidado a la hora de seleccionar esta dimensión.

3.5.1 Cálculo del puntal a partir del número de contenedores

Se opta por comenzar calculando el calado usando la relación D frente a los TEUs en bodega elevado a 1/3.

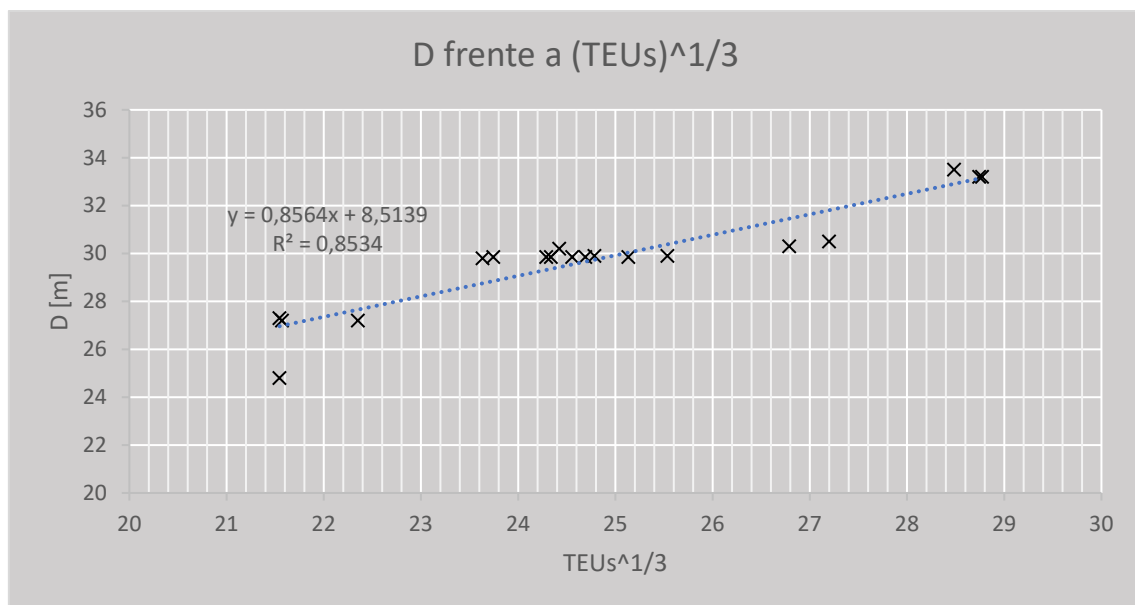


Gráfico 8. D frente a (TEUs)^{1/3}

Se observa una clara agrupación de buques en torno a los 30 [m] de puntal y no varía en exceso estando un 95% de los buques dentro del intervalo de $30 \pm 15\%$ [m]. Por tanto, es esperable el obtener un puntal muy similar a esta cifra.

Entrando en la gráfica con los 16000 TEUs del buque proyecto se obtiene un puntal:

$$D_1 = 30,1 [m]$$

3.5.2 Cálculo del puntal a partir del número de contenedores en bodega

Se continúa el cálculo del puntal mediante los datos de los TEUs en bodega de los buques de la base de datos.

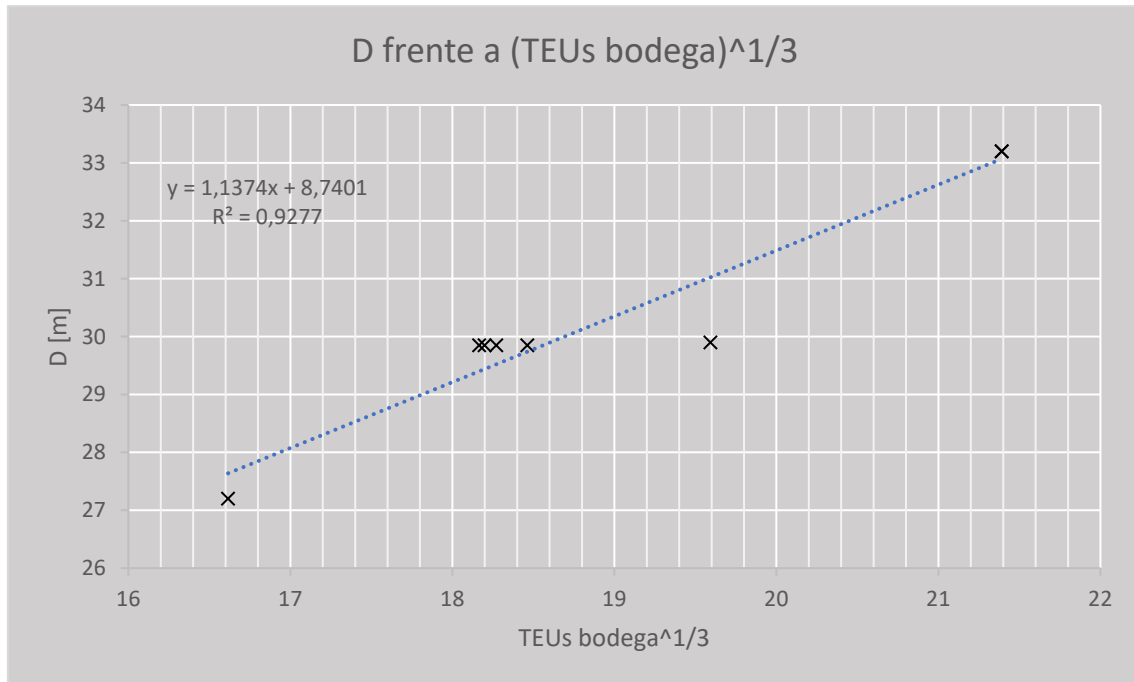


Gráfico 9. D frente a $(\text{TEUs bod})^{1/3}$

En este caso se aprecia claramente como la dispersión es mayor al tener un menor número de datos que en el caso de los TEUs totales.

Calculando con 6724 TEUs en bodega:

$$D_2 = 30,6 [m].$$

Se acepta como válido este resultado por estar comprendido dentro del intervalo explicado en el apartado anterior y por ser coherente con el resto de los buques de la base de datos realizada.

3.5.3 Cálculo del puntal mediante la relación L_{pp}/D

Para terminar de definir el puntal se recurre a la relación de la eslora entre perpendiculares y el puntal frente a la eslora entre perpendiculares.

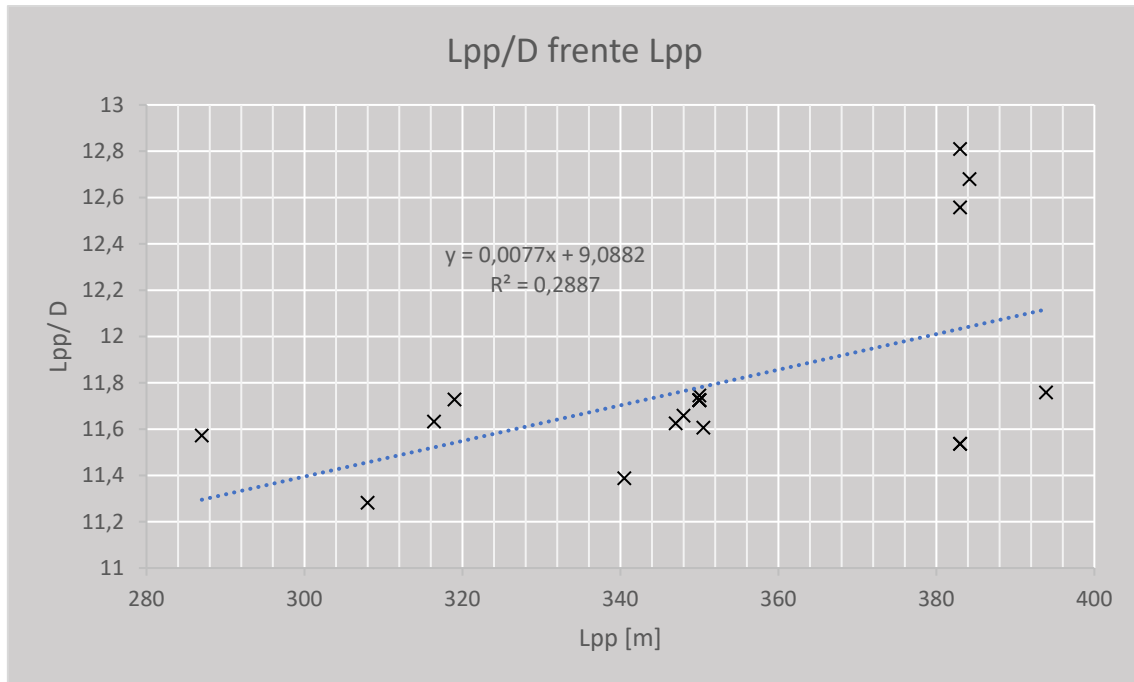


Gráfico 10. L_{pp}/D frente L_{pp}

Se observa que la mayoría de los buques se encuentran en torno a la ordenada 11,7[-] por lo que se decide utilizar este coeficiente como valor óptimo para calcular el puntal dejando de lado el resto de los datos:

Con $L_{pp} = 356[m]$ y $\frac{L_{pp}}{D_3} = 11,7 [-]$ se obtiene:

$$D_3 = 30,5[m]$$

3.5.4 Puntal preliminar

Realizando la media de los tres puntales calculados por regresión, se obtiene:

$$D = 30,4 [m]$$

3.5 Cálculo del calado

La última dimensión que se va a considerar en estos cálculos preliminares será el calado, el cual adquiere una importancia elevada por las limitaciones en la operación del buque debido a puertos y canales.

El calado está definido por la situación de carga, por lo que se procede a calcular el calado de escantillonado.

En el caso del buque proyecto el calado está limitado a 20m, por estar presente en el RPA el tránsito por el Canal de Suez. Esta limitación se estudiará en cuadernos posteriores donde se realicen cálculos de carga y desplazamiento, pero por coherencia es un límite superior.

Se emplearán cuatro cálculos de regresión para calcular los calados.

3.6.1 Cálculo del calado mediante los TEUs totales.

Se emplea en este primer cálculo el número total de contenedores de los buques seleccionados en la base de datos.

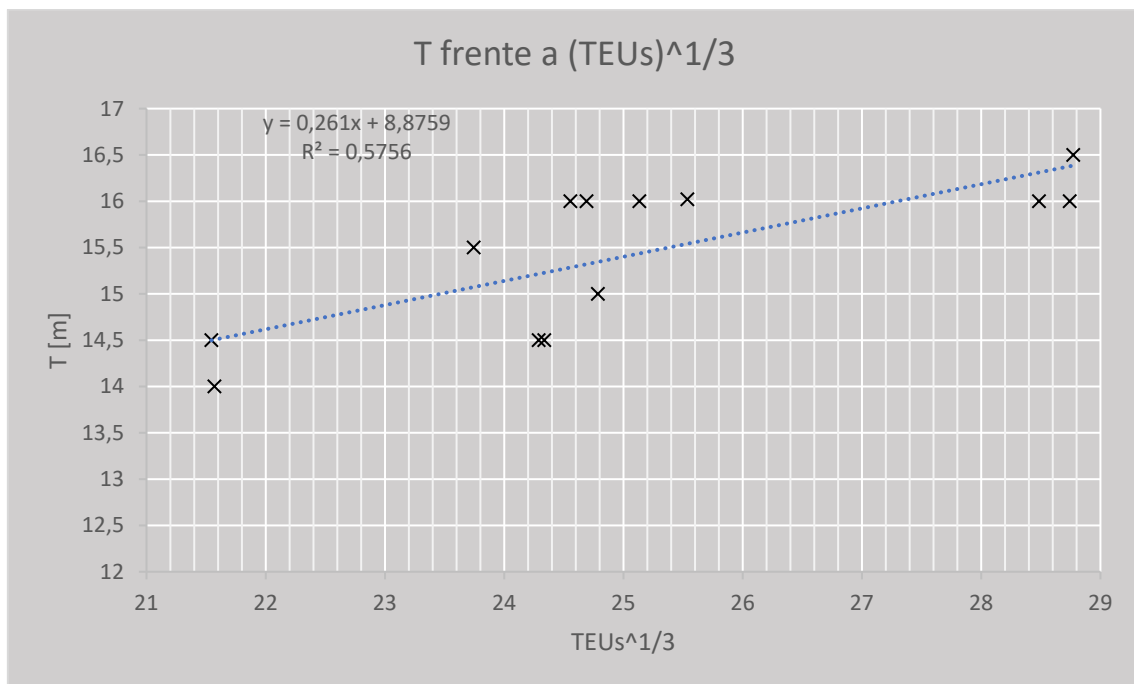


Gráfico 11. T frente a (TEUs)^{1/3}

El gráfico presenta baja homogeneidad, pero se procede a calcular el calado obteniendo:

$$T_1 = 15[m]$$

3.6.2 Cálculo del calado mediante los TEUs en bodega

Análogamente se calcula el segundo calado mediante los contenedores de la bodega:

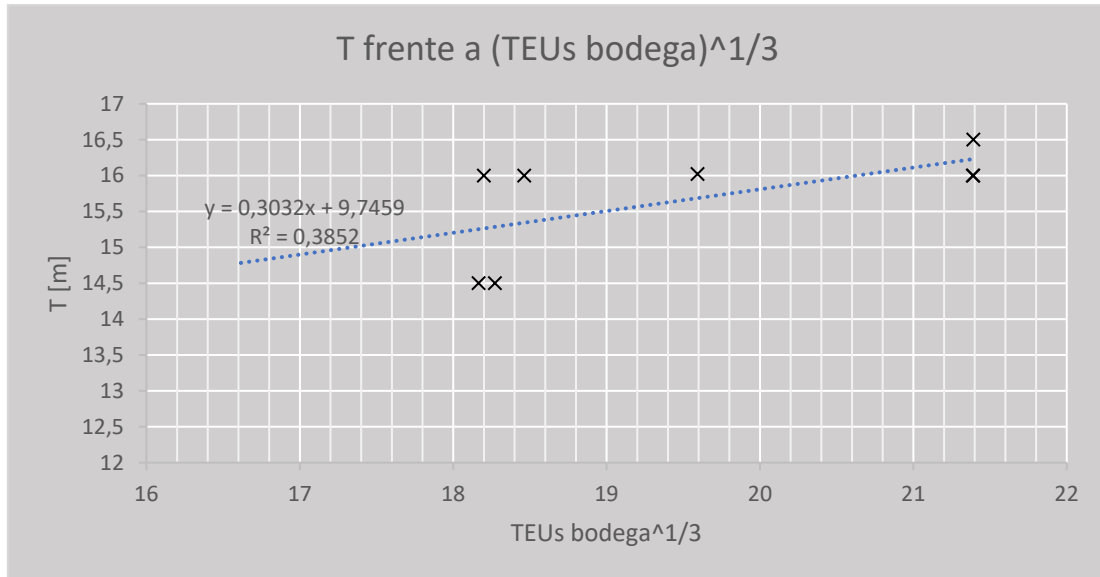


Gráfico 12. T frente a $(TEUs (TEUs \text{ bod})^{1/3})$

Entrando con $TEUs_{bod} = 6724$ se obtiene: $T_2 = 15$ [m]

3.6.3 Cálculo del calado mediante el puntal

A partir de la relación entre calado y puntal frente al puntal se obtiene un valor adicional:

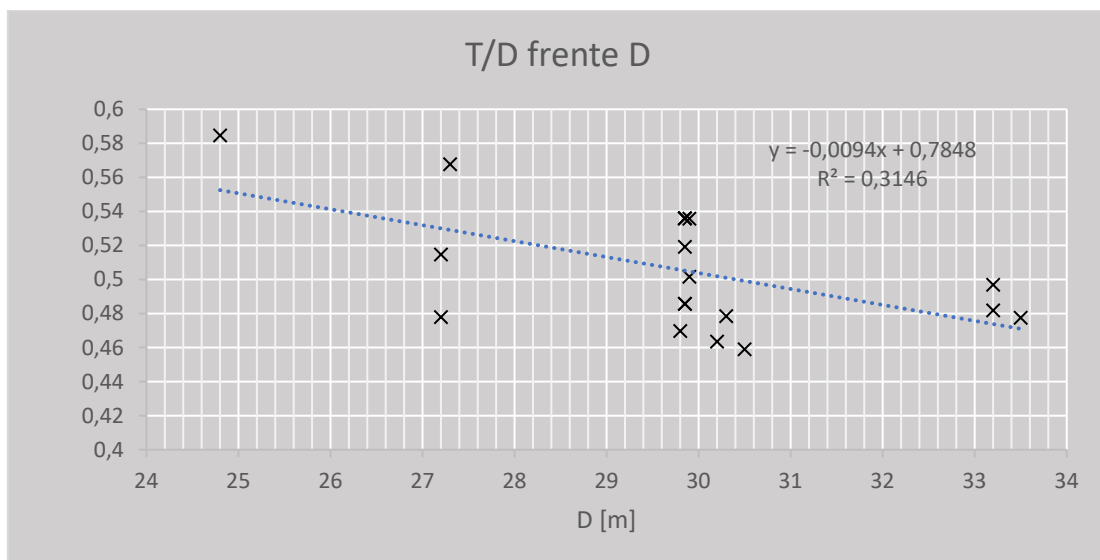


Gráfico 13. T/D frente D

Resolviendo con el puntal obtenido en el apartado 3.5.4 ($D = 30,4$ [m]), $T_3 = 15,2$ [m].

3.6.4 Cálculo del calado mediante la eslora entre perpendiculares

Finalmente utilizando la relación del calado y la eslora se obtiene el último valor del calado:

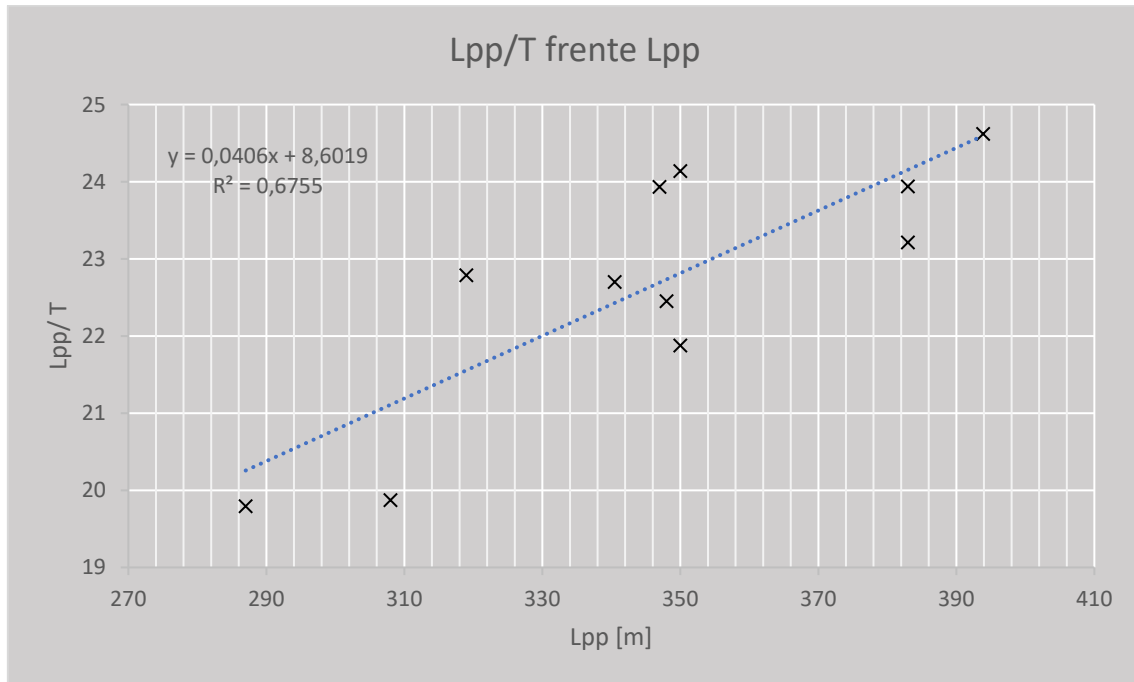


Gráfico 14. Lpp/T frente Lpp

Sustituyendo con $L_{pp} = 356$ [m]:

$$T_4 = 15,1 \text{ [m]}.$$

3.6.5 Cálculo del calado mediante los TEUs totales.

Realizando la media de los calados calculados en los apartados anteriores:

$$T = 15,1 \text{ [m]}$$

3.7 Dimensiones preliminares y comprobación de resultados

Mediante regresión se han obtenido los siguientes valores:

$$\begin{array}{l} L_{pp} = 356 \text{ [m]} \\ B = 53 \text{ [m]} \\ D = 31 \text{ [m]} \\ T = 15,1 \text{ [m]} \end{array}$$

Ilustración 5. Dimensiones preliminares iniciales

Para comprobar estos resultados se compararán con otra gráfica de regresión, en este caso, una tabla que relaciona el número de contenedores con las dimensiones principales del buque, TEUs frente a L·B·D:

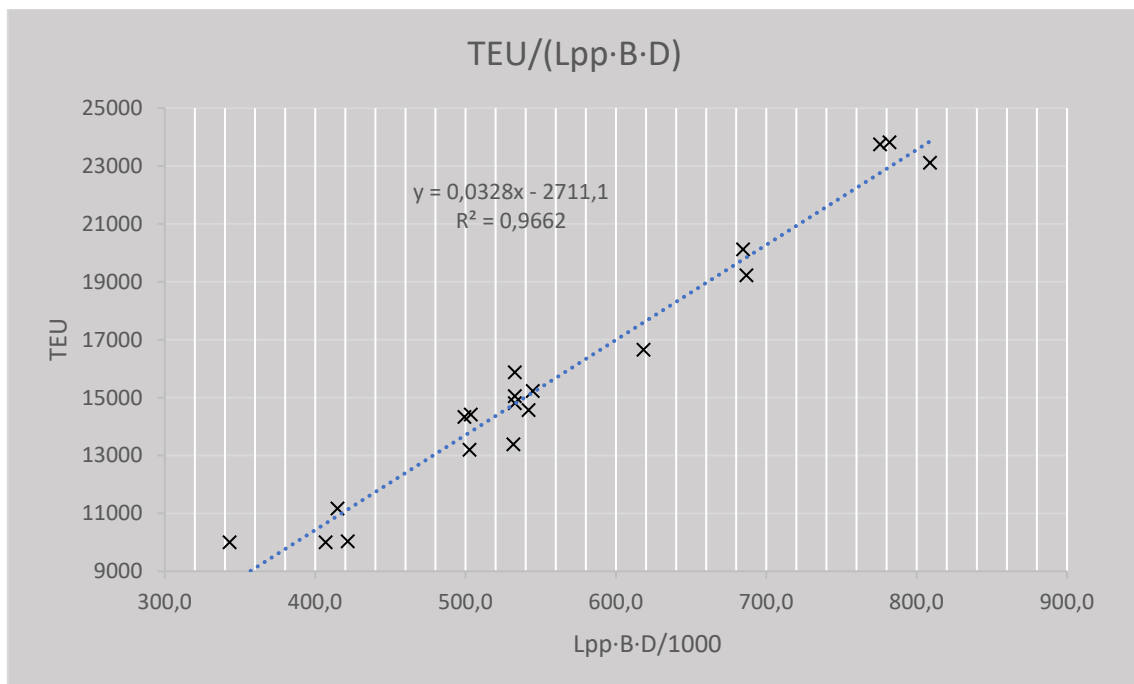


Gráfico 15. TEU frente a (Lpp·B·D)

Con esta ecuación, sustituyendo $y=16000$, se obtiene que $L_{pp} \cdot B \cdot D = 57046[m^3]$. Se necesitan dos ecuaciones más para resolver el sistema de 3 incógnitas (Lpp, B y D).

Estas ecuaciones se obtendrán de las gráficas de regresión de L_{pp}/B y L_{pp}/D :

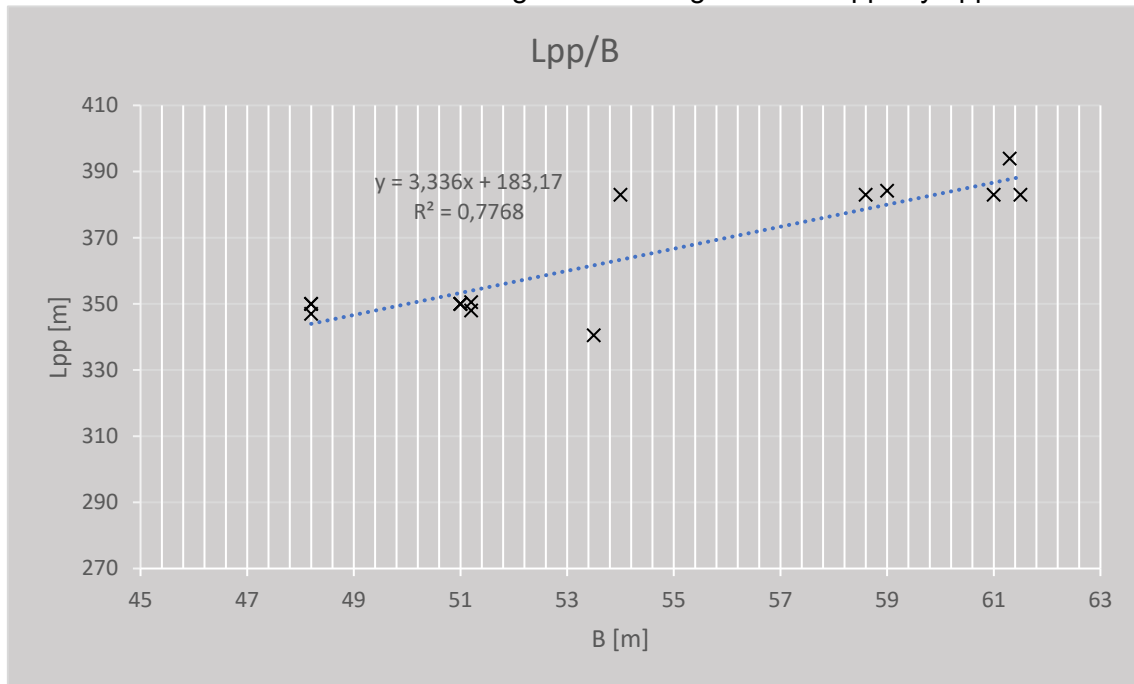


Gráfico 16. L_{pp} frente B

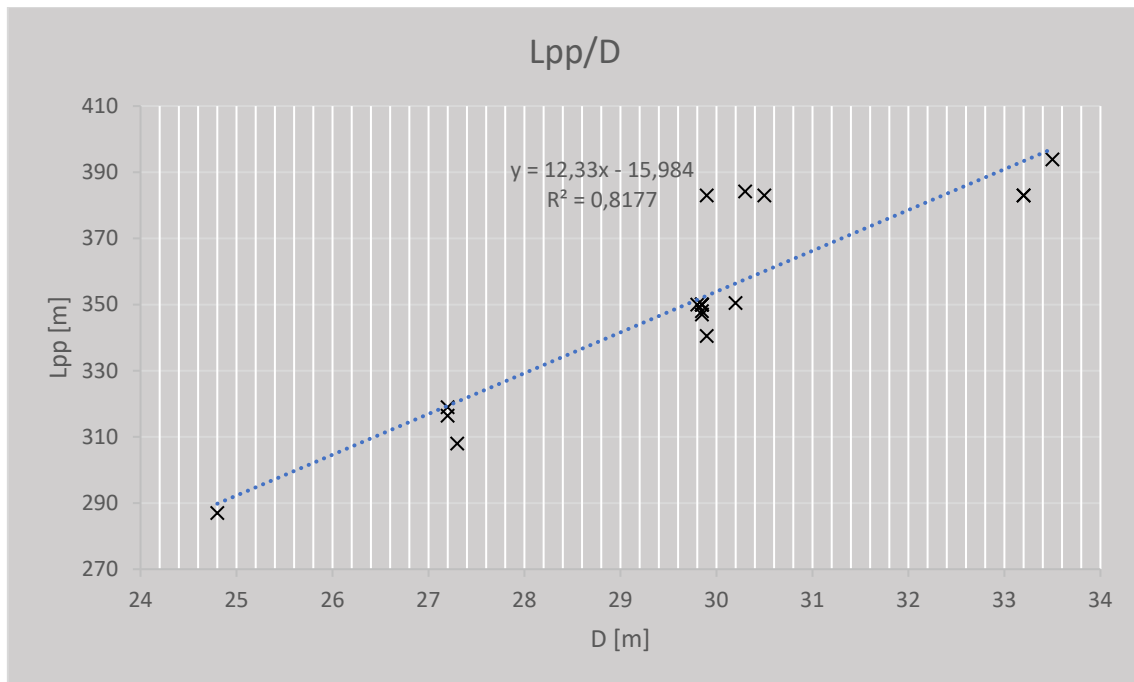


Gráfico 17. L_{pp} frente D

Resolviendo las ecuaciones se obtienen los siguientes resultados:

$$\begin{aligned} L_{pp} &= 355 \text{ [m]} \\ B &= 53,5 \text{ [m]} \\ D &= 30 \text{ [m]} \end{aligned}$$

Como los resultados son prácticamente idénticos se dan por buenas las medidas calculadas anteriormente, quedando como dimensiones preliminares:

$$\begin{array}{l} L_{pp} = 356 \text{ [m]} \\ L_{oa} = 371 \text{ [m]} \\ B = 53 \text{ [m]} \\ D = 31 \text{ [m]} \\ T = 15,1 \text{ [m]} \end{array}$$

Ilustración 6. Dimensiones principales obtenidas

4. CÁLCULO DE COEFICIENTES DE ARQUITECTURA NAVAL

El siguiente paso en la espiral de diseño del buque consiste en definir los coeficientes geométricos y de arquitectura naval que tendrá el buque.

Estos coeficientes determinarán aspectos clave del proyecto como las formas del casco, la resistencia al avance del buque y por extensión la determinación de la planta propulsora.

Estos coeficientes se calcularán o bien por regresión, o bien por fórmulas empíricas obtenidas de bibliografía.

4.1 Cálculo del coeficiente de bloque (Cb)

Para el cálculo del coeficiente de bloque, se empleará primero un método de regresión que estudia la dependencia entre el C_B y el F_n .

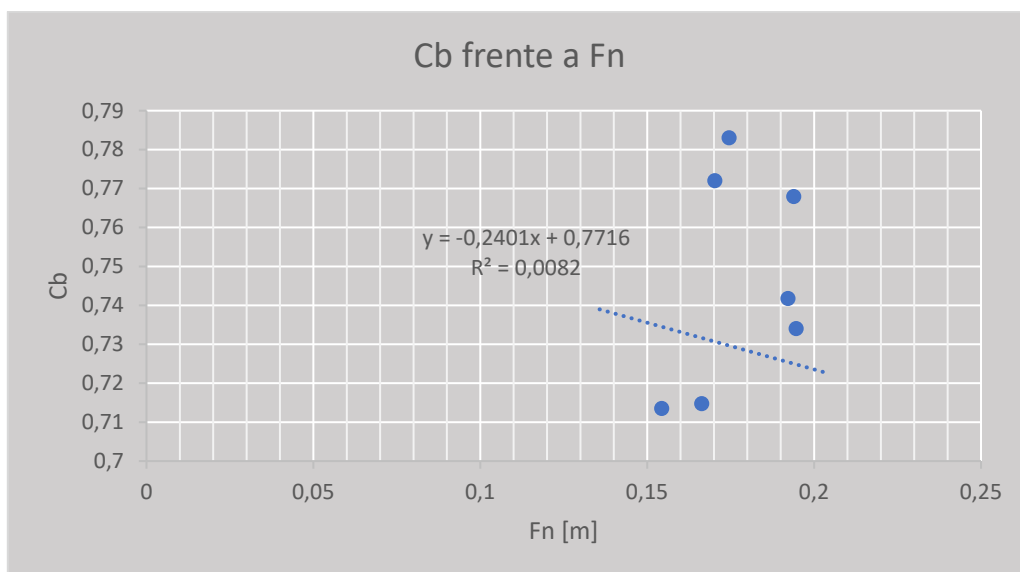


Gráfico 18. Cb frente a Fn

Claramente el ajuste no es nada fiable, es coherente que dentro de la base de datos todos los buques tienen un coeficiente de bloque similar.

Se opta por no emplear esta regresión y calcular el coeficiente de bloque exclusivamente mediante fórmulas empíricas.

Para un cálculo más fino del C_B se procederá a su cálculo mediante modelos empíricos, las dimensiones que se emplearán para el cálculo serán las siguientes:

TEUs Totales	16000 TEUs
TEUs Bodega	7327 TEUs
L_{pp}	356 [m]
Loa	371 [m]
B	53[m]
D	31 [m]
T	15,1 [m]
F_n	0,192 [-]

Ilustración 7. Datos para el cálculo de coeficientes

4.1.1 Alexander

Propone una regresión, que tiene como fórmula general:

$$C_B = K - \frac{1}{2} \cdot \frac{v}{\sqrt{L_{pp}}}$$

Donde $K = cte$

Se propone una variación de la regresión realizada por Alexander, específica para buques portacontenedores, con una corrección específica para el valor de K:

$$C_B = 1 - 0.265 \cdot \frac{V_{srv}}{\sqrt{L_{pp}}} = 0,701 [-]$$

4.1.2 Towsin

Es una fórmula que se desarrolló en 1979, general para todos los buques:

$$C_B = 0,7 + 0,125 \cdot \tan^{-1}(25 \cdot (0,23 - F_n)) = 0,791 [-]$$

4.2.3 Minorsky

Es una formulación para buques de carga en general algo más moderna:

$$C_B = 1,22 - 2,38 \cdot F_n = 0,743 [-]$$

4.2.4 Van Lammeren

Esta fórmula es aplicable también a buques mercantes en general:

$$C_B = 1,137 - 2.02 * Fn = 0,74[-]$$

4.2.4 Abramowski, Cepowski, Zvolenský

Esta es una formulación reciente aplicable solo a buques portacontenedores:

$$C_B = 0,669 + (3,23E - 11) \cdot TEU^{2,1} = 0,691 [-]$$

Los portacontenedores modernos no tienen una similitud clara comparada con un buque mercante general, y menos aún con buques de relativa antigüedad (posteriores al año 2000). Por lo que se decide omitir los valores obtenidos mediante las formulaciones para buques generales, por ser éstas distantes de la regresión y de los datos de buques consultados, con el fin de encontrar un valor lo más fidedigno posible a la tendencia constructiva actual.

Tomando en cuenta las medidas:

Alexander	0.701 [-]
Abramowski, Cepowski, Zvolenský	0.691 [-]

Ilustración 8. Coeficientes de bloque calculados

$$C_B = 0,696 \cong 0,7[-]$$

4.2 Cálculo del coeficiente de la maestra (Cm)

Se procede a calcular el coeficiente de la maestra mediante dos fórmulas empíricas.

$$C_m = 1 - 2 \cdot Fn^4 = 0,997 [-]$$

$$C_m = 1 - 0,062 \cdot Fn^{0,792} = 0,983 [-]$$

Calculando el valor medio obtenemos el valor de nuestro coeficiente de la maestra:

$$C_m = 0,990 [-]$$

4.3 Cálculo del coeficiente prismático (Cp)

El cálculo del coeficiente prismático se realizará de forma directa mediante la relación entre este y los coeficientes de bloque y maestra.

$$C_p = \frac{C_B}{C_m} = \frac{0,7}{0,990} = 0,7 \quad [-]$$

4.4 Dimensiones Preliminares

Tras los cálculos realizados las dimensiones preliminares del buque proyecto son las siguientes:

TEUs Totales	16000 TEUs	Cb	0,7 [-]
TEUs Bodega	7327 TEUs	Cm	0,990 [-]
Lpp	356 [m]	Cp	0,70 [-]
Loa	371 [m]		
B	53[m]		
D	31 [m]		
T	15,1 [m]		
Fn	0,192 [-]		

Ilustración 9. Resumen de dimensiones y coeficientes principales

Se dan por válidas estas dimensiones al estar dentro de las tendencias constructivas actuales en buques portacontenedores, estando por tanto todas ellas dentro de los márgenes de las regresiones realizadas.

5. CÁLCULO DE LA CIFRA DE MÉRITO Y DE SUS DIFERENTES COMPONENTES PARA LA SOLUCIÓN INICIAL

El proyecto requerirá de una evaluación económica, para ello el primer paso será seleccionar un criterio de selección de cifra de mérito:

- Coste de construcción
- Inversión total
- Coste de ciclo de vida
- Flete requerido
- Rendimiento neto del capital propio
- Tasa de rentabilidad interna
- Tasa de rentabilidad interna del capital propio

En este caso, considerando que el trabajo se plantea como el proyecto de un buque, se opta por escoger como cifra de mérito la que se corresponde al coste mínimo de construcción.

5.1 Cálculo de la cifra de mérito para la solución inicial

Como se ha establecido anteriormente la cifra de mérito escogida ha sido la del coste mínimo de construcción. Esta se calculará a partir del libro del profesor Fernando Junco "Proyectos de buques y artefactos. Criterios de evaluación técnica y económica del proyecto de un buque".

La bibliografía propone la siguiente descomposición de costes para el coste de construcción total:

$$C_C = C_{Mg} + C_{Eq} + C_{Mo} + C_{Va}$$

5.1.1 Cálculo del coste de los materiales a granel (C_{Mg})

El libro del profesor Junco propone la siguiente fórmula para el cálculo del coste de los materiales a granel:

$$C_{Mg} = c_{mg} \cdot P_S$$

Donde c_{mg} es el coste total por tonelada de material y P_S es el peso de aceros del buque.

La fórmula anterior se puede descomponer a su vez en los siguientes componentes, con el fin de poder dar una cifra lo más fidedigna posible:

$$C_{Mg} = c_{cs} \cdot c_{as} \cdot c_{em} \cdot p_s \cdot P_S$$

Siendo cada término:

- c_{cs} , el coste ponderado de aceros y chapas de diversas calidades. Este coeficiente está en el intervalo 1,05-1,50, para el caso del buque proyecto se escoge un valor intermedio ya que se espera la utilización de aceros de alta resistencia, escogiendo de esta forma: $c_{cs} = 1,25$.
- c_{as} , el coeficiente de aprovechamiento del acero. Este coeficiente depende del tamaño del buque, estando dentro del intervalo 1,07-1,15. Al ser el proyecto un buque de grandes dimensiones se opta por un coeficiente de $c_{as} = 1,07$.
- c_{em} , el coeficiente por incremento de equipo metálico empleado en la estructura. En este caso el coeficiente es función del tamaño del buque, con un intervalo de 1,03-1,10. Por ser de nuevo un buque de gran tamaño se toma este valor como $c_{em} = 1,03$.
- p_s , el precio unitario de acero. En el momento de la realización del trabajo, este está en torno a 1350 [€/t]
- P_S , el peso de aceros del buque, que será calculado de forma orientativa hasta que se avance más en el proyecto mediante la siguiente fórmula (J.L Garcia Garcés).

$$P_S = 0,01665 \cdot L^{1,5} \cdot B \cdot D^{0,5} \cdot (1 + C_B)$$
$$P_S = 56104[t]$$

Sustituyendo en la fórmula:

$$C_{Mg} = c_{cs} \cdot c_{as} \cdot c_{em} \cdot p_s \cdot P_S$$
$$C_{Mg} = 1,25 \cdot 1,07 \cdot 1,03 \cdot 1350 \cdot 56104$$
$$C_{Mg} = 104,34[M€]$$

5.1.2 Cálculo del coste de equipos del buque (C_{eq})

El coste total de los equipos del buque se puede calcular mediante la siguiente fórmula:

$$C_{EqT} = C_{eq} + C_{Me} = C_{Ec} + C_{Hf} + C_{Ep} + C_{Er}$$

Siendo:

- C_{Ec} , coste de equipos de traslado y manipulación de carga a bordo. En el caso del buque proyecto se asume como nulo al no contar el RPA con requerimientos de este tipo de equipos.

- C_{Hf} , coste de la habilitación. Tanto de materiales como de su montaje, se calculará la siguiente fórmula para calcularlo:

$$C_{Hf} = c_{hf} \cdot N_T = 25000 \cdot 30 = 0,75 [M\text{€}]$$

Siendo:

- c_{hf} , coste de la habilitación por tripulante, se estima un coste medio de 25.000€ por tripulante.
 - N_T , el número de tripulantes, en el caso del buque proyecto viene dado por el RPA, 30 tripulantes.
- C_{Ep} , coste de los equipos de propulsión y auxiliares.

$$C_{Ep} = c_{ep} \cdot B_P = 19,02 [M\text{€}]$$

Con:

- c_{ep} , es el coste por unidad de potencia en equipos de propulsión y auxiliares. Este coste oscila entre 280 y 400 [€/KW], se toma un valor medio de 330 [€/KW].
- B_P , la potencia propulsora. Ésta se calculará de manera preliminar con el software NavCad. Se adjunta el documento obtenido en el anexo.

$$B_P = 57670 [KW]$$

- C_{Er} , coste del equipo restante:

$$C_{Er} = c_{cs} \cdot p_s \cdot P_{Er}$$

Donde:

- P_{Er} , es el peso de los equipos restantes, calculado mediante la siguiente fórmula:

$$P_{Er} = K \cdot L_{pp}^{1,3} \cdot B^{0,8} \cdot D^{0,3} = 0,04 \cdot (356)^{1,3} \cdot 53^{0,8} \cdot 31^{0,3} = 5600 [t]$$

- c_{cs} , obtenido anteriormente. $c_{cs} = 1,25$
- p_s , precio unitario del acero. 1350 [€/t]

$$C_{Er} = c_{cs} \cdot p_s \cdot P_{Er} = 1,25 \cdot 1350 \cdot 5,6 = 9,45 [M\text{€}]$$

5.1.3 Cálculo de la mano de obra (C_{Mo})

El coste de la mano de obra se obtendrá del resultado de la siguiente fórmula:

$$C_{Mo} = C_{Mm} + C_{Me}$$

El C_{Me} ya se ha considerado al calcular el apartado anterior luego la fórmula queda simplificada:

$$C_{Mo} = C_{Mm}$$

Con C_{Mm} siendo el coste de la mano de obra de montaje de materiales a granel, y calculado mediante la siguiente expresión:

$$C_{Mm} = c_{hm} \cdot c_{sh} \cdot P_S$$

Donde:

- c_{hm} , el coste medio por hora de trabajo en el astillero. Se estima un coste de 35 [€/h].
- c_{sh} , el coeficiente de horas de trabajo por cada tonelada de material. Se considera un valor de 30 [h/t].
- P_S , peso de aceros, calculado anteriormente, 56104[t].

Resultando el coste de la mano de obra:

$$C_{Mm} = 58.9[M€]$$

5.1.4 Cálculo de costes varios (C_{Va})

Los costes varios engloban todos los gastos no contemplados en los apartados anteriores como pruebas, ensayos o seguros.

$$C_{Va} = c_{va} \cdot (C_{Mg} + C_{Eq} + C_{Me} + C_{Mo})$$

Considerando c_{va} (coeficiente de costes varios) un 7% del total de costes de construcción se obtiene un valor de costes varios:

$$C_{Va} = 13,5 [M€]$$

5.1.5 Coste preliminar total para solución inicial.

Con la suma de todos los costes calculados anteriormente se obtiene un coste total de construcción preliminar:

$$C_c = 205,9 [M€]$$

6. EXPLORACIÓN DE ALTERNATIVAS Y VALIDACIÓN TÉCNICA DE CADA UNA DE ELLAS

Se procede a continuación a realizar un ajuste de las dimensiones del buque, manteniendo su capacidad constante y variando sus dimensiones principales con el fin de minimizar costes en la construcción.

Mediante la elaboración de una hoja de Excel, se estudian 2300 alternativas a las dimensiones del buque.

Considerando las dimensiones del TEU:

L_{CON}	B_{CON}	D_{CON}
6,05 [m]	2,4 [m]	2,6 [m]

Ilustración 10. Dimensiones TEU

Se realizarán cambios en la eslora, la manga y el puntal a razón de múltiplos de las dimensiones del contenedor. Así mismo, se hacen cambios en el coeficiente de bloque con un $\pm 0,03$.

De esta forma se obtienen 2300 alternativas distintas.

Los costes de las alternativas se calcularán mediante la formulación empleada en el apartado 5. CÁLCULO DE LA CIFRA DE MÉRITO PARA LA SOLUCIÓN INICIAL.

La alternativa más favorable se escogerá aplicando restricciones obtenidas de las gráficas de regresión, creadas en el apartado 3, de forma que el buque obtenido se ajuste a los criterios dimensionales, LBD, L/D, L/T, T/D y B/D, de buques reales.

LBD	574728,125	-
L/D	10,8	12,8
L/T	19,8	27,3
L/T	0,43	0,59
B/D	1,615	1,952

Ilustración 11. Restricciones de alternativas

Los valores de las alternativas generadas han de estar dentro de estos rangos para asegurar que las proporciones del buque son coherentes y la carga requerida en el RPA entre en el volumen obtenido.

Tras aplicar las restricciones se obtienen 374 alternativas. De estas, se escogen solo las que tras hacer un estudio de costes de construcción nos supongan un ahorro con respecto al buque con las dimensiones calculadas en el apartado 3.

Con esta nueva restricción obtenemos 4 buques susceptibles de ser elegidos, que se muestran en la siguiente tabla:

L	B	D	Cb	Cm	Cp	T	DESPLAZAMIENTO	PS	CT	dCT
356	53	31	0,7	0,99	0,7	15,1	203623	56104	206 M€	
356	53	31	0,68	0,98	0,69	14,77	189463	55444	203 M€	-3 M€
356	53	31	0,69	0,98	0,70	14,77	192277	55774	204 M€	-2 M€
356	53	31	0,7	0,98	0,71	14,77	195093	56104	205 M€	-1 M€

Ilustración 12. Alternativas favorables

Que solo existan 4 alternativas favorables es un claro indicativo de que las regresiones y la base de datos de buques ha sido óptima y ajustada a la realidad.

De estas opciones se opta por mantener la original, debido a que las alternativas restantes difieren en el Cb, de manera ínfima y en el calado, que realmente no es una dimensión determinante al variar durante la operación del buque.

Se decide escoger la opción original debido a que posee un desplazamiento mayor, garantizando de esta manera que toda la carga exigida en el RPA se pueda estibar en las bodegas y cubiertas del buque.

De entre estas alternativas elegimos las dimensiones:

TEUs Totales	16000 TEUs	Cb	0,7 [-]
TEUs Bodega	6963 TEUs	Cm	0,99[-]
Lpp	356 [m]	Cp	0,7 [-]
B	53 [m]	V	22 [Kn]
D	31 [m]	Fn	0.192
T	15.1 [m]		

Ilustración 13. Alternativa Seleccionada

Se calculan ahora los nuevos valores de la eslora total y del desplazamiento del buque.

Del apartado 3.3 utilizando la regresión, y entrando a la recta con nuestro nuevo valor de

$$L_{pp} = 356[m] \text{ obtenemos una eslora total } L_{oa} = 371 [m]$$

El desplazamiento preliminar se calculará mediante la fórmula general:

$$\Delta = L_{pp} \cdot B \cdot T \cdot C_B \cdot \rho$$

$$\Delta = 203623[t]$$

TEUs Totales	16000 TEUs	Cb	0,7 [-]
TEUs Bodega	6963 TEUs	Cm	0,99[-]
Lpp	356[m]	Cp	0,7 [-]
Loa	371[m]	V	22 [Kn]
B	53[m]	Fn	0.192
D	31 [m]	Δ	203623 [t]
T	15,1 [m]		

Ilustración 14. Dimensiones preliminares

Como el cálculo preliminar de costes ya se ha realizado previamente en el desarrollo de este cuaderno, no se considera necesario volver a realizar los cálculos de nuevo, al ser las mismas dimensiones y por consiguiente, los mismos costes.

7. VALIDACIÓN TÉCNICA DE LA SOLUCIÓN MÁS FAVORABLE

En este apartado se realizará un cálculo preliminar de pesos, un cálculo más preciso de la potencia propulsora, una validación preliminar del francobordo, comprobación de la carga útil y finalmente una estimación de consumos y autonomía. Con el fin de determinar si la solución seleccionada se ajusta correctamente a los requisitos previos de diseño.

7.1 Cálculo de la potencia propulsora

A partir del software “Hydrocomp Navcad 2018” para el cálculo de la resistencia y la propulsión preliminar del buque. En el anexo se dejan los dos reportes completos.

Para el cálculo de ambos, se utilizó el método de Holtrop, a través de la línea de fricción de la ITTC-57.

Los datos introducidos en el software vienen recogidos en la siguiente tabla:

Hull data	
General	
Configuration:	Monohull
Chine type:	Round/multiple
Length on WL:	356,000 m
Max beam on WL:	[LWL/BWL 6,717] 53,000 m
Max molded draft:	[BWL/T 3,510] 15,100 m
Displacement:	[CB 0,697] 203623,00 t
Wetted surface:	[CS 2,594] 21808,000 m2
ITTC-78 (CT)	
LCB fwd TR:	[XCB/LWL 0,500] 178,000 m
LCF fwd TR:	[XCF/LWL 0,500] 178,000 m
Max section area:	[CX 0,908] 727,002 m2
Waterplane area:	[CWP 0,839] 15839,000 m2
Bulb section area:	55,475 m2
Bulb ctr below WL:	7,000 m
Bulb nose fwd TR:	360,000 m
Imm transom area:	[ATR/AX 0,000] 0,000 m2
Transom beam WL:	[BTR/BWL 0,000] 0,000 m
Transom immersion:	[TTR/T 0,000] 0,000 m
Half entrance angle:	29,96 deg
Bow shape factor:	[WL flow] 1,0
Stem shape factor:	[WL flow] 1,0

Donde el área mojada se calcula mediante Holtrop.

Se estima que LCB y LCF se encuentran en el centro de la eslora.

El área del bulbo se estima como un 6% de área total.

Del buque referencia se obtienen los datos del centro del bulbo y de su extremo, que se considera suficiente para un cálculo preliminar previo a la realización de las formas del buque.

Propulsor data	
Propulsor	
Count:	1
Propulsor type:	Propeller series
Propeller type:	FPP
Propeller series:	B Series
Propeller sizing:	By thrust
Reference prop:	
Blade count:	4
Expanded area ratio:	0,8838 [Size]
Propeller diameter:	9600,0 mm [Size]
Propeller mean pitch:	[P/D 0,9473] 9094,0 mm [Size]
Hub immersion:	7550,0 mm
Engine/gear	
Drive line:	Direct drive
Gear input:	No gearbox
Engine data:	
Rated RPM:	0 RPM
Rated power:	0,0 kW
Primary fuel:	Defined
Secondary fuel:	None
Gear efficiency:	1,000
Load correction:	Off
Gear ratio:	1,000
Shaft efficiency:	0,970

Ilustración 15. Datos introducidos en "Navcad"

Se procede a efectuar la estimación de la potencia a partir de los datos introducidos anteriormente, sin tener en cuenta el efecto del viento.

Prediction results [System]							
SPEED [kt]	HULL-PROPULSOR				ENGINE		
	PETOTAL [kW]	WFT	THD	EFFR	RPMENG [RPM]	PBENG [kW]	LOADENG [% rated]
20,50	30153,2	0,3399	0,2113	0,9969	81	48569,8	0,0
21,00	33004,2	0,3397	0,2113	0,9969	83	53416,0	0,0
21,50	36115,8	0,3395	0,2113	0,9969	86	58754,6	0,0
+ 22,00 +	39511,3	0,3392	0,2113	0,9969	89	64638,0	0,0
22,50	43218,4	0,3390	0,2113	0,9969	91	71127,2	0,0
23,00	47265,4	0,3388	0,2113	0,9969	94	78286,6	0,0
23,50	51674,6	0,3387	0,2113	0,9969	97	86169,2	0,0
24,00	56459,1	0,3385	0,2113	0,9969	100	94810,6	0,0
24,50	61633,3	0,3383	0,2113	0,9969	103	104248,7	0,0
25,00	67232,1	0,3381	0,2113	0,9969	106	114566,5	0,0

Ilustración 16. Potencia obtenida tras la simulación

Se obtiene una potencia preliminar de 40310 [KW] a 22 nudos, teniendo en cuenta que esa es la potencia a 85% de cámara de máquinas, obtenemos una potencia total:

$$P_{22 Kn} = 64638 [KW]$$

Tomando un 10% de margen de mar:

$$P_{\{e\}} = \frac{64638}{0,9} = 71820 [KW]$$

7.2 Estudio de pesos preliminar

Se procederá a continuación a calcular los pesos preliminares del buque con el fin de obtener el peso en rosca y el peso muerto del buque:

7.2.1 Peso en Rosca

Con el fin de calcular el peso en rosca total, se tendrán en cuenta las siguientes partidas de peso de aceros, peso de equipos y habilitación y peso de maquinaria propulsora.

- Peso de Aceros (Formulación obtenida de "Ship Design for Efficiency")

$$W_S = KE^{1,36} [1 + 0.5(C_B - 0,70)]$$

Con:

- $E = L_{pp}(B + D) + 0,85 \cdot L_{pp}(D - T) + 1.45 \cdot L_{pp} - 11$
- $C_B = C_B + (1 - C_B)[(0.8D - T)/3T]$
- $K = 0,034$ para los portacontenedores.

$$W_S = 48.205 [t]$$

- Peso de equipos y habilitación (método D.G.M. Watson "Practical Ship Design").

$$W_E = K_e \cdot L_{pp} \cdot B$$

Siendo $K_e = 0,33$ para los buques portacontenedores.

$$W_E = 6.357 [t]$$

- Peso de Maquinaria

Con la potencia calculada en el apartado 4.1 se busca en catálogos de fabricantes. Se partirá de un motor Dual (LNG y Diesel), de 2 tiempos y con una potencia mínima de 47450kW.

Se opta por escoger el Wartsila X92, con la opción de 12 cilindros R1, que nos aporta 73560 KW a 70rpm que es superior al requerido por el cálculo de potencia realizado en el apartado anterior, pero para un dimensionamiento preliminar orientativo ofrece un margen razonable.

Las características de este se adjuntan en la siguiente tabla obtenida del catálogo del fabricante del año 2020.

Wärtsilä X92						IMO Tier II
Cylinder bore						920 mm
Piston stroke						3468 mm
Speed						70–80 rpm
Mean effective pressure at R1/R1+						21.0/20.0 bar
Stroke / bore						3.77
Rated power, principal dimensions and weights						
Cyl.	Output in kW at				Length A mm	Weight tonnes
	76/80 rpm		70 rpm			
	R1 / R1+	R2 / R2+	R3	R4		
6	36 780	26 520	33 900	24 420	11 630	1 120
7	42 910	30 940	39 550	28 490	13 210	1 260
8	49 040	35 360	45 200	32 560	16 350	1 460
9	55 170	39 780	50 850	36 630	17 850	1 630
10	61 300	44 200	56 500	40 700	19 520	1 790
11	67 430	48 620	62 150	44 770	21 280	1 960
12	73 560	53 040	67 800	48 840	22 870	2 140
Dimensions mm	B	C	D	E		
	5550	1900	12 950	6050		
	F1	F2	F3	G		
	15 420	15 450	14 240	2930		
Brake specific fuel consumption (BSFC) in g/kWh						
Full load						
Rating point			R1/R1+	R2/R2+	R3	R4
BMEP, bar			21.0/20.0	15.1/14.4	21.0	15.1
BSFC	Standard Tuning		166/165	159	166	159
Part load, % of R1/R1+	85	70	85	70	65	
Tuning variant	Standard	Standard	Delta	Delta	Low-Load	
BSFC	162.4/161.4	162.0/161.0	161.7/160.7	160.5/159.5	157.2/156.4	

Ilustración 17. Motor seleccionado

Con un peso de 1960 toneladas.

$$W_{M_1} = 2140[t]$$

El resto de los pesos asociados a maquinaria se obtendrán con la fórmula:

$$W_{M_2} = K_m \cdot HP^{0.7}$$

Con $K_m = 0,63$ para los portacontenedores.

$$W_{M_2} = 1857[t]$$

Obteniendo un valor total para maquinaria de:

$$W_M = 3997 [t]$$

Luego el valor total del peso en rosca:

Acero	48205 [t]
Equipos	6357 [t]
Maquinaria	3997 [t]
Peso Rosca	58559 [t]

Ilustración 18. Peso en Rosca

7.2.2 *Peso Muerto*

Para el cálculo del peso muerto, este se desglosará en: Peso útil, Consumos, Tripulación y Pertrechos.

- Carga útil:

Para su cálculo tendremos en cuenta que la carga media en contenedores es de 14 toneladas, que a bordo un 65% de los contenedores están cargados, y que se transportarán 16000 contenedores.

$$Carga\ Util = 14 \cdot 0,65 \cdot 16000 = 145600 [t]$$

- Consumos:

1- Combustible

El buque necesita una autonomía de 20000 millas a una velocidad de servicio de 22 nudos. El motor tiene un consumo de 159 [g/KWh] y una potencia de 53040 [KW].

$$W_C = \frac{20000 \cdot 159 \cdot 53040}{22 \cdot 10^6} = 7700[t]$$

2- Aceite

Consideraremos el consumo de aceite de un 4% del consumo de combustible, por falta de datos del motor.

$$W_O = 310[t]$$

3- Agua Dulce

Para el consumo de agua dulce se estimará un consumo de 150 L/persona·día.

$$W_{FW} = \frac{150 \cdot 30 \cdot 20000}{22 \cdot 24 \cdot 10^3} = 170,45 [t]$$

4- Víveres

Se estiman 5kg por persona y día.

$$W_G = \frac{5 \cdot 30 \cdot 20000}{22 \cdot 24 \cdot 10^3} = 5,6[t]$$

- Tripulación:

Se considera que el peso de un tripulante con sus enseres es de 125kg

$$W_{CW} = 125 \cdot 30 \cdot 10^{-3} = 3,75[t]$$

Resultando en unas partidas totales:

P. Útil	145600 [t]
Combustible	7700 [t]
Aceite	310 [t]
Agua dulce	170,4 [t]
Víveres	5,6 [t]
Tripulación	3,75 [t]
Total	153790 [t]

Ilustración 19. Peso Muerto

7.3 Desplazamiento

El desplazamiento es:

$$1- \Delta = PR + PM = 58559 + 153790 = 212349 [t]$$

$$2- \Delta = L_{pp} \cdot B \cdot T \cdot C_B \cdot \rho = 203623[t]$$

Al obtenerse resultados del desplazamiento similares, puede considerarse que el estudio de pesos preliminar ha sido correcto, ya que, si se traducen los resultados en función del calado, manteniendo constantes el resto de las dimensiones:

$$T_1 = 14,7 [m] \quad T_2 = 15,6[m]$$

Que resultan similares.

7.4 Comprobación del francobordo

- R-28 Francobordo Tabular

Entrando en las tablas para buque de tipo B, con la eslora de 356 [m] se obtiene un valor de francobordo.

$$R_{28} = 5220[mm]$$

- R-29 Eslora menor de 100m

Al ser la eslora del buque proyecto mayor de 100m, esta norma no aplica.

- R-30 Coeficiente de bloque

Al ser el coeficiente de bloque de nuestro buque 0,7 (mayor a 0,68) aplica corrección de francobordo correspondiente a la siguiente fórmula:

$$factor\ corrección = \frac{C_b + 0,68}{1,36} = 1,0147$$

Luego el incremento de francobordo por R-30 resulta:

$$(1,0147 - 1) \cdot 5220 = 77 [mm]$$

- R-31 Puntal

Al ser el puntal mayor a L/15 debe aplicar corrección por puntal (R=250 para buques mayores de 120m):

$$R_{31} = \left(D - \frac{L}{15} \right) \cdot R = 1817 [mm]$$

- R-32 Posición de línea de cubierta

Como el puntal coincide con la marca superior de la marca de la línea de cubierta, esta norma no aplica.

- R-37 Altura de superestructuras

La superestructura es un castillo de proa de longitud 22,8m (obtenido por regresión de buques similares que llevan superestructuras por valor de un 6,4% de la eslora) es menor que el 7% de la eslora, esta norma no aplica.

- R-38 Arrufo

En nuestro caso, y a pesar de no tener arrufo, al poseer un castillo de proa, existe una altura real de la superestructura mayor que la curva normal de arrufo, por lo que corresponde aplicar corrección:

$$y = \text{altura castillo real} - \text{altura reglamentaria} = 4,5 - 2,3 = 2,2 [m]$$
$$L_{\text{castillo}} = 22,8[m]$$

$$s = \frac{y \cdot L_{\text{castillo}}}{3 \cdot L_{pp}} = 47[mm]$$

La corrección por variaciones respecto a la curva de arrufo normal viene dada por:

$$\text{factor corrección} = 0,75 - \frac{S}{2 \cdot L} = 0,711$$

Donde S es la eslora total de superestructuras que se considerará de manera preliminar 28 [m], al contar el buque con castillo de proa, zona de cámara de máquinas en popa, y puente en el final de la zona prismática de proa.

Se obtiene de esta manera una corrección de:

$$R_{38} = 987 [mm]$$

- R-39 altura mínima de proa.

Se obtiene a partir de la formulación:

$$7000 \cdot \frac{1,36}{C_B + 0,69} = 6898,5[mm]$$

- R-40 Francobordos mínimos

- a) Francobordo de verano.
Se corresponde a la suma del francobordo tabular junto con todas las correcciones.
- b) Francobordo Tropical.
Se corresponde al franco bordo de verano menos 1/48 del francobordo de verano
- c) Francobordo de invierno.
Se corresponde a la suma del francobordo de verano más 1/48 del francobordo de verano.
- d) Francobordo atlántico norte
Se corresponde con el francobordo de invierno al ser la eslora superior a 100m
- e) Francobordo de agua dulce
Como no podemos calcular el desplazamiento en carga de verano en agua salada, se le resta al francobordo de verano un 1/48 del francobordo de verano.

- Resumen:

REGLA	Descripción	CORRECCIÓN mm
R-28	Francobordo Tabular	5220
R-29	Eslora menor de 100m	0
R-30	Coefficiente de bloque	77
R-31	Puntal	1817
R-32.1	Posición Línea de cubierta	0
R-37	Altura Superestructuras	0
R-38	Arrufo	987
Sum		8024

Descripción	Francobordo mm
Francobordo de Verano	8024
Francobordo Tropical	7857
Francobordo de invierno	8191
Francobordo del Atlántico Norte	8191
Francobordo de Agua dulce	7857

Ilustración 20. Resumen Francobordo

8. CROQUIS PRELIMINAR DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL Y DE LA DISPOSICIÓN GENERAL DE LA SOLUCIÓN ESCOGIDA

La disposición general se obtendrá de la base de datos de buques realizada en el inicio de este cuaderno.

Los buques portacontenedores poseen la particularidad de llevar carga en zonas muy elevadas de la cubierta principal generando, al margen de problemas de estabilidad debido a un centro de gravedad elevado, problemas de visibilidad en el caso de disponer el puente en popa, luego surge la necesidad de situarlo en una zona cercana a la proa.

En relación con la cámara de máquinas, situarla en la zona de la habilitación genera un ahorro considerable de espacio, pero en el caso particular del buque a proyectar, resulta inviable esta disposición. La propulsión del buque se realiza mediante una hélice acoplada a una línea de ejes. En caso de situar la cámara de máquinas en proa, junto con la habilitación, esta línea de ejes tendría una longitud elevada aumentando la complejidad constructiva y, al mismo tiempo, disminuyendo la capacidad de las bodegas atravesadas por la línea.

Es por ello por lo que se realizará una distribución con la habilitación y el puente en la zona de proa, y la cámara de máquinas junto con las chimeneas en la zona de popa. Así mismo, se propone una distribución en 11 bodegas, con 22 escotillas para columnas de 2 TEU`S de largo que permitirán el apilado de estos.

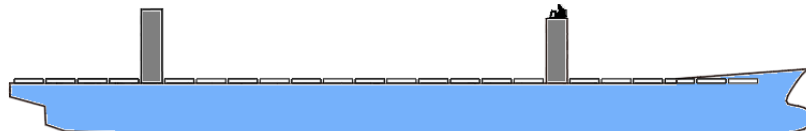


Ilustración 21. Disposición general inicial

La sección transversal del buque contará con doble fondo y doble casco destinados al almacenaje de tanques de lastre. Directamente sobre la cubierta de doble fondo comenzarán a estar apilados los contenedores sobre sus guías, en grupos de dos, para permitir el acceso a todos los contenedores una vez estibados.

$$r_{pantoque}^2 = \frac{2}{4\pi} (1 - C_m) \cdot B \cdot T = 1.3$$

$$r_{pantoque} = 1,2m$$

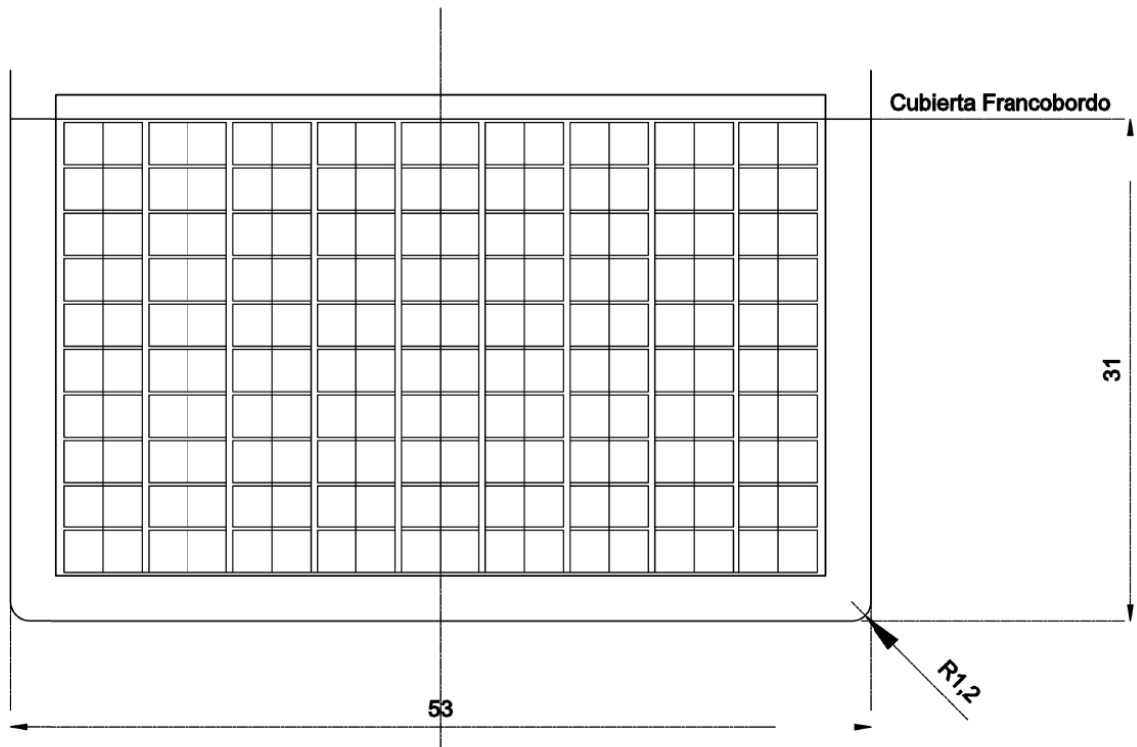


Ilustración 22. Sección Transversal

BIBLIOGRAFÍA

- Abramowski, T., Cepowski, T. y Zvolensky, P. (2018). Determination Of Regression Formulas for key Design characteristics container ships at preliminary design stage.
- ABS: American bureau of shipping. (s. f.). American Bureau of Shipping (ABS) Eagle.org. <https://www.eagle.org/portal/#/absrecord/search>
- China classification society. (s. f.). 中国船级社. <https://www.ccs.org.cn/ccswzen/>
- Conde Alonso, N. (2017). Buque portacontenedores post panamax 9000 teu`s [Trabajo fin de master no publicado]. Universidade da Coruña.
- Junco Ocampo, F. A. (s. f.-a). Criterios de evaluación técnica y económica del proyecto de un buque. Universidade da Coruña.
- Junco Ocampo, F. A. (s. f.-b). Proyectos de buques y artefactos. Anteproyecto y dimensionamiento del buque. Universidade da Coruña.
- Junco Ocampo, F. A. (s. f.-c). Proyectos de buques y artefactos. Cálculo del desplazamiento del buque. Universidade da Coruña.
- LR ships in class – lloyd's register online register of classed ships. (s. f.). Lloyd's Register. <https://www.lr.org/en/lrofships/>
- Parsons, M. G. (s. f.). Parametric ship design.
- Rawson, K. J. (s. f.). Ship dynamics and desing. basic ship theory (E. Tupper, Ed.). Butterworth-Heinemann.
- Schneekluth, H. y Bertram, V. (1989). Ship design for efficiency and economy. Butterworth-Heinemann.
- Significant ships. (2019). Journal of the American Society for Naval Engineers.
- Significant ships. (2018). Journal of the American Society for Naval Engineers.
- Significant ships 2020. (s. f.). Journal of the American Society for Naval Engineers.
- Van Dokkmun, K. (s. f.). Ship Knowledge. Ship Design, construction and operation (5a ed.). Dokmar.

ANEXO 1. BASE DE DATOS DE BUQUES



CMA CGM JACQUES SAADÉ – Container ship

Shipbuilder: Hudong-Zhonghua Shipbuilding (Group) Co., Ltd
Vessel's name: CMA CGM Jacques Saadé
Owner/Operator: CMA CGM
Country: France
Designer: Marine Design and Research Institute of China (MARIC)
Country: China
Model test establishment used: Marine Research Institute Netherlands (MARIN)
Flag: France
IMO number: 9839179
Total number of sister ships already completed (excluding ship presented): 7
Total number of sister ships still on order: 7

Arguably the most talked about container ship since Maersk's Triple E design was unveiled in 2011, CMA CGM Jacques Saadé may be eclipsed in size eventually but will always be able to claim the title of the world's first LNG-powered ultra large container ship (ULCS). It is also presently the largest LNG-powered container ship in the world along with its sisters.

The ship is the first of nine sister vessels being built across two yards. Five at Hudong-Zhonghua Shipbuilding (Group) and four at Shanghai Jiangnan Changxing Shipbuilding. Including the lead ship, four (two from each shipyard) have been delivered at monthly intervals since September.

With its length a shade under 400m, beam of 61.3m and moulded depth of 33.5m, CMA CGM Jacques Saadé has a total capacity of 23,112TEU of which 13,328TEU are on deck and 9,784TEU under deck.

It is the choice of LNG as fuel that has been the main talking point of the vessel following its announcement. Other operators have also since opted for LNG, but the majority of similar newbuildings appear to have favoured HFO and scrubbers.

CMA CGM Jacques Saadé is powered by a single WinGD 12X92DF engine rated at 63,840kW and linked to a 10.1m diameter propeller rotating at 80rpm, granting a service speed of 21.97knots at 90% MCR. With its dual-fuel engine the vessel could also run on VLSFO or MDO, but the owner has specified a large 18,762m³ GTT Mark III tank for LNG, allowing the ship to complete a Far East – Europe round trip on one bunkering. By contrast, the HFO tank would only provide for 10 or 11 days of sailing.

TECHNICAL PARTICULARS

Length oa: 399.9m
Length bp: 393.9m
Breadth moulded: 61.3m
Depth moulded
to main deck: 33.5m
to upper deck: 33.5m
to other decks: 22.915m to second deck
Width of double skin
side: 2.55m
bottom: 2.65m

Draught
scantling: 16m
design: 14.5m
Gross: 236 583gt
Displacement: 288,355.3t at scantling draught
Lightweight: 67,104.7t
Deadweight
scantling: 221,250.6t
design: 189,260.5t

Block co-efficient: 0.7262 at scantling draught
Speed, service: 21.97knots at 90% MCR and scantling draught

Cargo capacity (m³)
Refrigerated storage: 2,200 pcs electrical plugs for reefer containers

Bunkers (m³)
Heavy oil: 2,541
LNG: 18,762
Diesel oil: 1,586
Water ballast (m³): 56,602
Container ships – water ballast in loaded condition (tonnes): 16,382t at heterogeneous loading and scantling draught at maximum geometric capacity

Daily fuel consumption (tonnes/day)
Main engine only: 239.1t in fuel mode / 192t in gas mode
Auxiliaries: 16.6t in fuel mode / 16.7t in gas mode

Classification society and notations: BV, I, Hull, Mach, Container Ship, DUAL FUEL Unrestricted Navigation, VERISTAR HULL FAT 25, Aut-UMS, Mon-shaft, In Water Survey, GPS (BWT), CLEANSHIP, GREENPASSPORT EU, Aut-Port, Lashing-WW, LI-HG-S2, ESA, +ALP, SDG
Heel control equipment: Anti heeling pump and tanks

Propulsion
Main engine(s)
Design: WinGD
Model: 12X92DF
Manufacturer: CMD
Number: 1
Type of fuel: LNG, HFO, MDO
Output of each engine: 63,840kW at 80rpm
Is this a diesel-electric or hybrid?: No

Propeller(s)
Material: Ni-Al-Bronze
Designer/Manufacturer: MMG
Number: 1
Fixed/Controllable pitch: Fixed
Diameter: 10.1m
Speed: 80rpm

Diesel-driven alternators
Number: 6
Engine make/type: 2 x Wärtsilä 9L34DF, 4 x Wärtsilä 8L34DF
Type of fuel: LNG, HFO, MDO
Alternator make/type: Hyundai Electric / 2 x

HSJ9 911-10P, 4 x HSJ9 809-10P
Output/speed of each set: 2 x 4,320kW, 4 x 3,840kW

Boilers
Number: 1 auxiliary boiler, 1 exhaust gas boiler
Type: Aalborg OL, Aalborg XS-2V
Make: Alfa Laval
Output, each boiler: AB: 14,650kg/h, EGB: 5,730 kg/h

Bow thruster(s)
Make: Kawasaki-KWJ KT-300B3
Number: 2
Output (each): 430kN thrust

Other cranes
Number: 2 provision cranes, 1 monorail crane, 2 engine room cranes
Make: Oriental
Type: 2 x HPC 70-0410, 1 x SMC-150, 2 x CHD

Mooring equipment
Number: 14 winches, 2 combined windlass/winches
Make: NOV-BLM
Type: Electric

Hatch covers
Design: MacGregor
Manufacturer: Built by shipyard
Type: Steel pontoon type on upper deck

Containers
Lengths: 24 x 40' bays on deck
Heights: 12 tiers on deck and 11 tiers in holds

Cell guides: Cell guides in cargo holds
Total TEU capacity: 23,112TEU
On deck: 13,328TEU
In holds: 9,784TEU
Homogeneously loaded to 14tonnes: 14,810TEU
at scantling draught

Reefer plugs: 2,200
Tiers/rows (maximum)
On deck: 1,400
In holds: 800

Ballast control system
Make: SAM electronics
Type: Platinum

Ballast water treatment system
Make: Bio UV
Capacity: Max flow rate IMO: 1,500m³/h
Max flow rate USCG: 1,000m³/h

Complement
Officers: 9
Crew: Max. 20
Supernumeraries/Spare: 4
Suez/Repair Crew: 6 Suez crew + 1 Suez electrician

Single/double/other rooms: All crews with single cabins

Passengers
Total: 6 passengers
Number of cabins: 4 cabins

Navigation and other equipment
Bridge control system
Make: SAM Electronics
Type: Platinum

Is bridge fitted for one-man operation?: No
Integrated bridge system?: No

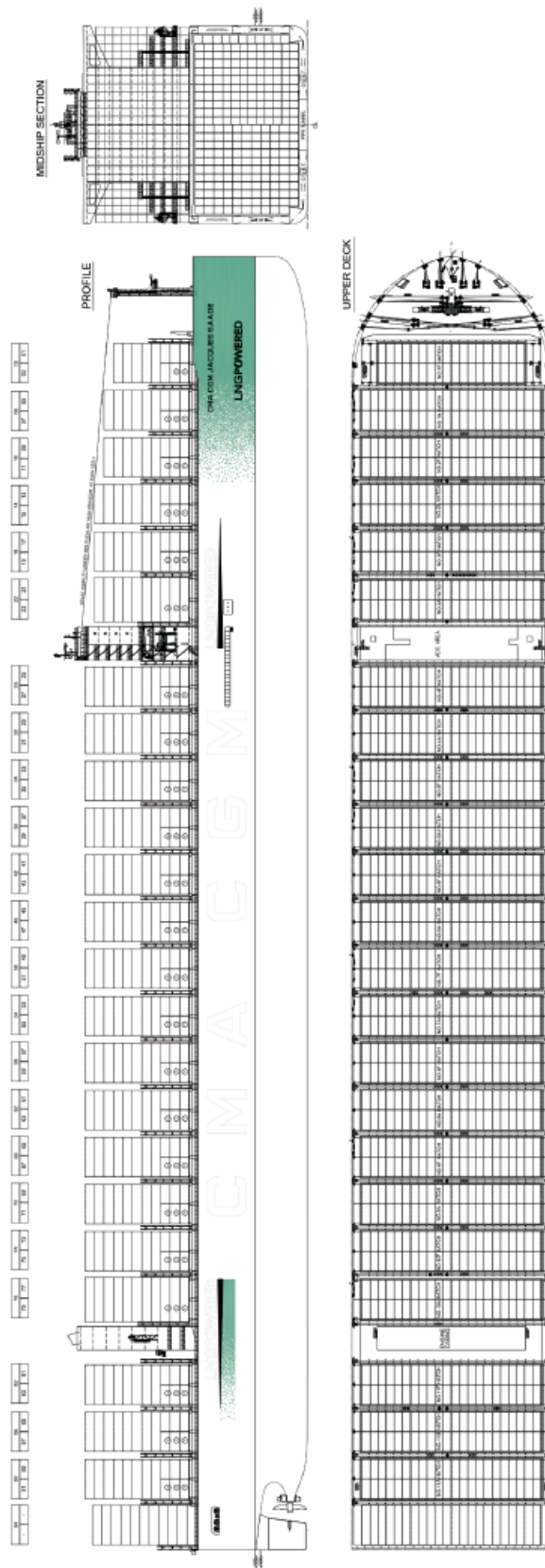
Radars
Number: 3
Make: Sperry Marine
Model(s): VisionMaster Net S-band, 2 x VisionMaster Net X-band

Fire detection system
Make: Consilium
Type: Salwico Cargo

Fire extinguishing systems
Cargo holds: CO₂
Make/Type: Seaplus
Engine room: CO₂ local water-based
Make/Type: Seaplus / Survitec

Efficiency
Attained EEDI value: 6.035 g-CO₂/tonne-mile
Required EEDI value: 13.2 g-CO₂/tonne-mile
Installed Fuel Meters: Monitoring on fuel, lube oil and gas system

Contract date: 19 September 2017
Launch/float-out date: 06 October 2019
Delivery date: 22 September 2020





HMM OSLO – Container ship

Shipbuilder: Samsung Heavy Industries Co., Ltd.
Vessel's name: **HMM Oslo**
Owner/Operator: **HMM**
Country: **Republic of Korea**
Designer: Samsung Heavy Industries Co., Ltd.
Country: **Republic of Korea**
Model test establishment used: **Samsung Ship Model Basin (SSMB)**
Flag: **Panama**
IMO number: 9868326
Total number of sister ships already completed (excluding ship presented): **4**
Total number of sister ships still on order: **Nil**

Delivered in May 2020, *HMM Oslo* may be considered by some to be the second vessel of the *HMM Algeiras* class but whereas the ship which is currently lauded as the largest container ship in the world was built by DSME, *HMM Oslo* is the product of rival shipbuilder Samsung Heavy Industries. On delivery, it was the largest container ship ever built by Samsung.

As a consequence, there are subtle differences between the two vessels that will not be immediately obvious at first sight. The ships have identical lengths of 399.99m, but *HMM Oslo* has a 61.5m beam – 0.5m more than its 'sister' and its gross tonnage of 232,311gt is over 4,000 more than the 228,283gt of *HMM Algeiras*. Despite those supposed advantages, *HMM Oslo's* nominal cargo capacity is at 23,820TEU, some 144TEU below that of *HMM Algeiras*. The container capacity is split 9,788TEU under deck and 14,032TEU above deck. There are 1,500 reefer plugs on deck.

HMM Oslo has four sisters built by Samsung – *HMM Rotterdam*, *HMM Southampton*, *HMM Stockholm* and *HMM St. Petersburg*. The latter was delivered in September, completing the series of 12 ships from the two shipyards.

The power and propulsion is similar to that on *HMM Algeiras* and uses an ultra-long stroke MAN B&W 11G95ME-C10.5 derated to a maximum 59,600kW, a little less than on the earlier vessel's 60,380kW at 77.5rpm. *HMM Oslo* also features a 10.4m diameter Samsung Tip Advanced Rake (STAR) propeller and a full spade rudder with twisted leading edge and bulb, as well as a Samsung Saver Fin energy saving device (ESD). Service speed is 22.5knots.

TECHNICAL PARTICULARS

Length oa: Approx. 399.9m
Length bp: 383.0m
Breadth moulded: 61.5m
Depth moulded to upper deck: 33.2m
Width of double skin side: 2.61m
bottom: 2.7m

Draught scantling: 16.5m
design: 14.5m
Gross: Approx. 232,300gt
Deadweight scantling: Approx. 228,600t
design: Approx. 186,800t
Speed, service: 22.25knots (90% DMCR)
Bunkers (m³)
Heavy oil: Approx. 13,500
Diesel oil: Approx. 900
Water ballast (m³): Approx. 59,000
Daily fuel consumption (tonnes/day)
Main engine only: 200.7 (at 90% DMCR)

Classification society and notations: DNV GL, KR
DNV GL: *1A Container Ship, RSD, E0, B1S, DG, NAUT(OC), TMON, BWM(E(s), T), Clean, ERS, LCS, WIV, Gas ready(D, MEc), RSCS, ECA(SOX-A), HLP, Recyclable, ER(EGCS Hybrid)
KR: *KRS 1 – Container Ship LS(CL, RS), SeaTrust(DSA2, SPR1), WHIP, IWS, ERS, CDG, IHM, CLEAN1, P3PC, LNG Ready I(ME-C), EEAS-EGC, LG, LI *KRM 1 – UMA, STCM, NBS, HVSC-Partial, BWT
% high-tensile steel used in construction: .. Approx. 85%

Propulsion
Main engine(s)
Design: MAN ES
Model: 11G95ME-C10.5
Manufacturer: HHI-MAN
Number: 1
Type of fuel: HFO, MGO
Output of each engine: 59,600kW
Is this a diesel-electric or hybrid?: No

Propeller(s)
Material: Ni-Al Bronze
Designer/Manufacturer: SHI / MMG
Number: 1
Fixed/Controllable pitch: Fixed
Diameter: 10.4m
Special adaptations: STAR propeller (Samsung Tip Advanced Rake)

Diesel-driven alternators
Number: 5
Engine make/type: HHI H32/40
Type of fuel: HFO, MGO
Alternator make/type: Hyundai Electric / 3 x HSJ9 913-10P, 2 x HSJ9 803-10P
Output/speed of each set: 3 x 5375 kVA, 2 x 3500 kVA / 720rpm

Boilers
Number: 1
Type: Oil fired
Make: KangRim Heavy Ind.
Output, each boiler: 5t/h
Bow thruster(s)
Make: Kawasaki
Number: 2 - tunnel thrusters
Output (each): 3,000kW, each

Other cranes
Number: 3
Make: Oriental Precision
Type: 2 - electro-hydraulic single jib type, 1 - electric motor driven monorail type
Tasks: .. For provision and Suez mooring boat / engine room equipment handling
Performance: 2 - 4.0t SWL, each / 1 - 13.5t SWL

Mooring equipment
Number: One (1) - 1 C/L + 1 M/D + 1 W/H, one (1) - 1 C/L + 1 M/D, Ten (10) - 1 M/D + 1 W/H, Six (6) - 1 M/D
Make: Mirae
Type: Electric motor driven (frequency converter type)

Special lifesaving equipment
Number of each and capacity: ...2 x 32 persons
Make: HLB
Type: Totally enclosed conventional type

Cargo/capacity
Hatch covers
Design: 100t (20 ft), 220t (40/45 ft), 280t (mixed)
Manufacturer: Samsung
Type: Steel pontoon, non-sequential opening/closing

Containers
Lengths: 20ft
Heights: 8ft 6inches
Total TEU capacity: 23,820
On deck: 14,032TEU
In holds: 9,788TEU
Homogeneously loaded to 14tonnes: 15,066TEU

Reefer plugs:
Tiers/rows (maximum)
On deck: 1,500
In holds: 0

Ballast control system
Make: Pleiger Far East
Type: Self-contained electro-hydro system
Ballast water treatment system
Make: Panasia
Capacity: 1,200m³

Complement
Officers: 15
Crew: 14
Suez/Repair Crew: 6 Suez crew
Single/double/other rooms: 29 cabins (single), 1 cabin (for Suez crew, with 3 two-tier beds)

Navigation and other equipment
Bridge control system
Make: Kongsberg
Is bridge fitted for one-man operation? Yes
Integrated bridge system?: Yes
If yes, make: Furuno
Model: FMD-3300, etc.

Radars
Number: 2
Make: Furuno
Model(s): 1 x FAR-3330S, 1 x FAR-3320

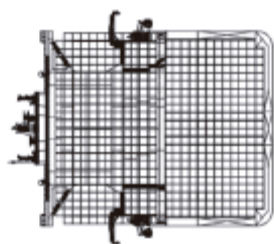
Fire detection system
Make: Consilium
Type: Fire Detection & Alarm System CGP
Fire extinguishing systems
Cargo holds: High pressure CO₂ system
Make/Type: FAIN
Engine room: High pressure CO₂ system
Make/Type: FAIN

Waste disposal plant
Incinerator
Make: HMMCO
Model: MAXI NG25SL

Sewage plant
Make: Il-Seung

Efficiency
Attained EEDI value: . 6.69 g-CO₂ /tonne-mile
Required EEDI value: 13.12 g-CO₂ /tonne-mile (Based on Phase I) (10% reduction compared to the EEDI reference line)
Energy Saving Technologies*: Full spade rudder with twisted leading edge and rudder bulb, SAVER Fin

Hull coatings: SeaQuantum X-200 / hydrolysing silyl methacrylate antifouling coating
Performance Monitoring Regime: SAMSUNG SMARTSHIP Solution (INTELLIMAN SHIP)
Contract date: November 2018
Launch/float-out date: December 2019
Delivery date: May 2020





CMA CGM TENERE – Container ship

Shipbuilder:Hyundai Samho Heavy Industries Co.,Ltd.
Vessel's name:CMA CGM Tenere
Owner/Operator: Eastern Pacific Shipping Pte. Ltd.
Country:Singapore
Designer: .. Hyundai Samho Heavy Industries Co., Ltd.
Country: Republic of Korea
Flag:Malta
IMO number:9859117
Total number of sister ships already completed (excluding ship presented): Nil
Total number of sister ships still on order: 5

Delivered in September 2020, the Hyundai Samho-built 14,806TEU container ship *CMA CGM Tenere* can claim to be the world's first gas powered VLCS. It has since been eclipsed in size by the *CMA CGM Jacques Saadé* class and, in 2021, Hapag-Lloyd's retrofitted *Sajir* can claim to be the oldest ship running on LNG, but *CMA CGM Tenere* will always be recognised as the first.

The ship is the first of six LNG-fuelled vessels but is a development of an earlier series of ships built at the same yard and fitted with HFO engines and scrubbers. These previous oil burning ships have a slightly higher box capacity of 15,128TEU, with the difference due to the space lost to the type B fuel tank and gas supply system installed in the gas burners. The fuel system of *CMA CGM Tenere* allows for a volume of 12,448m³ LNG, sufficient for a round trip from the Far East to Europe.

The vessel's significance clearly lies in its power and propulsion system, which features a Hyundai-built MAN B&W ME-GI dual-fuel two-stroke engine. The 11G90ME-GI engine is the dual-fuel variant of the 11G90ME-C engines installed on *CMA CGM Tenere's* oil burning predecessors. It is the first model to feature MAN Energy Solutions' PBIV fuel injection system, which reduces the amount of pilot fuel needed when running in gas mode.

The engine type is capable of an output of 68,640kW but for *CMA CGM Tenere* it has been derated and produces 46,360kW at 75.7rpm. Connected directly to a 10m diameter propeller, the engine allows a service speed of just under 22knots.

TECHNICAL PARTICULARS

Length oa:365.99m
Length bp:350m
Breath moulded:51.0m
Depth moulded:29.85m
to main deck:29.85m
to upper deck:29.85m
Width of double skin
side:2.5 m
bottom:2.3m
Draught
scantling:16m
design:14.5m
Gross:150,844gt
Displacement:204,285t
Lightweight:44,671t

Deadweight159,614t
scantling:159,614t
design:135,660t
Block co-efficient:0.6777 at design draught
Speed, service:21.86knots at 80%MCR
(NCR) with 15% sea margin

Cargo capacity (m³)
Bale:14,806TEU
Refrigerated storage:1,000FEU
Bunkers (m³)
Light Fuel oil:5,375
Diesel oil:1,442
LNG fuel :12,448
Water ballast (m³):41,833
Container ships – water ballast in loaded condition (tonnes):22,638 at 10t homogeneously loaded at soant

Daily fuel consumption (tonnes/day)
Main engine only:120t (LNG) at NCR
Auxiliaries:8.4t (LNG) at 50% MCR
Classification society and notations:LR (3 vessels), DNVGL(3 vessels), LR, +100A1 Container Ship, ShipRight (SDA, FDA, FDA SPR, WDA2, CM, ACS(B)), *IWS, LI, +LMC, LFPF (GF, NG), UMS, with descriptive notes: ShipRight (BWMP(T), IHM, SCM), DNVGL, +1A Container Ship, RSD, E0, BIS, TMON, COAT-PSPC(B), LCS, CMON, WIV, RSCS, BWM(T), Gas fuelled, Recyclable
% high-tensile steel used in construction: Approx. 70%

Heel control equipment:No.5 S.W.B.T. (P&S, heeling tanks) and other side ballast tanks
Roll-stabilisation equipment:Bilge keel Propulsion

Main engine(s)
Design:MAN-ES ME-GI ENGINE
Model:11G90ME-C10.-GI-EGRTC
Manufacturer:Hyundai-B&W
Number:1 set
Type of fuel:Gas, LFO, ULSFO, MGO
Output of each engine:46,360kW x 75.7rpm
Is this a diesel-electric or hybrid?:Yes (Diesel/gas)

Propeller(s)
Material:Ni-Al-Bronze
Designer/Manufacturer:Hyundai Heavy Industries
Number:1
Fixed/Controllable pitch:Fixed
Diameter:10,000mm
Speed:75.7rpm (MCR)

Diesel-driven alternators
Number:4 sets
Engine make/type:HHI-HIMSEN / 8H35DF
Type of fuel:LNG GAS, MGO, LFO, ULSFO
Alternator make/type:Hyundai Electric Co., Ltd
Output/speed of each set:3,840kW x 720rpm

Boilers
Number:1 set
Type:Dual-fuel burning type
Make:KangRim Heavy Industries
Output, each boiler:8,000kg/h

Bow thruster(s)
Make:KTE
Number:1 set
Output (each):3,000kW

Other cranes
Number:Provision crane (2 sets), monorail crane (1 set)
Make:Sangsangin Industry / Oriental
Type:Electric-hydraulic
Tasks:Provision handling, e/r spare parts handling, etc.

Performance:SWL 3t / SWL 12.5t
Mooring equipment
Number:Windlass (2 sets), mooring winch (6 sets)

Make:MacGregor
Type:Electric-hydraulic

Special lifesaving equipment
Number of each and capacity:Lifeboat (2 sets x 32 persons)
Make:Hyundai Lifeboats
Type:Conventional (Gravity)

Hatch covers
Design:SMS-SME
Manufacturer:HSHI
Type (upper deck/other decks):Pontoon, non-sequential operation type (non-tight)

Containers
Lengths:20ft, 40ft, 45ft
Heights:8ft 6in, 9ft 6in
Cell guides: 40ft container of 40'(L) x 8'(W) x 9'6"(H) ISO container
Total TEU capacity:14,806TEU
On deck:8,778TEU
In holds:6,028TEU
Homogeneously loaded to 14tonnes: 10,236TEU
Reefer plugs:1,000FEU (on deck/hatch covers)

Tiers/rows (maximum)
On deck:11 tiers / 20 rows
In holds:11 tiers / 18 rows

Cargo tanks
Number:9 holds
Grades of cargo carried:Containers

Ballast control system
Make:Kongsberg
Type:Remote hydraulic control
Ballast water treatment system
Make:HiBallast
Capacity:2,000m³/h

Complement
Officers:8
Crew:20
Suez/Repair Crew:6

Navigation and other equipment
Bridge control system
Make:Nabtesco
Type:M-800-V
Is bridge fitted for one-man operation?No

Radars
Number:2 sets (S-band, X-band)
Make:JRC
Model(s):S-band radar: JMR-9282-S,
X-band radar: JMR-9225-7X3

Fire detection system
Make:Autronica
Type:AutoSafe 4

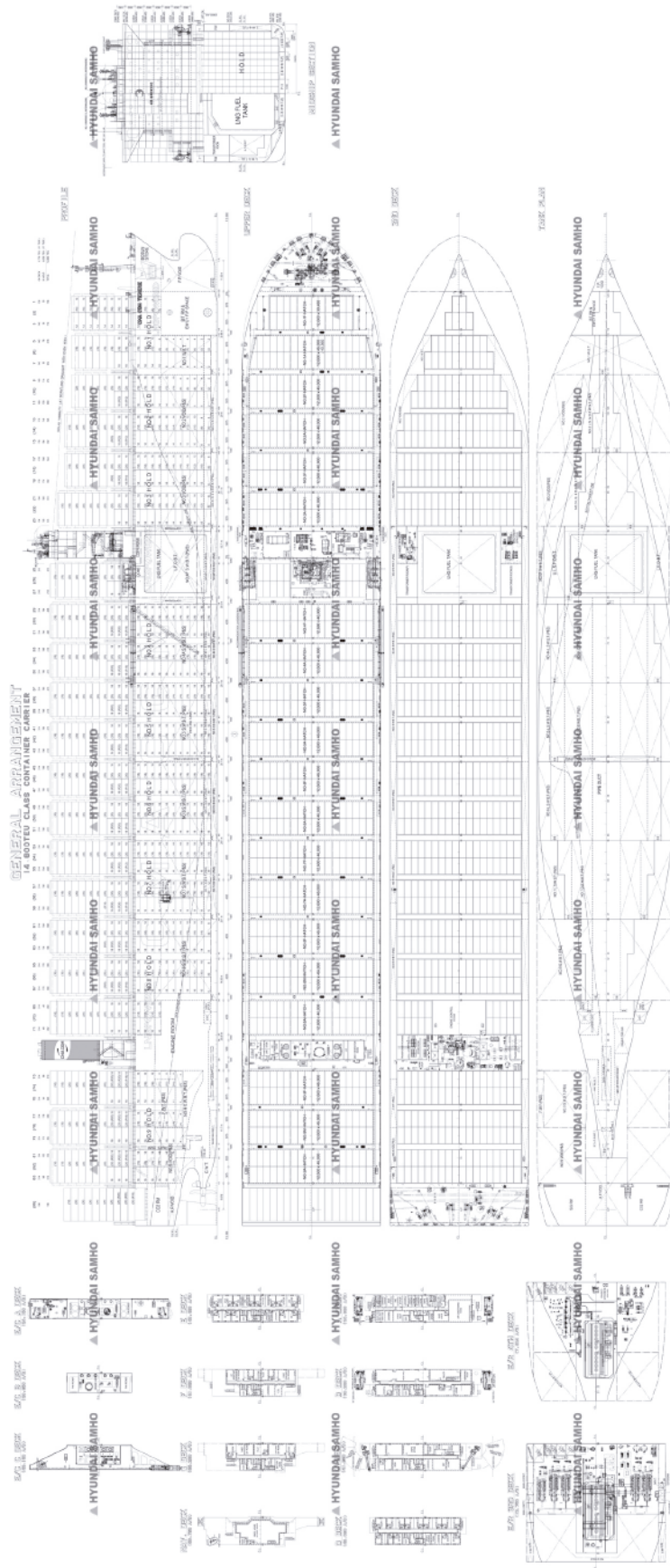
Fire extinguishing systems
Cargo holds:Fain / Fixed CO₂
Engine room:Fain / Fixed CO₂
Cabins:Portable fire extinguisher
Public spaces:Portable fire extinguisher

Incinerator
Make:Hyundai Marine Machinery
Model:MAXI 1500SL WS

Sewage plant
Make:Jonghap Machinery
Model:Biological type

Efficiency
Attained EEDI value:6.46 g-CO₂/tonne-NM
Required EEDI value: 14.11 g-CO₂/tonne-NM
Installed Fuel Meters:Flow meter
Other installed monitoring tools:Kongsberg CAMS (Control Alarm and Monitoring System), reefer container monitoring system

Energy Saving Technologies:Rudder bulb, Becker Mewis Duct Twisted
Hull coatings:Antifouling paint
Performance Monitoring Regime:Hyundai-ISS
Contract date:April 2018
Delivery date:September 2020



HMM MIR (Container Carrier) ▼

Class State: Classed

Class #: 21277448

IMO #: 9869198

Call Sign: D5ZZ8

Flag: Republic of Liberia

Lifecycle State: In Operation

Official Number: 20615

Port: Monrovia

Services:

Milestone Dates

Steel Cutting Date
16-Mar-2020

Keel Laying Date
10-Sep-2020

Launch Date
08-Jan-2021

Delivery Date
07-May-2021

Categories

Vessel Description
Container Carrier

Vessel Type
Container Carrier

SOLAS Category
Cargo Ship

MARPOL Category
Not an Oil Tanker

IBC_JGC Category
Not Applicable

ISM Category
Other Cargo Ship

Functions
Container Carrier

Notations

ABS Class Notations
✱A1, Container Carrier, (E),
✱AMS, ✱ACCU, CPS, SH,
SHCM

Additional Notations
HIMP, RW, LNG Ready (ME
convertible to gas), BWE,
BWT, EGC-SOx, HVSC, IHM,
NOx-Tier III, SH-DLA, TCM,
CLP-V, CSC, SFA (20), UWILD

**Service Restrictions –
Geographical Area**
Unrestricted Service

MSC Prepositioning Ship
No

Double Class
Korean Register of Shipping

Previous Class Society
NOT SPECIFIED

Tonnage Characteristics

Regulation
ITC Registered
Gross Tonnage
152003
Net Tonnage
70268

Capacity

Grain Capacity
Volume(CuM): 0
Weight(Tonnes): 0

Hold Capacity
Volume(CuM): 30371.00
Weight(Tonnes): 0

Ballast Capacity
Volume(CuM): 43057.40
Weight(Tonnes): 44133.83

**Other Propulsion Fuel
Capacity**
Volume(CuM): 1264.60
Weight(Tonnes): 1065.13

Fuel Oil Capacity
Volume(CuM): 8646.30
Weight(Tonnes): 8473.37

Fresh Water Capacity
Volume(CuM): 558.20
Weight(Tonnes): 558.20

Bale Capacity
Volume(CuM): 0
Weight(Tonnes): 0

Lube Oil Capacity
Volume(CuM): 471.20
Weight(Tonnes): 424.08

Other Capacity
Volume(CuM): 3428.40
Weight(Tonnes): 3637.41

Characteristics

Design Deadweight (tonnes)
136457

Estimated Gross Tonnage
152003

Design TEU
15876

Design Speed Ahead (knots)
22.5

Number of Crew
28

Length Overall (LOA) (m)
366

Breadth Molded (B) (m)
51

Depth Molded (D) (m)
29.85

**Length Between
Perpendiculars (LBP) (m)**
350

Flat of Deck (m)
5.48

Blige Radius (mm)
4500

Camber (mm)
300

**Description of bottom
molded form**
Duct Keel

Design Draft (m)
14.5

Draft Scantling (m)
16

Vessel Other Info

**Tanker Certified to Carry
Heavy Grade Oil (HGO)
Cargo**
No

**Condition Assessment
Scheme (CAS)**
No

Equipment Numeral
U-59



MSC GÜLSÜN: Container ship

Shipbuilder: Samsung Heavy Industries
Vessel's name: MSC Gülsün
Owner/Operator: Mediterranean Shipping Company (MSC)
Country: Switzerland
Flag: Panama
IMO number: 9839430
Total number of sister ships already completed (excluding ship presented): 3
Total number of sister ships still on order: 7

The title of the world's largest container ship is a somewhat transient honour. Nevertheless, when delivered by Samsung Heavy Industries in July, it was accorded to the 23,756TEU *MSC Gülsün*. At 399.9m in length and a beam of 61.5m, it is the first of a new class of 11 vessels to be added in 2019-2020 to the MSC fleet. Construction of the other 10 ships is split equally between Samsung and Daewoo.

The nominal 23,756TEU capacity is divided as 13,968TEU on deck and 9,788TEU below. To mitigate the risk of fire *MSC Gülsün* is equipped with a dual-tower fire-fighting system with high-capacity pumps.

This new class has been designed with a wide range of efficiency, stability and safety considerations and was intended to meet the EEDI Phase 3 standard ahead of time. Features include a bow designed to enhance energy efficiency by reducing hull resistance.

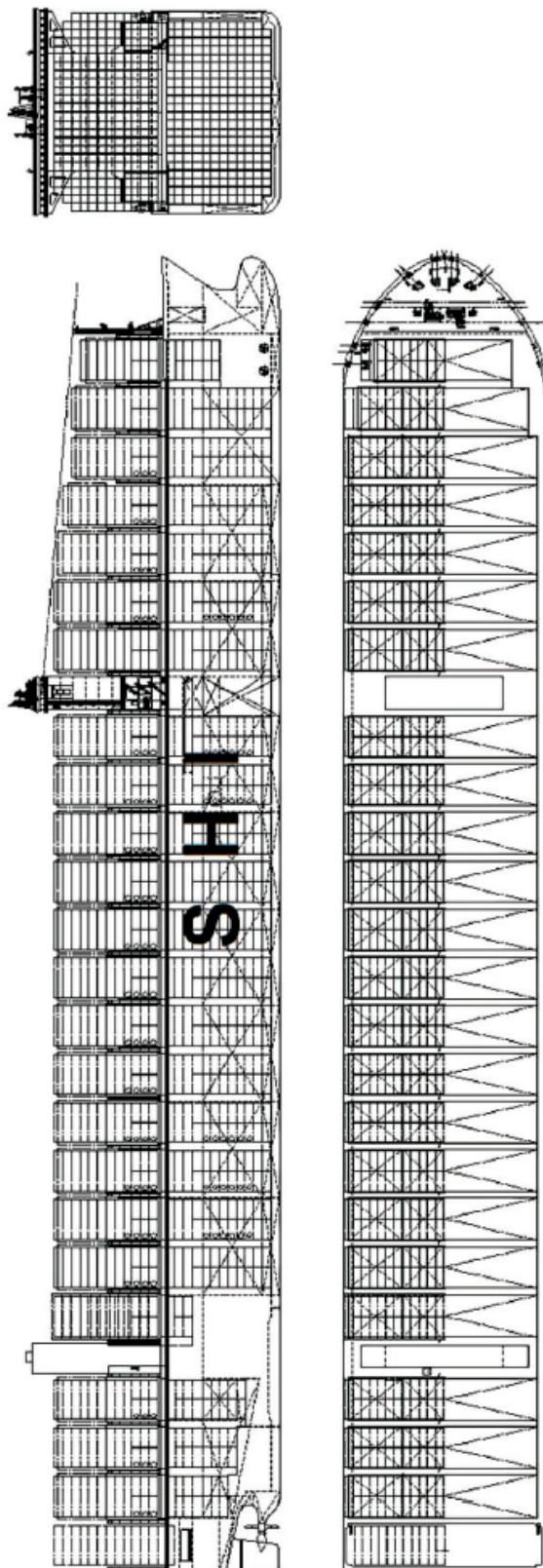
The Hyundai-built MAN B&W 11G95ME-C9.5 engine is capable of conversion to LNG if considered necessary. The 66,650kW engine is directly connected to a 10.4m fixed pitch propeller. Typical of ultra large container ships, the engine room is located aft and the accommodation and navigation bridge in a midship position for line of sight requirements.

TECHNICAL PARTICULARS

Length oa: 399.903m
Length bp: 383.0m
Breadth moulded: 61.5m
Depth moulded: 33.2m
to main deck: 23.412m (2nd deck)
to upper deck: 33.2m (upper deck)
to other decks: 29.884m (Aft partial deck)
Width of double skin
side: 2.61m
bottom: 2.7m
Draught
scantling: 16.5m
design: 14.5m
Gross: approx. 233,500gt
Displacement: 292,360t at Ts
Lightweight: 64,350t

Deadweight
scantling: 228,600t
design: 186,800t
Block co-efficient: 0.734 at Ts
Speed, service: 23.2knots (90% DMCR output)
Cargo capacity (m³): 23,756TEU
Bunkers (m³)
Heavy oil: 13,900
Diesel oil: 900
Water ballast (m³): 61,000
Daily fuel consumption (tonnes/day)
Main engine only: 240.9
Auxiliaries: 60.2
Classification society and notations: DNV GL +1A, Container ship, RSD, ED, BIS, DG(P), NAUT(OC), TMON, BWM(E/S), T, Clean, LCS, WIB, Gas Ready(D, Mec), RSCS, ECA(Sox-A), Shore power, HLP, Recycle, ER(EGCS Hybrid)
% high-tensile steel used in construction: 85%
Propulsion
Design: MAN Energy Solutions
Model: MAN B&W 11G95ME-C9.5
Manufacturer: Hyundai Heavy Industries
Number: 1
Type of fuel: HFO or MGO
Output of each engine: 66,650kW x 80.0rpm
Is this a diesel-electric or hybrid?: No
Propeller(s)
Material: Ni-Al-Bronze
Designer/Manufacturer: Samsung HI/MMG
Number: 1
Fixed/Controllable pitch: Fixed
Diameter: 10.4m
Speed: 80.0rpm
Diesel-driven alternators
Number: 5
Engine make/type: STX-MAN / 9L32/40 x 3 sets, 6L32/40 x 2 sets
Type of fuel: HFO or MGO
Alternator make/type: Hyundai / HFJ9 913-10P & HSJ9 803-10P
Output/speed of each set: 3 x 5,375kVA + 2 x 3,500kVA / 720rpm
Exhaust-gas scrubbing equipment
Manufacturer/Type: Yara/In-line
On main engines: Applied
On auxiliary engines: Applied
Boilers
Number: 1
Type/Make: Oil fired/Kangrim
Output, each boiler: 5,000kg/h
Stern appendages/rudders: Full spade rudder
Bow thruster(s)
Make: Kawasaki

Number: 2
Output (each): 3,000kW, each
Other cranes
Number: 3
Make: Oriental Precision
Type: 2 x high pressure, electro-hydraulic self-contained, single jib type, 1 x electric motor driven, monorail type
Tasks: For provision / engine room equipment handling
Performance: 2 x 4.0t SWL; 1 x 13.5t SWL
Mooring equipment
Number: 1 x 1 C/L + 1 M/D, 1 x 1 C/L + 1 M/D + 1 W/H, 10 x 1 M/D + 1 W/H, each, 6 x 1 M/D
Make/Type: Kongsberg/Electric
Special lifesaving equipment
Number of each and capacity: 2 x 32 persons
Make: Hyundai Lifeboat
Type: Totally enclosed
Hatch covers
Design: Welded steel open construction
Manufacturer: MacGregor
Type: Steel pontoon type with non-sequential opening/closing
Containers
Lengths: 6,058 (ISO-1CC) / 12,192 (ISO-1AA, High cube, 45ft)
Heights: 2,591 (ISO-1AA, ISO-1CC) / 2,896 (High cube, 45ft)
Total TEU capacity: 23,756TEU
On deck: 13,968TEU
In holds: 9,788TEU
Homogeneously loaded to 14t:
..... 15,020TEU at Ts
Reefer plugs: 2,024 UNIT (1,496 UNIT on deck / 528 UNIT in hold)
Tiers/rows (maximum)
On deck/in holds: 13/12
Ballast control system
Make/Type: Pleiger/Electro-hydraulic
Ballast water treatment system
Make: Panasia
Capacity: 1,200m³/h x 2 sets
Complement
Officers: 15 persons
Crew: 14 persons
Suez/Repair Crew: 6 persons
Single/double/other rooms: 29 cabins (single), 1 cabin (3 double)
Navigation and other equipment
Bridge control system
Make/Type: Kongsberg/AutoChief 600
Is bridge fitted for one-man operation? Yes
Integrated bridge system: Yes
If yes, make: Furuno
Model: FMD-3300 and etc.
Radars
Number: 3
Make: Furuno
Model(s): 1 x FAR-3330S + 2 x FAR-3320
Fire detection system
Make/Type: Consilium/Salwico
Fire extinguishing systems
Cargo holds:
Make/Type: FAIN / CO₂ system
Engine room:
Make/Type: FAIN / CO₂ system
Cabins: / Fire hydrants
Public spaces: / Fire hydrants
Waste disposal plant
Incinerator
Make/Model: HMMCO/Maxi NG25SL WS
Sewage plant
Make/Model: IL Seung/ ISB-03
Efficiency
Attained EEDI value: 7.494 g-CO₂ / tonne-mile
Required EEDI value: 13.132 g-CO₂ tonne-mile
Installed Fuel Meters: Mass flow
Other installed monitoring tools: Performance monitoring system with shaft torque meter
Energy Saving Technologies*: SAVER Fin, SAVER Gap protector, SARB, Variable speed control for main cooling sea water pump and engine room supply fan, Intelliman Ship (Smart ship solution), VFD
Performance Monitoring Regime: Noon reporting in Intelliman Ship
Launch/float-out date: 09 March 2019
Delivery date: 4 July 2019



MAERSK HAVANA (Container Carrier)

Class State: Classed Class #: 19265523
 IMO #: 9784336 Call Sign: 9V9413
 Flag: Republic of Singapore Lifecycle State: In Operation
 Official Number: 401282 Port: Singapore

Services: ISM Certification, Load Line Certification,
MLC Certification, ISPS Certification, Load Line
Certification

Milestone Dates

Steel Cutting Date
30-Nov-2015

 Keel Laying Date
16-Dec-2015

 Launch Date
17-Aug-2018

 Delivery Date
04-Jan-2019

Categories

Vessel Description
Container Carrier

 Vessel Type
Container Carrier

 SOLAS Category
Cargo Ship

 MARPOL Category
Not an Oil Tanker

 IBC_IGC Category
Not Applicable

 ISM Category
Other Cargo Ship

 Functions
Carriage of Dangerous
Goods, Refrigerated Cargo

Notations

ABS Class Notations
 ✕A1, Container Carrier, (E),
 ✕AMS, ✕ACCU, CPS, FL 25,
 SH, SHCM

 Additional Notations
 RW, MAN-A, NBLES, BWE,
 FOC, GP, SH-DLA, TCM, CRC,
 POT, RRDA, SFA 25, SLAM-B,
 SLAM-S, UWILD

 Service Restrictions –
 Geographical Area
 Unrestricted Service

 MSC Prepositioning Ship
 No

 Previous Class Society
 NOT SPECIFIED

 National Defense Reserve
 Fleet
 Not Specified

Tonnage Characteristics

Regulation
Suez
 Gross Tonnage
157986.21
 Net Tonnage
143423.04

 Regulation
ITC Registered
 Gross Tonnage
153744
 Net Tonnage
79806

Characteristics

Design Deadweight (tonnes)
178257.3

 Estimated Gross Tonnage
151400

 Design TEU
15226

 Number of Crew
34

 Length Overall (LOA) (m)
353.021

 Breadth Molded (B) (m)
53.5

 Depth Molded (D) (m)
29.9

 Length Between
Perpendiculars (LBP) (m)
340.5

 STEM Overhang (m)
6.473

 STERN Overhang (m)
6.048

 Web Frame Depth (m)
2.5

 Description of bottom
molded form
NOT SPECIFIED

 Design Draft (m)
15

 Draft Molded (m)
17

 Draft Scantling (m)
17

Freeboard Assignment

Freeboard
Conventional
Freeboard from Ring#
01

 Displacement (tonnes)
224100

 Deadweight (tonnes)
178257.3

 Calculated Freeboard
(mm)
5677

 State
Active

Builder Designation

Builder
HYUNDAI HEAVY IND.
CO., LTD.

 Builder Role
Primary Builder

 WCN
285412

 Hull Number
2879

 Address
CONTRACT
MANAGEMENT DEPT.
1000
BANGEOJINSUNHWAN-
DORO, DONG-GU,
ULSAN, KR

 Project Description
New Construction -
15,300 TEU Container

 Date
08-Jul-2015



CMA CGM ARGENTINA: Container ship

Shipbuilder:Hyundai Samho Heavy Industries Co., Ltd.
Vessel's name:CMA CGM Argentina
Hull No:S985
Owner/Operator:Eastern Pacific Shipping / CMA CGM
Country:Singapore
Designer:Hyundai Samho Heavy Industries
Country:Republic of Korea
Model test establishment used:Hyundai Maritime Research Institute
Flag:Malta
IMO Number:9839909
Total number of sister ships already completed (excluding ship presented):3 off
Total number of sister ships still on order:2 off

As its name suggests, *CMA CGM Argentina* is operated on services run by the France-based container liner major. However, the ship delivered in July by Hyundai Samho was ordered and is managed by Singapore-based Eastern Pacific Shipping, a relative newcomer to container ship operation. The vessel is one of five sister ships ordered in 2017, although that number has since been increased. Many of the ships have been committed to service with CMA CGM.

CMA CGM Argentina is a 15,072TEU NeoPanamax container ship of 365.98m length and 51m beam, optimised for use with refrigerated cargoes by way of slots for 1,000FEU reefer boxes. Container distribution fully loaded is 8,778TEU on deck and 6,294TEU under deck when homogeneously loaded to 14tonnes.

The NeoPanamax is a size for container ships which is becoming increasingly popular over most of the major operators and some analysts believe it may eventually become the mainstay of the global container fleet. This is because they are easier to fill than the ultra large container ships that attract the most headlines, as well as their flexibility and greater range of ports.

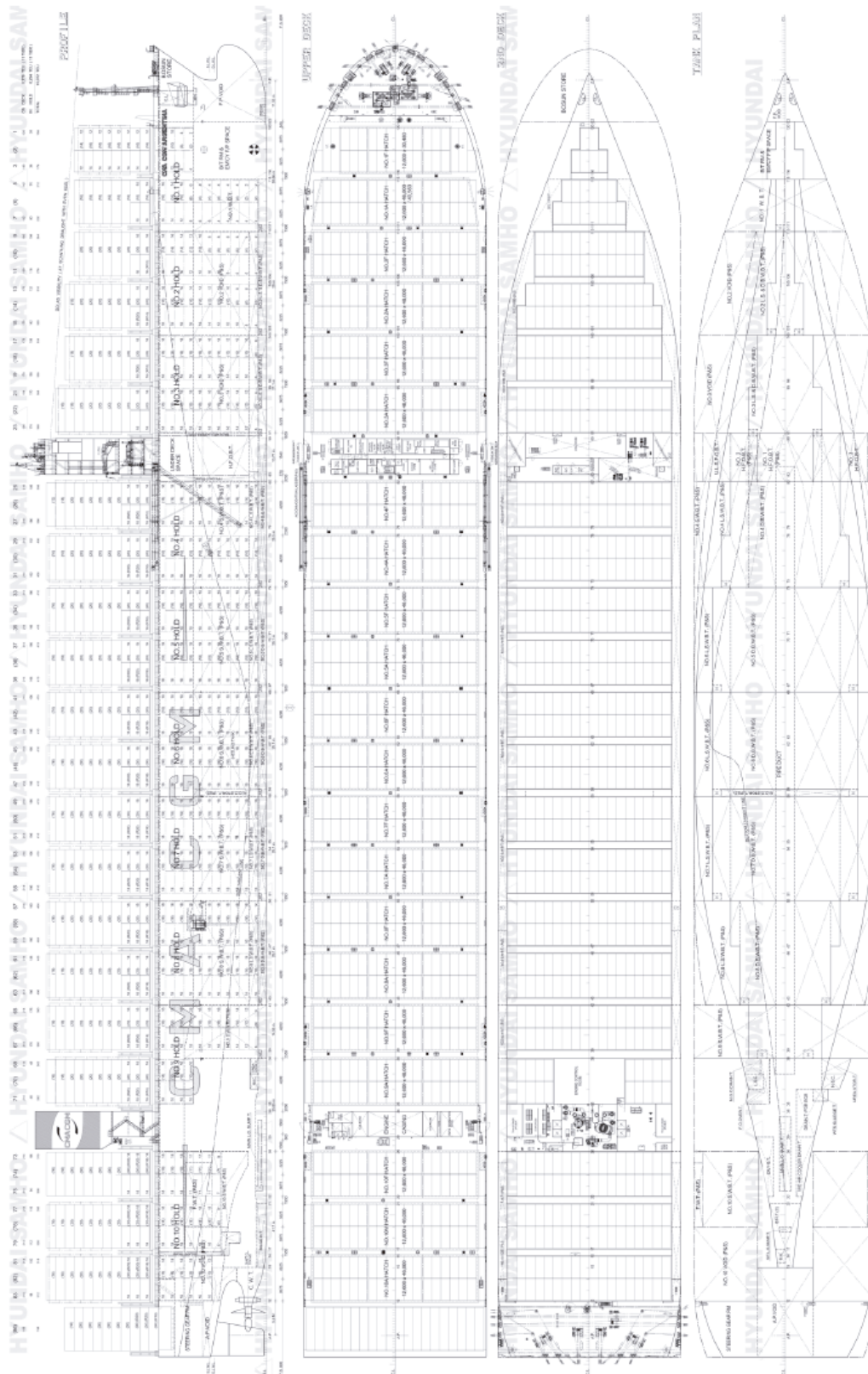
The first five vessels ordered by Eastern Pacific are powered by MAN B&W 11G90ME-C10.5 main engines running on HSFO as the ships are fitted with a Wärtsilä scrubber system. The 46,360kW main engine drives a 10m diameter fixed pitch propeller at 76rpm to give a service speed of 22knots. Efficiency of the propulsion system is enhanced by a pre-swirl duct, fin and a full spade rudder with bulb.

NOx compliance is achieved by way of an exhaust gas recirculation system and SCR. Six vessels ordered later and due for delivery from 2021 onwards are to be fitted with dual-fuel variants of the main engines. In late December 2019, it was reported that a further 11 dual-fuel engines were ordered.

TECHNICAL PARTICULARS

Length oa:365.98m
Length bp:350m
Breadth moulded:51m
Depth moulded to main deck:29.85m
to upper deck:29.85m
Width of double skin side:2.5m
bottom:2.3m
Draught scantling:16m
design:14.5m
Gross:149,314gt
Displacement:199,983t (at Scant.)
Lightweight:42,907t
Deadweight Design:133,607t
scantling:157,076t
Block co-efficient:0.6818 (At Scant.)
Speed, service:22knots at design draught at NCR with 15% S.M.
Bunkers (m³) Heavy oil:8,087.5
Diesel oil:1,442.6
Water ballast (m³):41,810.4
Daily fuel consumption (tonnes/day) Main engine only:163.6g/kWh + 5% at NCR
Classification society and notations:LR, +100A1, containership(SDA, FDA, FDASPR, WDA2, CM, ACS(B)), *IWS, LI, BoxMax(V, W, L), +LMC, UMS, BWTS, withdescriptivenotesShipRight(BWMP(T), IHM, SCM), CSA, GR(A)
% high-tensile steel used in construction:68.84 %
Main engine(s) Design:Hyundai-Man B&W
Model:11G90ME-C10.5-EGRTC
Manufacturer:HHI-EMD
Number:1 off
Type of fuel:HFO/MDO
Output of each engine:46,360kW x 75.7rpm (two stroke, crosshead, turbocharged)
Propeller(s) Material:Ni-Al-Bronze
Designer/Manufacturer:HHI-EMD
Number:1 off
Fixed/Controllable pitch:Fixed
Diameter:10m
Diesel-driven alternators Number:5 sets
Engine make/type:8H32/40, 7H32/40
Type of fuel:HFO
Output/speed of each set:Abt. 4,000kW @ 720rpm, Abt. 3,500kW @ 720rpm
Alternator make/type:HHI-EES/Marine Design IP54 Enclosure Brushless

Output/speed of each set:Abt. 3,840kW @ 720rpm, Abt. 3,360kW @ 720rpm
Exhaust-gas scrubbing equipment Manufacturer:Wärtsilä Moss AS
Type:Open-loop EGC system Q-50x5SMW
On main engines?:Yes
On auxiliary engines?:Yes
Boilers Number:1 off
Type:Automatic, forced draught, heavy fuel oil burning, marine boiler
Make:Kangrim
Output, each boiler:5,000kg/h x 1set
Other cranes Number:1 off
Make:Oriental Precision & Engineering Co., Ltd.
Type:Electric motor driven system
Tasks:Monorail crane
Performance:12.5t x 7.0m/min
Other cranes Number:2 set
Make:Dongnam Marine Crane Co., Ltd.
Type:Electric Motor Driven System
Tasks:Provision Crane
Performance:3.0t x 10.0m/min
Mooring equipment Number:12 sets
Make:TTS Marine GMBH
Type:Electric
Hatch covers Design:Non-tight, Pontoon non-sequential operation type
Manufacturer:SMS-SME
Type:Upper Deck
Containers Lengths:40ft container of 40'(L) x 8'(W) x 9'6"(H) ISO container
Heights:40ft container of 40'(L) x 8'(W) x 9'6"(H) ISO container
Cell guides: 40ft container of 40'(L) x 8'(W) x 9'6"(H) ISO container
Total TEU capacity:15,072TEU
On deck:8,778TEU
In holds:6,294TEU
Homogeneously loaded to 14t:Yes
Reefer plugs:1,500 FEU reefer container socket on deck/hatch covers
Tiers/rows (maximum) On deck:11 Tiers/22 rows
In holds:11 Tiers/21 rows
Ballast control system Make:Emerson Process
Type:Hyd. operated and remotely controlled
Water ballast Treatment System Make:Hyundai Heavy Industries
Capacity:Filter + electrolysis unit (2,000m³/h)
Complement Officers:11 persons
Crew:20 persons
Bow thruster(s) Make:KTE Co., Ltd.
Number:1 off
Output (each):3,000kW
Bridge control system Make:HHI-EES
Fire detection system Make:Autronica
Type:Analogue addressable optical smoke detector
Fire extinguishing systems Cargo holds:High pressure CO₂, sea water
Make/Type:FAIN Co., Ltd.
Engine room:Water mist
Make/Type:NK Co., Ltd.
Radars Number:2 sets
Make:JRC
Model(s):S-Band (JMR-9282-S), X-Band (JMR-922S-6X)
Waste disposal plant Incinerator Make:Hyundai Marine Machinery Co., Ltd.
Model:MAXI 1500SL WS
Sewage plant Make:Jonghap Machinery
Model:Biological type
Contract date:28 September 2017
Launch/float-out date:22 March 2019
Delivery date:1 July 2019





MSC JOSSELINE: Container ship

Shipbuilder: Hyundai Heavy industries
Vessel's name: *MSC JosseLINE*
Hull No: 3024
Owner/Operator: Zodiac Maritime / MSC
Country: United Kingdom
Designer: Hyundai Heavy Industries
Country: Republic of Korea
Model test establishment used: Hyundai Maritime Research Institute
Flag: Liberia
IMO number: 9842061
Total number of sister ships already completed (excluding ship presented): 4
Total number of sister ships still on order: nil

Delivered as the first of five Neo-Panamax box ships in May, *MSC JosseLINE* was built by Hyundai Heavy and is owned by Zodiac Maritime. As the name suggests, the vessel is operated as part of the MSC containership fleet.

The four sister vessels – *MSC Jewel*, *MSC Faith*, *MSC Aliya* and *MSC Kanoko*, were all delivered and in service with MSC by the end of November. At the time they were ordered in April 2018, all five vessels were reported as being owned by Zodiac but only *MSC JosseLINE* and *MSC Jewel* are included in the company's fleet list of owned vessels.

MSC JosseLINE's dimensions were built for the new Panama Canal locks and are 366m loa and 48.2m beam with a draught of 16m. Nominal cargo capacity is 14,336TEU, of which 6,078 are in the holds and 8,258 on deck. At a homogenous weight of 14tonnes, capacity is 9,500TEU. A maximum tier height of 11 boxes is listed for both under and on deck and there is a maximum number of rows at 19 under deck and 17 on deck. There is capacity for 1,000TEU of refrigerated cargo.

The ship's propulsion system features a WinGD 10X92 main engine producing 46,422kW at 76rpm driving a single 10m diameter fixed pitch propeller. The engine has a low pressure SCR system serving main and auxiliaries in order to meet NOx Tier III levels. Although MSC has been an enthusiastic supporter of scrubber technology, this ship is not equipped with one, but it has been built as LNG ready with a possible conversion of the main engine to dual-fuel configuration later.

Energy saving devices including a rudder bulb and Becker Twisted fin are included. A USCG Alfa Laval ballast treatment system is also fitted.

TECHNICAL PARTICULARS

Length oa: Max.366.00m
Length bp: 347.00m
Breadth moulded: 48.20m
Depth moulded
to main deck: 29.85m
Draught
scantling: 16.0m

design: 14.5m
Gross: 140,976gt
Displacement: 190,897t
Deadweight
scantling: 150,893t
Speed, service (~ %MCR output): 22.00knots
Cargo capacity (m³)
Bale: abt.14,330TEU
Refrigerated cargo: 1,000TEU
Bunkers (m³)
Heavy oil: abt. 7,400m³
Diesel oil: abt. 1,300m³
Water ballast (m³): abt. 37,000m³
Classification society and notations:..... LR:
+100A1, Container Ship, ShipRight(SDA, FDA plus(25, WW), WDA2, CM, FDA SPR, ACS(B)), *IWS, LI, +LMC, UMS,ShipRight(BWMP(T), IHM, SCM), BoxMax(V, W), GR(A), CCSA, EDD(7.5 years), NAV1, BWTS

Main engine(s)
Model: WinGD 10X92 – B
Manufacturer: Hyundai – WinGD
Number: 1
Type of fuel : HFO / ULSFO or MGO
Output of each engine: .46,422kW x 75.7rpm
Propeller(s)
Material: Ni-Al-Bronze
Designer/Manufacturer: Hyundai
Number: 1
Fixed/Controllable pitch: Fixed
Diameter: 10.0m

Diesel-driven alternators
Number: 4
Engine make/type: .Hyundai HIMSSEN 7H32/40
Type of fuel: HFO / ULSFO or MGO
Output/speed of each set: 3,354kW x 720rpm
Alternator make/type: Hyundai HIMSSEN 7H32/40

Boilers
Number: 1
Type: Automatic, forced draught
Make: Kangrim Insulation Co., Ltd.
Output, each boiler:8,000kg/h

Other cranes
Number: 2
Make: Oriental Precision Co., Ltd.
Type: Electro-hydraulic type
Tasks: Provision handling crane
Performance:4t SWL

Mooring equipment
Number: 2 windlass, 9 mooring winch
Make: Mirae Industry Co., Ltd.
Type: Electro-hydraulic type

Special lifesaving equipment
Number of each and capacity: 2x 28 persons each
Make: HLB (Hyundai Lifeboat)
Type: Conventional

Hatch covers
Design: 20ft(90t), 40ft(180t), 20/40ft(230t)
Manufacturer:SMS-SME Marine Systeme
Type (upper deck/other decks): Pontoon, non-sequential operation

Containers
Lengths(mm): 6,058(20ft) / 12,192 (40ft) / 13,716(45ft)
Heights(mm): 2,591(20ft) / 2,591 or 2,896(40ft) / 2,896(45ft)

Total TEU capacity:
On deck: abt. 8,200
In holds: abt. 6,100
Homogeneously loaded to 14t:abt. 9,500
Tiers/rows (maximum)
On deck: 11/19
In holds: 11/17

Ballast control system
Make: Shin Shin Machinery Co., Ltd.
Type: Hydraulic
Water ballast Treatment System
Make:Alfa Laval

Capacity:1,000m³ / 2 sets
Complement
Officers: 11
Crew: 17

Bow thruster(s)
Make:KTE – Nakashima Co., Ltd.
Number: 2
Output (each): 1,800kW
Bridge control system
Make: Kongsberg

Type: AutoChief-600
Is bridge fitted for one-man operation? Yes
Fire detection system
Make: Consilium-Ilijn

Type: Addressable
Fire extinguishing systems
Cargo holds: H.P. CO₂

Make/Type: NK
Engine room: H.P. CO₂
Make/Type: NK
Radars
Number: ... 2 (1 for S-band and 1 for X-band)

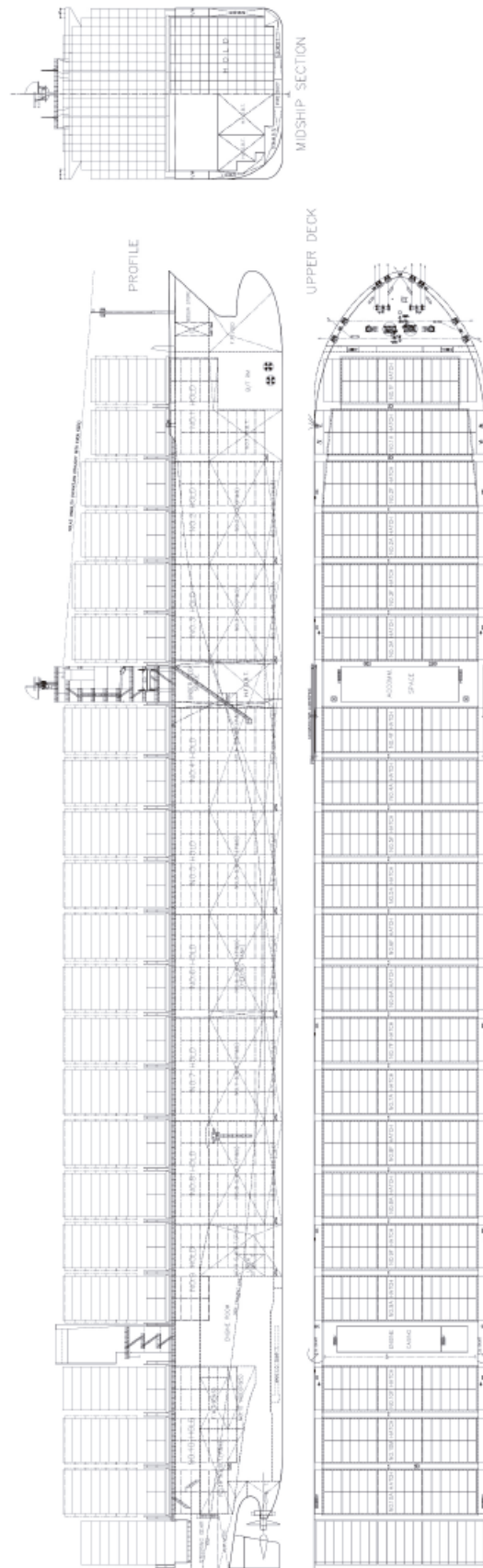
Make: Furuno Electric
Model(s): FAR-2338SNXT for S-band / FAR-2328 for X-band
Integrated bridge system: Yes
If yes, make: Furuno

Model: FMD-3300
Efficiency
Attained EEDI value: 6.73
Required EEDI value: 8.76

Installed Fuel Meters: F.O: positive displacement type / Gas: the maker's standard
Other installed monitoring tools:
M/E Shaft Power Meter:
- M/E shaft power, torque and revolution
Loading Computer:
- Trim/draught monitoring
- Dead weight calculation
- Intact stability calculation
- Shear force and bending moment calculation
- Damage stability calculation
- Optimum trim calculation
- Dynamic/static damage stability calculation
- Propulsion immersion calculation
Integrated Automation System:
- Data display (trend, log and mimic)
- Alarm display (pressure, temperature, level and others)
- Self check function
- Alarm extension
- Remote control for E/R machinery
- Remote control for cargo system
Energy Saving Technologies*: ... Hi-Fin, Hi-rudder with bulb, dual fuel (fuel oil and gas)

Performance Monitoring Regime:
Hyundai-IGS (Integrated Smart Ship Solution):
- Voyage monitoring
- Route optimization (weather routing)
- Trim optimization
- Fuel/energy flow monitoring
- Analysis (speed performance / weather
- Effect / hull fouling status)
- Report (Noon / departure / arrival / voyage / MRV / IMO SEEM)

Contract date: 20 October 2017
Launch/float-out date: 8 March 2019
Delivery date: 1 June 2019





HMM PROMISE: Container ship

Shipbuilder:HHIC-Phil Inc.
Vessel's name:HMM Promise
Hull No:NCP0117
Owner/Operator:Hyundai Merchant Marine Co.,Ltd
Country:Republic of Korea
Designer:HHIC-Phil Korea / HHIC-Tech Inc
Country: .. Republic of Korea / Republic of the Philippines
Model test establishment used:KRISO
Flag: Marshall Islands
IMO number: 9742168
Total number of sister ships already completed (excluding ship presented): 1
Total number of sister ships still on order: nil

Initially ordered by Greek interests in 2014 from HHIC-Philippines, *HMM Promise* and *HMM Blessing* have been built to a standard HHIC 11,000teu design and has earlier sisters operated by Greek and other interests.

HMM Promise was originally floated out in 2016 and tentatively named *Caravaggio* while its sister was initially named *Monet*. The two ships were sold to Hyundai Merchant Marine (HMM), South Korea's largest ocean carrier, in August 2017 in a deal that was said to be worth around \$162M for the pair. HMM said at the time that the price for the vessels was 10% lower than the then current market price. *HMM Promise* also represents the first large container ship delivered to HMM after its ownership was shifted into the hands of state-run Korea Development Bank in August 2016.

Ordinarily that start in life would not qualify the vessel for inclusion in this publication but before putting the vessels into service HMM had decided that its strategy for meeting the 2020 sulphur cap of 0.5% would involve installing scrubbers. Consequently, the two vessels were sent for a scrubber to be fitted immediately.

That on *HMM Promise* was completed first, allowing the ship to become the first container ship of 11,000teu to be fitted with an exhaust gas cleaning system. There are in fact two scrubbers fitted to each ship. Both are Wärtsilä open-loop types; a 34MW unit is fitted for the main engine and a smaller 15MW version to cater for the auxiliaries and boiler.

As with other ships of the type built by HHIC, *HMM Promise* is fitted with a single MAN B&W 8G95ME C9.5 main engine rated at 42,310kW at 77rpm. The drive is to a 9.7m propeller to give a service speed of 22knots at 80% MCR. The auxiliaries are a quartet of HiMSEN H32/40 engines of which two are 9-cylinder versions and the other two 8-cylinder models.

With hull dimensions of 330m length and 46.2m beam and a draught of 16m, the ship can enjoy

worldwide trading using the new Panama Canal locks. *HMM Promise* was put into service in July 2018 serving the Asia/East Coast of South America trade while its sister will be employed on the Asia West Coast South America route.

Nominal cargo capacity of the vessels is 11,167teu with 4,587 under deck and 6,580 on deck. At 14tonnes homogenous, the maximum capacity would be 8,300teu. *HMM Promise* has a fairly high reefer capacity with 1,453 plugs capable of accepting standard 40' reefer boxes.

TECHNICAL PARTICULARS

Length oa: 330m
Length bp: 316.4m
Breadth moulded: 48.2m
Depth moulded
To main deck: 27.2m
To upper deck: 27.2m
Width of double skin
Side: 2.37m
Bottom: 2.2m
Draught
Scantling: 16.0m
Design: 13.0m
Gross: 114,000gt
Deadweight
Design: 94,800dwt
Scantling: 134,869dwt
Speed: 22knots
Bunkers
Heavy oil: 7,600m³
Marine gas oil: 640m³
Water ballast: 30,800m³
Water ballast in loaded condition: 8,050t at 14t/TEU loaded in summer draught

Daily fuel consumption
Main engine only: 163.99t/day
Auxiliaries: 19.65t/day (9Cyl.) / 17.47t/day (8Cyl.)
Classification society and notations: Korean Register
KRS1 CONTAINER SHIP LS(CL)
SeaTrust(DSA2, FSA3) CLEAN2 IWS ERS CDG IHM LG LI UMA3 BWT STCM DPS(1)
Heel control equipment: Anti heeling system
Roll-stabilisation equipment: Bilge keel
Main engines
Design: MAN Diesel Turbo
Model: 8G95ME C9.5
Manufacturer: Hyundai Heavy Ind.
Number: 1
Type of fuel: HFO or MGO
Output of each engine: 42,310kW at 76.9rpm

Propellers
Material: Ni-Al-Bronze
Designer/Manufacturer: HHIC-Phil Korea / HHI
Number: 1
Fixed/controllable pitch: Fixed
Diameter: 9,700mm
Speed: 76.9rpm

Diesel-driven alternators
Number: 4
Engine make/type: Hyundai HiMSEN 9H32/40 (2) / 8H32/40 (2)
Type of fuel: HFO or MGO
Output/speed of each set: 4,500kW / 4,000kW at 720rpm
Alternator make/type: Nishishiba / NTAKL / 89/90A1A
Output/speed of each set: 4,320kW 720rpm x 2 / 3,840kW 720rpm x 2

Exhaust-gas scrubbing equipment
Manufacturer: Wärtsilä Venturi(V-SOX)
Type: Open loop
On main engines?: 34MW(Scrubber unit for ME-EGC1)
On auxiliary engines?: 15MW (Scrubber unit for GE&Boiler-EGC2)

Boilers
Number: 2
Type: Vertical smoke tube
Make: Kangrim
Output, each boiler: EGB 2,500kg/h / Aux. boiler 3,500kg/h

Mooring equipment
Number: 9
Make: Flutek
Type: Electric motor driven

Special lifesaving equipment
Number of each and capacity: 2 x 30
Make: DSB Eng.
Type: Hinged gravity type

Hatch covers
Design: MacGregor
Manufacturer: HHIC-Phil Inc.
Type: Lift-away

Containers
Lengths: 20ft, 40ft, 45ft
Heights: 20ft & 40ft, 45ft
Cell guides: Fixed (150 x 150 x 15mm angles)

Total TEU capacity: 11,167
On deck: 6,580
In holds: 4,587
Homogeneously loaded to 14t: 8,300TEU
Reefer plugs: 1,453FEU [948FEU on deck + 452FEU in hold + 53FEU socket only]

Tiers/rows (maximum)
On deck: 10/19
In holds: 10/17

Ballast control system
Make: Emerson
Type: Electro-hydraulic
Water Ballast Treatment System
Make: Erma First
Capacity: 1,000m³/h

Complement
Officers: 13
Crew: 15
Stern appendages: Rudder bulb

Bow thrusters
Make: Kawasaki
Number: 1
Output (each): 3,000kW

Bridge control system
Make: Hyundai Electric
Type: Integrated bridge console
One-man operation: No

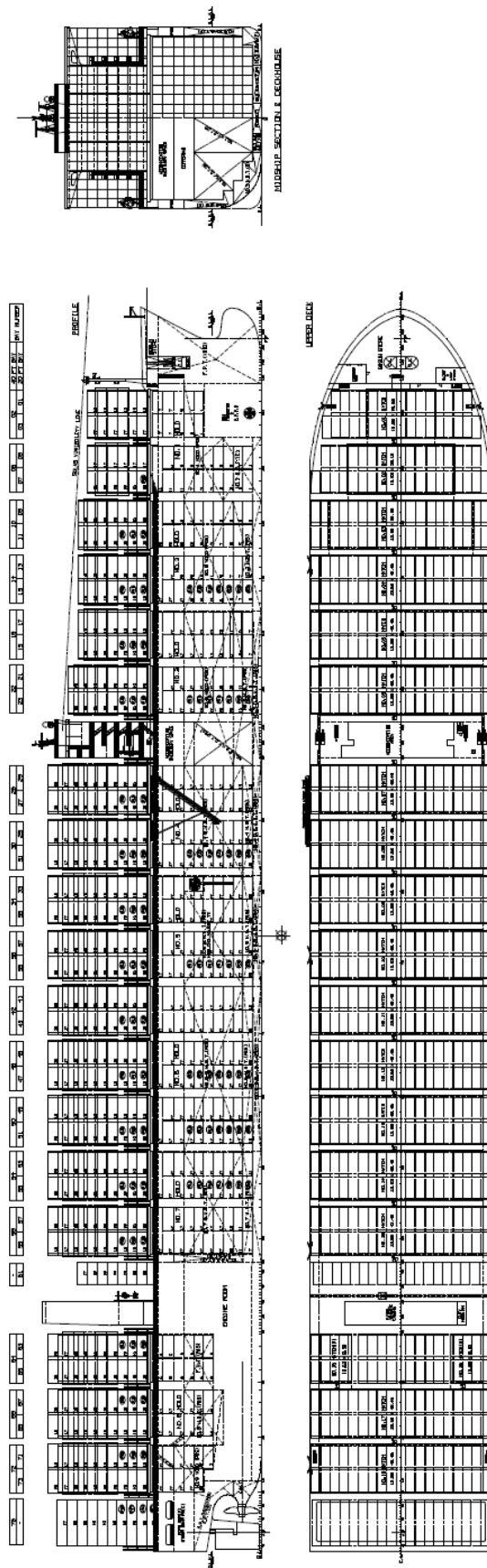
Fire detection system
Make: Consilium
Type: Salwico Cargo

Fire extinguishing systems
Cargo holds: CO₂
Make/Type: NK / Fixed high pressure
Engine room: CO₂
Make/Type: NK / Fixed high pressure

Contract date: 27 March 2014
Launch/float-out date: 5 October 2016
Delivery date: 23 June 2018

COSCO SHII

11,000 TEU CLASS CONTAINER CARRIER



Cuaderno 1. Elección de la cifra de mérito y definición de alternativas.
Selección de la más favorable.

Javier García Ávila

Class No.	18F0072	Chinese Name	中远海运天秤座
English Name	COSCO SHIPPING LIBRA	Signal Letter	VRRV4
IMO No.	9783538	Former Names	
Flag	Hong Kong, China	Registry Port	Hong Kong
Owner	COSCO LUCK SHIPPING LIMITED	Operator	Shanghai Ocean Shipping Co.,Ltd.
Type of Ship and Purposes	Container Ship	Next Special Survey	2023-07-16
Gross	194,864	Net Tonnage	115,302
Dead weight	201,823	Length Overall (LOA)	399.8
Length B. P. (LBP)	383	Moulded B (BM)	58.6
Moulded D (DM)	30.5	Freeboard	7309
Draught	14	Speed	22.5
Hull Character	★CSA	Hull Notation	CLC(V);COMPASS (R,D,F);ERS;HLM;In-Water Survey;Loading Computer (S, I);PSPC(B);SOLAS II-2 Reg19;i-Ship(E)
Machinery Character	★CSM	Machinery Notation	AUT-0;BWMP;BWMS;CMS;DFDR(H,m);FTP;Green Ship II;NEC(II);OMBO;SCM
Deck Erections	Deckhouse:6.3,Forecastle:384.2	Decks	2, Upper Deck & 2nd Deck
Bulkheads	14;Fr.Nos. 12,64,93,111,147,183,219,255,291,306,342,378,414,452	Ballast	51800
Ship Builder	Dalian Shipbuilding Industry Co., Ltd.	Place of Ship Build	China
Date of Ship Build	2018-07-17	Date of build for major portion related to major conversion	
Details of major conversion		Engine Builder	CSSC-MES Diesel Co.,Ltd., Shanghai,China
Boiler Builder	Alfa Laval Qingdao Ltd.	Date of Engine Build	2017-11-17
Date of Boiler Build		Type of Number of Main Engine	11S90ME-C10.5*1;
Cylinders,Diameter,Power &Revolution of Main Engine	11*900*55000*72	Generator,Power &Voltage, number	HSJ7 805-10P*3219.975*6600*2; HSJ7 915-10P*4151.475*6600*2;
Boilers,Pressure,Heating Area	1*0.7*/57 m2;1*0.7*/804 m2;1*0.7*46.23 m2	Containees &specifications	dk:11644;ho:8475

Cuaderno 1. Elección de la cifra de mérito y definición de alternativas.
Selección de la más favorable.

Javier García Ávila

COSCO SHIPPING HIMALAYAS

Class No.	17K0117	Chinese Name	
English Name	COSCO SHIPPING HIMALAYAS	Signal Letter	VRQX8
IMO No.	9757840	Former Names	
Flag	Hong Kong, China	Registry Port	Hong Kong
Owner	COSCO Haerbin Shipping Limited	Operator	Shanghai Ocean Shipping Co.,Ltd.
Type of Ship and Purposes	Container Ship	Next Special Survey	2022-07-24
Gross	154,300	Net Tonnage	84,334
Dead weight	153,812	Length Overall (LOA)	366
Length B. P. (LBP)	350.5	Moulded B (BM)	51.2
Moulded D (DM)	30.2	Freeboard	7524
Draught	14	Speed	22.5
Hull Character	★CSA	Hull Notation	BWMP;CLC (V);COMPASS (R,D,F);ECL;FTP;Green ship II;In-Water Survey;Loading Computer (S, I);PSPC(B);SOLAS II-2 Reg19
Machinery Character	★CSM	Machinery Notation	AUT-0;BWMS;CMS;NEC (II) ;OMBO;SCM
Deck Erections	Deckhouse:6,2	Decks	2: upper deck, 2nd deck
Bulkheads	11, Fr.Nos.:21,93,129,165,201,237,249,285,321,357,413	Ballast	43871
Ship Builder	Shanghai Jiangnan Changxing Shipbuilding Co.,Ltd.	Place of Ship Build	China
Date of Ship Build	2017-07-25	Date of build for major portion related to major conversion	
Details of major conversion		Engine Builder	CSSC-MES Diesel Co.,Ltd.
Boiler Builder	Alfa Laval Qingdao Ltd.	Date of Engine Build	2016-09-26
Date of Boiler Build		Type of Number of Main Engine	10S90ME-C10.5*1;
Cylinders,Diameter,Power &Revolution of Main Engine	10*900*49000*84	Generator,Power &Voltage, number	HSJ7807-10P*3229.5*6600*4;
Boilers,Pressure,Heating Area	1*0.7*/48 m2;1*0.7*/575 m2;1*0.7*46.23 m2	Containees &specifications	dk:8108;ho:6458
Cargo Spaces	21	Volume of Cargo Space	



CMA CGM G. WASHINGTON: Container vessel

Shipbuilder: **Hyundai Heavy Industries**
 Vessel's name: **CMA CGM G. Washington**
 Hull No: **2855**
 Owner/Operator: **CMA CGM**
 Country: **France**
 Designer: **Hyundai Heavy Industries**
 Country: **Republic of Korea**
 Model test establishment used: **Hyundai Maritime Research Institute (HMRI)**
 Flag: **UK**
 IMO number: **9780847**
 Total number of sister ships already completed (excluding ship presented): **4**

The first in a series six container vessels named after US presidents, *CMA CGM G. Washington* was built by Hyundai Heavy Industries to conform specifically with the owner's requirements. In particular, the hull form has been optimised to provide efficient fuel consumption when at the intended operating profile.

At 14,414TEU, the 149,000dwt vessel and its sisters (such as *CMA CGM T. Jefferson*, pictured) have nominally more capacity than the neo-Panamax container ships of previous generations, which typically offered around 13,000TEUs. In September 2017, *CMA CGM Theodore Roosevelt* became the largest vessel to date to traverse the Panama Canal. *CMA CGM G. Washington* is UK registered and built under the auspices of Bureau Veritas.

TECHNICAL PARTICULARS

Length oa: 366m
 Length bp: 350m
 Breadth moulded: 48.2m
 Depth moulded
 To main deck: 29.85m
 Draught
 Scantling: 16m
 Design: 14.5m
 Gross: 140,830gt
 Deadweight
 Design:
 Scantling: abt. 148,000t
 Speed, service: 21.7knots
 Bunkers (m³)
 Heavy oil: ca. 9,200
 Diesel oil: ca. 1,500
 Water ballast (m³): ca. 32,900
 Classification society and notations: BV
 I, +HULL, +MACH, Container ship, ESA, WhiSp2, Unrestricted navigation, ALP, +AUT-UMS, +AUT-PORT, +VeriSTAR-HULL DFL 25 years, CLEANSHIP, CPS(WBT), FORS, GREEN

PASSPORT, INWATERSURVEY, LASHING-WW, LI-HG-S2, MON-SHAFT, SDS.

Main engine
 Design: Hyundai-WinGD
 Model: 10X92
 Manufacturer: Hyundai Heavy Industries
 Number: 1
 Type of fuel: HFO, ULSFO and MGO
 Output of each engine: 50,190 kW (MCR)

Propeller(s)
 Designer/Manufacturer: Hyundai Heavy Industries
 Number: 1
 Fixed/Controllable pitch: Fixed
 Diesel-driven alternators
 Number: 4 (3 + 1)
 Engine make/type: Hyundai, 9H32/40 and 6H32/40
 Type of fuel: HFO or ULSFO or MGO
 Output/speed of each set: 4,500kW x 720rpm / 3,000kW x 720rpm
 Alternator make/type: Hyundai
 Output/speed of each set: 4,320kW x 720rpm / 2,880kW x 720rpm

Boiler
 Number: 1
 Type: Automatic, forced draft, marine
 Make: Kangrim
 Output: 4,500kg/h

Cargo cranes/cargo gear: Hose-handling crane / Provision crane
 Number: 2
 Make: DMC
 Type: Electro-hydraulic
 Performance: 4t SWL

Other cranes
 Number: 1
 Make: Oriental Precision
 Type: Electric motor-driven
 Tasks: Monorail hoist
 Performance: 12.5t SWL

Mooring equipment
 Number: 2 windlass, 10 mooring winch
 Make: NOV-BLM
 Type: Electric

Special lifesaving equipment
 Number of each and capacity: 2, 35 persons each
 Make: Hatecke
 Type: Conventional

Hatch covers
 Design: SMS

Manufacturer: Marintech
 Type (upper deck/other decks): Pontoon, non-sequential operation type

Containers
 Total TEU capacity: 14,414
 On deck: 8,420
 In holds: 5,994
 Reefer plugs: 1,400TEU
 Tiers/rows (maximum)
 On deck: 11 / 19
 In holds: 11 / 17

Ballast control system
 Make: Kongsberg
 Type: K-Chief 600 (PC type)

Water ballast treatment system
 Make: BIO-UV
 Capacity: 2,000m³/hr

Complement
 Officers: 19
 Crew: 16
 Suez/Repair Crew: ... 1 cabin for 6 Suez crew and 1 cabin for Suez electrician

Bow thrusters:
 Make: Kawasaki
 Number: 2
 Output: 2,500kW each

Bridge control system
 Make: Kongsberg
 Type: Auto Chief 600
 Is bridge fitted for one-man operation? ... Yes

Fire detection system
 Make: Consilium
 Type: Salwico Cargo (Addressable type)

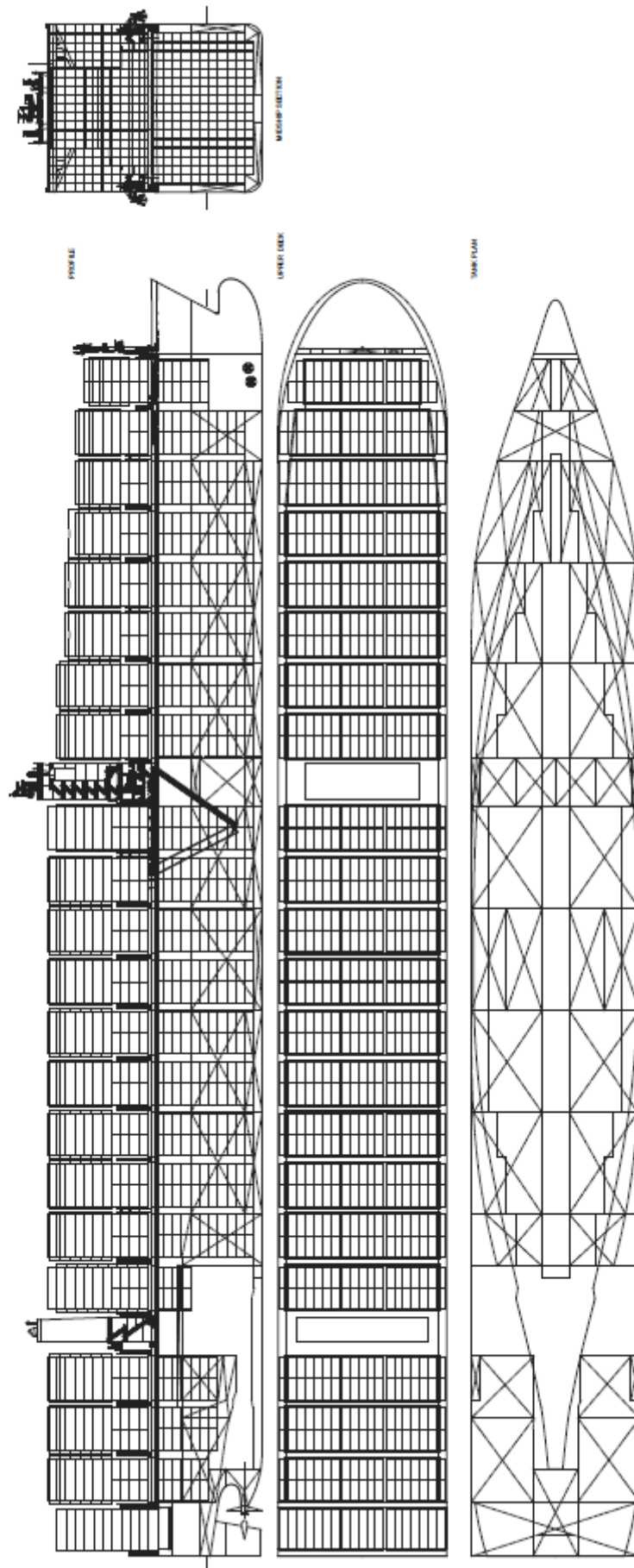
Fire extinguishing systems
 Cargo holds:
 Make/Type: NK / CO₂
 Engine room:
 Make/Type: NK / CO₂

Radars
 Number: 3 (one for S-band and two for X-band)
 Make: Sperry
 Models: Visionmaster FT

Integrated bridge system: Yes
 Make: Sperry
 Model: Visionmaster FT ECDIS

Waste disposal plant
 Sewage plant
 Make: Il Seung (Biological type)
 Model: ISB-11

Contract date: 29 May 2015
 Launch/float-out date: 7 October 2016
 Delivery date: 20 April 2017



Cuaderno 1. Elección de la cifra de mérito y definición de alternativas.
Selección de la más favorable.

Javier García Ávila

MSC REEF

Class No.	16E0107	Chinese Name	
English Name	MSC REEF	Signal Letter	D5LQ2
IMO No.	9754965	Former Names	
Flag	Liberia	Registry Port	Monrovia
Owner	XIANGFU INTERNATIONAL SHIP LEASE CO., LIMITED	Operator	MSC Mediterranean Shipping Company S.r.l.
Type of Ship and Purposes	Container Ship	Next Special Survey	2021-07-26
Gross	194,308	Net Tonnage	112,221
Dead weight	200,148	Length Overall (LOA)	398.45
Length B. P. (LBP)	382.4	Moulded B (BM)	59
Moulded D (DM)	30.3	Freeboard	6579
Draught	14.5	Speed	22.65
Hull Character	★_CSA	Hull Notation	BWMP;DFDR(H,m);In-Water Survey;Loading Computer (S, I, D);SOLAS II-2 Reg19
Machinery Character	★_CSM_	Machinery Notation	AUT-0;BWMS;Clean;SCM
Deck Erections	Deckhouse:6.4	Decks	2, Upper Deck/2nd Deck
Bulkheads	13, FR11/25/60/70/80/90/100/110/126/136/146/156/167	Ballast	61282
Ship Builder	Daewoo Shipbuilding & Marine Engineering Co.,Ltd.	Place of Ship Build	Korea
Date of Ship Build	2016-07-27	Date of build for major portion related to major conversion	
Details of major conversion		Engine Builder	Doosan Engine Co., Ltd., Changwon, Korea.
Boiler Builder	Kangrim Heavy Ind Co., Ltd	Date of Engine Build	2016-01-07
Date of Boiler Build		Type of Number of Main Engine	11G95ME-C9.5 Tier II*1;
Cylinders,Diameter,Power &Revolution of Main Engine	11*950*62380*80	Generator,Power &Voltage, number	HSJ7 809-10P*3800*6600*2; HSJ7 915-10P*4300*6600*2;
Boilers,Pressure,Heating Area	2*0.7*/82.1 m2;1*0.7*/846.03 m2;1*0.7*70.24 m2	Containees &specifications	dk:11258;ho:7966
Cargo Spaces	11	Volume of Cargo Space	7966.00 M ³


Cuaderno 1. Elección de la cifra de mérito y definición de alternativas.
Selección de la más favorable.

Javier García Ávila



CSCL BOHAI SEA

Class No.	14T0110	Chinese Name	中海渤海
English Name	CSCL BOHAI SEA	Signal Letter	VRNG8
IMO No.	9645889	Former Names	
Flag	Hong Kong, China	Registry Port	Hong Kong
Owner	FPG SHIPHOLDING PANAMA 51 S.A.	Operator	Shanghai Ocean Shipping Co.,Ltd.
Type of Ship and Purposes	Container Ship	Next Special Survey	2024-06-08
Gross	116,603	Net Tonnage	73,378
Dead weight	121,824	Length Overall (LOA)	335.32
Length B. P. (LBP)	319	Moulded B (BM)	48.6
Moulded D (DM)	27.2	Freeboard	5315
Draught	14	Speed	23.79
Hull Character	★CSA	Hull Notation	AFS;BWMP;ERS;FTP;Ice Class B;In-Water Survey;Loading Computer (S, I);PSPC(B)
Machinery Character	★CSM	Machinery Notation	AUT-0;BWMS;Clean;PMS;RSC;SCM
Deck Erections	Deckhouse:13,94,Forecastle:21	Decks	2; Upper deck & Tween deck
Bulkheads	13; Fr.Nos.13,47,83,106,142,178,214,232,250,286,322,376,378	Ballast	33067
Ship Builder	Dalian Shipbuilding Industry Co., Ltd.	Place of Ship Build	China
Date of Ship Build	2014-06-09	Date of build for major portion related to major conversion	
Details of major conversion		Engine Builder	Mitsui Engineering & Shipbuilding Co., Ltd. Tamano Works, Japan
Boiler Builder	Alfa Laval Qingdao Ltd.	Date of Engine Build	2014-04-17
Date of Boiler Build		Type of Number of Main Engine	10S90ME-C9,2*1;
Cylinders,Diameter,Power &Revolution of Main Engine	10*900*58100*84	Generator,Power &Voltage, number	HEW63C-10*1900*6600*1; HEW70C-10*2850*6600*3;
Boilers,Pressure,Heating Area	1*0.7*/877 m2;1*0.7*75 m2	Containees &specifications	ho:19
Cargo Spaces	9	Volume of Cargo Space	

HYUNDAI JUPITER

HYUNDAI JUPITER		IMO: 9725134	Asset type: Container Ship (Fully Cellular)
		Class status: Classed	Date of build: 21 Mar 2016
		Gross tonnage: 110632	Flag: United Kingdom
Asset details			
Registry information		LR Contract Office(s)	
Port of registry London	Call sign MEED8	Contract Office United Kingdom - GB110	Contract Type Block Fee
Official number 923629	Asset type Container Ship (Fully Cellular)	Email/Website ukisurveys@lr.org	Telephone Number +44 3304 140023
Former asset names Maersk Suzhou	Yard DAEWOO SHIPBUILDING &	Contract Office United Kingdom - GB110	Contract Type MMS
Yard number 4292	Keel laying date 03 Nov 2015	Email/Website ukisurveys@lr.org	Telephone Number +44 3304 140023
Date of build 21 Mar 2016	Country of build Korea (South)		
Flag United Kingdom	Builder Daewoo Shipbuilding & Marine E	Ownership and management details	
MMSI number 232018919	Asset lifecycle status In Service	Registered owner	
Principal dimensions (m, t)		Lorpie Shipping Ltd-BVI	Phone number +44 20 7333 2222
Length overall 324	Length between perpendiculars 308	Email/Website -	
Breadth moulded 48.4	Breadth extreme -	Address 2, Portman Street, 5th Floor, Portman House, London W1H 6DU, United Kingdom	
Draught max 15.5	Depth moulded 27.3		
Gross tonnage 110632	Net tonnage 72337		
Deadweight 124092	Decks 1		
Propulsion OIL ENGINE(S), DIRECT DRIVE			

MSC ISTAMBUL

  MSC ISTANBUL		IMO: Asset type: Class status: Date of build: Gross tonnage: Flag:	9606326 Container Ship (Fully Cellular) Classed 19 Jan 2015 176490 Liberia
Asset details			
Registry information		LR Contract Office(s)	
Port of registry Monrovia Official number 17537 Former asset names - Yard number 1529 Date of build 19 Jan 2015 Flag Liberia MMSI number 636017537	Call sign D5LL2 Asset type Container Ship (Fully Cellular) Yard STX OFFSHORE & SHBL Keel laying date 09 May 2014 Country of build Korea (South) Builder STX Offshore & Shipbuilding Co Asset lifecycle status In Service	Contract Office Italy - IT365 Email/Website italyclientcare@lr.org Contract Office Italy - IT365 Email/Website italyclientcare@lr.org	Contract Type Block Fee Telephone Number +39 010 248871 Contract Type MMS Telephone Number +39 010 248871
Principal dimensions (m, t)		Ownership and management details	
Length overall 399 Breadth moulded 54 Draught max 16.021 Gross tonnage 176490 Deadweight 186650 Propulsion OIL ENGINE(S), DIRECT DRIVE	Length between perpendiculars 383 Breadth extreme - Depth moulded 29.9 Net tonnage 100545 Decks 1	Registered owner Sea 38 Leasing Co Ltd Email/Website - Address 12-14, chemin Rieu, Geneva 1208 Switzerland	Phone number +41 22 703 8888

CMA CGM MEKONG (Container Carrier)		
Class State: Classed	Class #: 15255474	IMO #: 9718105
Call Sign: OXZT2	Flag: The Kingdom of Denmark	Lifecycle State: In Operation
Official Number: D 4920		Services: Load Line Certification
<h3>Milestone Dates</h3> <p>Steel Cutting Date 18-Aug-2014</p> <hr/> <p>Keel Laying Date 15-Dec-2014</p> <hr/> <p>Launch Date 17-Apr-2015</p> <hr/> <p>Delivery Date 10-Jul-2015</p>	<h3>Characteristics</h3> <p>Design Deadweight (tonnes) 111039.5</p> <hr/> <p>Estimated Gross Tonnage 94730</p> <hr/> <p>Design TEU 10000</p> <hr/> <p>Design Speed Ahead (knots) 22</p> <hr/> <p>Number of Crew 28</p> <hr/> <p>Length Overall (LOA) (m) 299.92</p> <hr/> <p>Breadth Molded (B) (m) 48.2</p> <hr/> <p>Depth Molded (D) (m) 24.8</p> <hr/> <p>Length Scantling (Ls) (m) 281.62</p> <hr/> <p>Length Between Perpendiculars (LBP) (m) 287</p> <hr/> <p>Breadth Overall (m) 48.284</p> <hr/> <p>Depth Scantling (Ds) (m) 14.5</p> <hr/> <p>Length of flat bottom (mm) 245.85</p> <hr/> <p>Sheer at FP (mm) 2984</p> <hr/> <p>STEM Overhang (m) 8.16</p> <hr/> <p>STERN Overhang (m) 4.7</p> <hr/> <p>Web Frame Depth (m) 2.1</p> <hr/> <p>Flat of Deck (m) 2.98</p> <hr/> <p>Flat of bottom breadth (mm) 38060</p> <hr/> <p>Bilge Radius (mm) 4500</p> <hr/> <p>Camber (mm) 300</p> <hr/> <p>Description of bottom molded form Keel</p>	<p>Design Draft (m) 12.5</p> <hr/> <p>Draft Molded (m) 14.5</p> <hr/> <p>Draft Scantling (m) 14.5</p> <hr/> <p>Max draft at AP (m) 15.21</p> <hr/> <p>Min draft at AP (m) 10.31</p> <hr/> <p>Max draft at FP (m) 14.03</p> <hr/> <p>Min draft at FP (m) 3.84</p> <hr/> <p>Bulb Length (m) 13.4</p> <hr/> <p>Bulb Breadth (m) 6.8</p> <hr/> <p>Bulb Depth (m) 13.4</p> <hr/> <p>Bulb Length from FP (m) 8.1</p> <hr/> <p>Bulb Breadth FP (m) 4.6</p> <hr/> <p>Bulb Depth (m) 13.4</p> <hr/> <p>Bulb Length from FP (m) 8.1</p> <hr/> <p>Bulb Breadth FP (m) 4.6</p> <hr/> <p>Bulb Depth FP (m) 11</p> <hr/> <p>Bulb Frame Section Area at FP (SqM) 49.45</p>
<h3>Categories</h3> <p>Vessel Description Container Carrier</p> <hr/> <p>Vessel Type Container Carrier</p> <hr/> <p>SOLAS Category Cargo Ship</p> <hr/> <p>MARPOL Category Not an Oil Tanker</p> <hr/> <p>IBC_IGC Category Not Applicable</p> <hr/> <p>ISM Category Other Cargo Ship</p> <hr/> <p>Functions Carriage of Dangerous Goods, Refrigerated Cargo</p>		<h3>Vessel Other Info</h3> <p>Tanker Certified to Carry Heavy Grade Oil (HGO) Cargo No</p> <hr/> <p>Condition Assessment Scheme (CAS) No</p> <hr/> <p>Equipment Numeral U-56</p>

Cuaderno 1. Elección de la cifra de mérito y definición de alternativas.
Selección de la más favorable.

Javier García Ávila

COSCO ITALY (Container Carrier)

Class State: **Classed**

Call Sign: VRNE4

Official Number: HK-4060

Class #: 14216148

Flag: The Hong Kong Special Administrative Region of the People's Republic of China

Port: HONG KONG

IMO #: 9516454

Lifecycle State: In Operation

Services: Load Line Certification, Load Line Certification

Milestone Dates

Steel Cutting Date

09-Aug-2011

Keel Laying Date

28-Oct-2011

Launch Date

09-Feb-2014

Delivery Date

29-Apr-2014

Categories

Vessel Description

Container Carrier

Vessel Type

Container Carrier

SOLAS Category

Cargo Ship

MARPOL Category

Not an Oil Tanker

IBC_IGC Category

Not Applicable

ISM Category

Other Cargo Ship

Functions

Carriage of Dangerous Goods

Characteristics

Design Deadweight (tonnes)

157000

Estimated Gross Tonnage

153666

Design TEU

13386

Design Speed Ahead (knots)

24.3

Number of Crew

29

Length Overall (LOA) (m)

365.9

Breadth Molded (B) (m)

51.2

Depth Molded (D) (m)

29.85

Length Between Perpendiculars (LBP) (m)

348

STEM Overhang (m)

10

STERN Overhang (m)

7.9

Web Frame Depth (m)

2.25

Flat of Deck (m)

5.46

Flat of bottom breadth (mm)

5460

Bilge Radius (mm)

5000

Camber (mm)

600

Description of bottom molded form

Duct Keel

Design Draft (m)

14.5

Draft Molded (m)

15.5

Draft Scantling (m)

15.5

Bulb Length (m)

10

Bulb Breadth (m)

17.4

Bulb Depth (m)

15.5

Bulb Length from FP (m)

10

Bulb Breadth FP (m)

17.4

Vessel Other Info

Tanker Certified to Carry Heavy Grade Oil (HGO) Cargo

No

Condition Assessment Scheme (CAS)

No

Equipment Numeral

U-59

Notations

ABS Class Notations

✱A1, Container Carrier, Ⓔ, ✱AMS, ✱ACCU, CPS, FL 30, SH, SHCM

Additional Notations

CRC, RW, NIBS, ES, SH-DLA, TCM, CSC, RRDA, UWILD

Service Restrictions - Geographical Area

Unrestricted Service

MSC Prepositioning Ship

No

Previous Class Society

NOT SPECIFIED

National Defense Reserve Fleet

Not Specified

Cuaderno 1. Elección de la cifra de mérito y definición de alternativas.
Selección de la más favorable.

Javier García Ávila

OOCL BRUSSELS (Container Carrier)

Class State: **Classed** Class #: 13232731 IMO #: 9622590
 Call Sign: VRLJ3 Flag: The Hong Kong Special Administrative Region of the People's Republic of China Lifecycle State: In Operation
 Official Number: HK-3681 Port: HONG KONG Services: ISM Certification, Load Line Certification, MLC Certification, ISPS Certification

Milestone Dates

Steel Cutting Date
10-Feb-2012

Keel Laying Date
13-Aug-2012

Launch Date
03-Nov-2012

Delivery Date
26-Mar-2013

Categories

Vessel Description
Container Carrier

Vessel Type
Container Carrier

SOLAS Category
Cargo Ship

MARPOL Category
Not an Oil Tanker

IBC_IGC Category
Not Applicable

ISM Category
Other Cargo Ship

Functions
Carriage of Dangerous Goods

Characteristics

Design Deadweight (tonnes)
144150

Estimated Gross Tonnage
141003

Design TEU
13200

Design Speed Ahead (knots)
23.5

Number of Crew
30

Length Overall (LOA) (m)
366.469

Breadth Molded (B) (m)
48.2

Depth Molded (D) (m)
29.8

Length Scantling (Ls) (m)
344.93

Length Between Perpendiculars (LBP) (m)
350

STERN Overhang (m)
7

Flat of bottom breadth (mm)
38260

BiIge Radius (mm)
4500

Camber (mm)
400

Description of bottom molded form
NOT SPECIFIED

Design Draft (m)
14

Draft Molded (m)
14

Draft Scantling (m)
15.5

Bulb Breadth (m)
6

Bulb Depth (m)
12.556

Bulb Length from FP (m)
10.796

Bulb Breadth FP (m)
6

Bulb Depth FP (m)
12.556

Tonnage Characteristics

Regulation
ITC **Registered**
Gross Tonnage
141003
Net Tonnage
69987

Regulation
Panama
Gross Tonnage
Net Tonnage
144368

Freeboard Assignment

Freeboard
Conventional Freeboard from Ring# 02

Displacement (tonnes)
186922.2

Deadweight (tonnes)
144150

Calculated Freeboard (mm)
7424

Displacement (tonnes)
186922.2

Deadweight (tonnes)
144150

Calculated Freeboard (mm)
7424

State
Active

Builder Designation

Builder
SAMSUNG HEAVY INDUSTRIES CO., LTD.

Builder Role
Primary Builder

WCN
883646

Hull Number
2003

Address
80 JANGPYEONG 3-RO, GEOJE-SI,GYEONGSANGNAM-DO,
53261 KR

Project Description
NEW CONSTRUCTION - 13,000TEU CONTAINER

Date
23-Mar-2011

ANEXO 2. RESULTADOS DEL ESTUDIO DE RESISTENCIA

Resistance

7 feb 2022 06:31
HydroComp NavCad 2018

Project ID
Description
File name C1.hcnc

Analysis parameters

Vessel drag		ITTC-78 (CT)	Added drag	
Technique:	[Calc]	Prediction	Appendage:	[Calc] Holtrop (Component)
Prediction:		Holtrop	Wind:	[Calc] Taylor
Reference ship:			Seas:	[Off]
Model LWL:			Shallow/channel:	[Off]
Expansion:		Custom	Towed:	[Off]
Friction line:		ITTC-57	Margin:	[Calc] Hull + added drag [10%]
Hull form factor:	[On]	1,273	Water properties	
Speed corr:	[On]		Water type:	Salt
Spray drag corr:	[Off]		Density:	1026,00 kg/m3
Corr allowance:		0,000050	Viscosity:	1,18920e-6 m2/s
Roughness [mm]:	[On]	0,15		

Prediction method check [Holtrop]

Parameters	FN [design]	CP	LWL/BWL	BWL/T	Lambda
Value	0,19	0,77	6,72	3,51	0,91
Range	0,06-0,37	0,55-0,85	3,90-14,90	2,10-4,00	0,01-1,07

Prediction results

SPEED [kt]	SPEED COEFS		ITTC-78 COEFS						
	FN	FV	RN	CF	[CV/CF]	CR	dCF	CA	CT
20,50	0,178	0,441	3,16e9	0,001334	1,266	0,000313	0,000000	0,000050	0,002052
21,00	0,183	0,452	3,23e9	0,001330	1,265	0,000357	0,000000	0,000050	0,002090
21,50	0,187	0,462	3,31e9	0,001326	1,264	0,000405	0,000000	0,000050	0,002132
+ 22,00 +	0,192	0,473	3,39e9	0,001323	1,263	0,000456	0,000000	0,000050	0,002178
22,50	0,196	0,484	3,47e9	0,001319	1,262	0,000512	0,000000	0,000050	0,002228
23,00	0,200	0,495	3,54e9	0,001316	1,261	0,000572	0,000000	0,000050	0,002282
23,50	0,205	0,505	3,62e9	0,001313	1,260	0,000636	0,000000	0,000050	0,002340
24,00	0,209	0,516	3,70e9	0,001310	1,259	0,000702	0,000000	0,000050	0,002401
24,50	0,213	0,527	3,77e9	0,001306	1,257	0,000772	0,000000	0,000050	0,002464
25,00	0,218	0,538	3,85e9	0,001303	1,256	0,000845	0,000000	0,000050	0,002531
RESISTANCE									
SPEED [kt]	RBARE [kN]	RAPP [kN]	RWIND [kN]	RSEAS [kN]	RCHAN [kN]	RTOWED [kN]	RMARGIN [kN]	RTOTAL [kN]	
20,50	2553,27	0,00	45,99	0,00	0,00	0,00	259,93	2859,18	
21,00	2729,02	0,00	48,26	0,00	0,00	0,00	277,73	3055,01	
21,50	2917,85	0,00	50,58	0,00	0,00	0,00	296,84	3265,28	
+ 22,00 +	3120,75	0,00	52,96	0,00	0,00	0,00	317,37	3491,09	
22,50	3338,94	0,00	55,40	0,00	0,00	0,00	339,43	3733,77	
23,00	3573,60	0,00	57,89	0,00	0,00	0,00	363,15	3994,64	
23,50	3825,35	0,00	60,43	0,00	0,00	0,00	388,58	4274,36	
24,00	4094,09	0,00	63,03	0,00	0,00	0,00	415,71	4572,83	
24,50	4379,79	0,00	65,68	0,00	0,00	0,00	444,55	4890,02	
25,00	4683,92	0,00	68,39	0,00	0,00	0,00	475,23	5227,55	
EFFECTIVE POWER									
SPEED [kt]	PEBARE [kW]	PETOTAL [kW]	OTHER						
			CTLR	CTLT	RBARE/W				
20,50	26927,0	30153,2	0,00613	0,04014	0,00128				
21,00	29482,5	33004,2	0,00699	0,04088	0,00137				
21,50	32273,1	36115,8	0,00792	0,04170	0,00146				
+ 22,00 +	35320,0	39511,3	0,00893	0,04260	0,00156				
22,50	38648,3	43218,4	0,01002	0,04357	0,00167				
23,00	42283,7	47265,4	0,01119	0,04463	0,00179				
23,50	46246,4	51674,6	0,01243	0,04576	0,00192				
24,00	50548,3	56459,1	0,01374	0,04695	0,00205				
24,50	55202,4	61633,3	0,01510	0,04820	0,00219				
25,00	60240,5	67232,1	0,01652	0,04951	0,00235				

Report ID:0226207-1801

HydroComp NavCad 2018 18.04.0073.0830.L1/002

Resistance

7 feb 2022 06:31

HydroComp NavCad 2018

Project ID

Description

File name C1.hcnc

Hull data

General		Planing	
Configuration:	Monohull	Proj chine length:	0,000 m
Chine type:	Round/multiple	Proj bottom area:	0,000 m ²
Length on WL:	356,000 m	LCG fwd TR:	[XCG/LP 0,000] 0,000 m
Max beam on WL:	[LWL/BWL 6,717] 53,000 m	VCG below WL:	0,000 m
Max molded draft:	[BWL/T 3,510] 15,100 m	Aft station (fwd TR):	0,000 m
Displacement:	[CB 0,697] 203623,00 t	Deadrise:	0,00 deg
Wetted surface:	[CS 2,594] 21808,000 m ²	Chine beam:	0,000 m
ITTC-78 (CT)		Chine ht below WL:	0,000 m
LCB fwd TR:	[XCB/LWL 0,500] 178,000 m	Fwd station (fwd TR):	0,000 m
LCF fwd TR:	[XCF/LWL 0,500] 178,000 m	Deadrise:	0,00 deg
Max section area:	[CX 0,908] 727,002 m ²	Chine beam:	0,000 m
Waterplane area:	[CWP 0,839] 15839,000 m ²	Chine ht below WL:	0,000 m
Bulb section area:	55,475 m ²	Propulsor type:	Propeller
Bulb ctr below WL:	7,000 m	Max prop diameter:	9600,0 mm
Bulb nose fwd TR:	360,000 m	Shaft angle to WL:	0,00 deg
Imm transom area:	[ATR/AX 0,000] 0,000 m ²	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	Transom lift device:	Flap
Half entrance angle:	29,96 deg	Device count:	0
Bow shape factor:	[WL flow] 1,0	Span:	0,000 m
Stern shape factor:	[WL flow] 1,0	Chord length:	0,000 m
		Deflection angle:	0,00 deg
		Tow point fwd TR:	0,000 m
		Tow point below WL:	0,000 m

Report ID:00220207-1831

HydroComp NavCad 2018 18.04.0073.0539.U1002

Resistance

7 feb 2022 06:31

HydroComp NavCad 2018

Project ID

Description

File name C1.hcnc

Appendage data

General		Skeg/Keel	
Definition:	Percentage	Count:	0
Percent of hull drag:	5,00 %	Type:	Skeg
Planing influence		Mean length:	0,000 m
LCE fwd TR:	0,000 m	Mean width:	0,000 m
VCE below WL:	0,000 m	Height aft:	0,000 m
Shafting		Height mid:	0,000 m
Count:	1	Height fwd:	0,000 m
Max prop diameter:	9600,0 mm	Projected area:	0,000 m2
Shaft angle to WL:	0,00 deg	Wetted surface:	0,000 m2
Exposed shaft length:	0,000 m	Stabilizer	
Shaft diameter:	0,000 m	Count:	0
Wetted surface:	0,000 m2	Root chord:	0,000 m
Strut bossing length:	0,000 m	Tip chord:	0,000 m
Bossing diameter:	0,000 m	Span:	0,000 m
Wetted surface:	0,000 m2	T/C ratio:	0,000
Hull bossing length:	0,000 m	LE sweep:	0,00 deg
Bossing diameter:	0,000 m	Wetted surface:	0,000 m2
Wetted surface:	0,000 m2	Projected area:	0,000 m2
Strut (per shaft line)		Dynamic multiplier:	1,00
Count:	0	Bilge keel	
Root chord:	0,000 m	Count:	0
Tip chord:	0,000 mm	Mean length:	0,000 m
Span:	0,000 m	Mean base width:	0,000 m
T/C ratio:	0,000	Mean projection:	0,000 m
Projected area:	0,000 m2	Wetted surface:	0,000 m2
Wetted surface:	0,000 m2	Tunnel thruster	
Exposed palm depth:	0,000 m	Count:	0
Exposed palm width:	0,000 m	Diameter:	0,000 m
Rudder		Sonar dome	
Count:	1	Count:	0
Rudder location:	Behind propeller	Wetted surface:	0,000 m2
Type:	Balanced foil	Miscellaneous	
Root chord:	0,000 m	Count:	0
Tip chord:	0,000 m	Drag area:	0,000 m2
Span:	0,000 m	Drag coef:	0,00
T/C ratio:	0,000		
LE sweep:	0,00 deg		
Projected area:	0,000 m2		
Wetted surface:	0,000 m2		

Environment data

Wind		Seas	
Wind speed:	0,00 kt	Significant wave ht:	0,060 m
Angle off bow:	0,00 deg	Modal wave period:	0,0 sec
Gradient correction:	Off	Shallow/channel	
Exposed hull		Water depth:	0,000 m
Transverse area:	0,000 m2	Type:	Shallow water
VCE above WL:	0,000 m	Channel width:	0,000 m
Profile area:	0,000 m2	Channel side slope:	0,00 deg
Superstructure		Hull girth:	0,000 m
Superstructure shape:	Container ship		
Transverse area:	898,880 m2		
VCE above WL:	0,000 m		
Profile area:	7097,216 m2		

Report ID:00220207-1801

HydroComp NavCad 2018 18.04.0073.0539.U1.002

Resistance

7 feb 2022 06:31

HydroComp NavCad 2018

Project ID

Description

File name C1.honc

Symbols and values

SPEED = Vessel speed
FN = Froude number [LWL]
FV = Froude number [VOL]
RN = Reynolds number [LWL]
CF = Frictional resistance coefficient
CV/CF = Viscous/frictional resistance coefficient ratio [dynamic form factor]
CR = Residuary resistance coefficient
dCF = Added frictional resistance coefficient for roughness
CA = Correlation allowance [dynamic]
CT = Total bare-hull resistance coefficient
RBARE = Bare-hull resistance
RAPP = Additional appendage resistance
RWIND = Additional wind resistance
RSEAS = Additional sea-state resistance
RCHAN = Additional shallow/channel resistance
RTOWED = Additional towed object resistance
RMARGIN = Resistance margin
RTOTAL = Total vessel resistance
PEBARE = Bare-hull effective power
PETOTAL = Total effective power
CTLR = Telfer residuary resistance coefficient
CTLT = Telfer total bare-hull resistance coefficient
RBARE/W = Bare-hull resistance to weight ratio
+ = Design speed indicator
* = Exceeds parameter limit

Propulsion

7 feb 2022 06:30

HydroComp NavCad 2018

Project ID

Description

File name C1.hnc

Analysis parameters

Hull-propulsor interaction		System analysis	
Technique:	[Calc] Prediction	Cavitation criteria:	Keller eqn
Prediction:	Holtrop	Analysis type:	Free run
Reference ship:		CPP method:	
Max prop diam:	9600,0 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 stem corr:	[Off]		

Prediction method check [Holtrop]

Parameters	FN [design]	CP	LWL/BWL	BWL/T
Value	0,19	0,77	6,72	3,51
Range	0,06-0,80	0,55-0,85	3,90-14,90	2,10-4,00

Prediction results [System]

SPEED [kt]	HULL-PROPULSOR				ENGINE			FUEL PER ENGINE	
	PETOTAL [kW]	WFT	THD	EFFR	RPMENG [RPM]	PBENG [kW]	LOADENG [% rated]	VOLRATE [L/h]	MASSRATE [t/h]
20,50	30153,2	0,3399	0,2113	0,9969	81	48569,8	0,0	---	---
21,00	33004,2	0,3397	0,2113	0,9969	83	53416,0	0,0	---	---
21,50	36115,8	0,3395	0,2113	0,9969	86	58754,6	0,0	---	---
+ 22,00 +	39511,3	0,3392	0,2113	0,9969	89	64638,0	0,0	---	---
22,50	43218,4	0,3390	0,2113	0,9969	91	71127,2	0,0	---	---
23,00	47265,4	0,3388	0,2113	0,9969	94	78286,6	0,0	---	---
23,50	51674,6	0,3387	0,2113	0,9969	97	86169,2	0,0	---	---
24,00	56459,1	0,3385	0,2113	0,9969	100	94810,6	0,0	---	---
24,50	61633,3	0,3383	0,2113	0,9969	103	104248,7	0,0	---	---
25,00	67232,1	0,3381	0,2113	0,9969	106	114566,5	0,0	---	---
SPEED [kt]	EFFICIENCY			THRUST					
	EFFO	EFFOA	MERIT	THRPROP [kN]	DELTHR [kN]				
20,50	0,5373	0,6208	0,53929	3625,27	2859,17				
21,00	0,5350	0,6179	0,5416	3873,57	3055,01				
21,50	0,5324	0,6147	0,54409	4140,17	3265,27				
+ 22,00 +	0,5296	0,6113	0,54674	4426,49	3491,08				
22,50	0,5266	0,6076	0,54956	4734,21	3733,77				
23,00	0,5234	0,6037	0,55253	5064,97	3994,64				
23,50	0,5200	0,5997	0,55563	5419,63	4274,35				
24,00	0,5165	0,5955	0,55879	5798,07	4572,82				
24,50	0,5130	0,5912	0,56199	6200,27	4890,02				
25,00	0,5093	0,5868	0,56522	6628,22	5227,54				
SPEED [kt]	POWER DELIVERY								TRANSP
	RPMPROP [RPM]	QPROP [kN-m]	QENG [kN-m]	PDPROP [kW]	PSPROP [kW]	PSTOTAL [kW]	PBTOTAL [kW]		
20,50	81	5537,82	5537,82	47112,7	48569,8	48569,8	48569,8	433,6	
21,00	83	5910,73	5910,73	51813,5	53416,0	53416,0	53416,0	403,9	
21,50	86	6310,25	6310,25	56992,0	58754,6	58754,6	58754,6	375,9	
+ 22,00 +	89	6738,40	6738,40	62698,9	64638,0	64638,0	64638,0	349,6	
22,50	91	7197,58	7197,58	68993,4	71127,2	71127,2	71127,2	325,0	
23,00	94	7690,13	7690,13	75938,0	78286,6	78286,6	78286,6	301,8	
23,50	97	8217,26	8217,26	83584,1	86169,2	86169,2	86169,2	280,2	
24,00	100	8778,77	8778,77	91966,3	94810,6	94810,6	94810,6	260,0	
24,50	103	9374,63	9374,63	101121,2	104248,7	104248,7	104248,7	241,4	
25,00	106	10007,68	10007,68	111129,5	114566,5	114566,5	114566,5	224,2	

Report 102022007-1830

HydroComp NavCad 2018 18.04.0073.0539_U1002

Propulsion

7 feb 2022 06:30
HydroComp NavCad 2018

Project ID
Description
File name C1.hcnc

Prediction results [Propulsor]

SPEED [kt]	CAVITATION								
	SIGMAV	SIGMAN	SIGMA07R	TIPSPEED [m/s]	MINBAR	PRESS [kPa]	CAVAVG [%]	CAVMAX [%]	PITCHFC [mm]
20,50	7,06	2,04	0,40	40,71	0,760	56,67	3,6	3,6	7055,9
21,00	6,73	1,92	0,37	41,95	0,798	60,55	4,1	4,1	7043,2
21,50	6,41	1,81	0,35	43,22	0,840	64,72 !	4,8	4,8	7029,5
+ 22,00 +	6,12	1,70	0,33	44,52	0,884	69,19 !	5,6	5,6	7014,8
22,50	5,85	1,61	0,31	45,87	0,931	74,00 !!	6,6	6,6	6999,1
23,00	5,59	1,51	0,30	47,25	0,982	79,17 !!	7,7	7,7	6982,6
23,50	5,35	1,43	0,28	48,67	1,037	84,72 !!	9,1	9,1	6965,3
24,00	5,13	1,34	0,26	50,13	1,096	90,63 !!	10,7	10,7	6947,7
24,50	4,92	1,27	0,25	51,62	1,158	96,92 !!	12,5	12,5	6929,8
25,00	4,72	1,20	0,24	53,14	1,224	103,61 !!	14,7	14,7	6911,7
SPEED [kt]	PROPULSOR COEFS								
	J	KT	KQ	KT/J2	KQ/J3	CTH	CP	RNPROP	
20,50	0,5372	0,2283	0,03633	0,79112	0,23432	2,0146	3,7607	1,21e8	
21,00	0,5343	0,2298	0,03652	0,80499	0,23949	2,0499	3,8436	1,24e8	
21,50	0,5311	0,2314	0,03673	0,8203	0,24523	2,0889	3,9358	1,28e8	
+ 22,00 +	0,5277	0,2331	0,03696	0,83708	0,25156	2,1316	4,0375	1,32e8	
22,50	0,5240	0,2349	0,03720	0,8554	0,25853	2,1783	4,1493	1,36e8	
23,00	0,5201	0,2368	0,03745	0,87528	0,26616	2,2289	4,2717	1,40e8	
23,50	0,5161	0,2388	0,03771	0,89661	0,27441	2,2832	4,4042	1,44e8	
24,00	0,5119	0,2408	0,03798	0,91915	0,28321	2,3406	4,5453	1,48e8	
24,50	0,5076	0,2429	0,03826	0,94267	0,29248	2,4005	4,6941	1,53e8	
25,00	0,5033	0,2450	0,03854	0,96731	0,30227	2,4632	4,8514	1,57e8	

Report ID:20220207-1930

HydroComp NavCad 2018 18.04.0073.0539.U1002

Propulsion

7 feb 2022 06:30
HydroComp NavCad 2018

Project ID
Description
File name C1.hcnc

Hull data

General		Planing	
Configuration:	Monohull	Proj chine length:	0,000 m
Chine type:	Round/multiple	Proj bottom area:	0,000 m ²
Length on WL:	356,000 m	LCG fwd TR:	[XCG/LP 0,000] 0,000 m
Max beam on WL:	[LWL/BWL 6,717] 53,000 m	VCG below WL:	0,000 m
Max molded draft:	[BWL/T 3,510] 15,100 m	Aft station (fwd TR):	0,000 m
Displacement:	[CB 0,697] 203623,00 t	Deadrise:	0,00 deg
Wetted surface:	[CS 2,594] 21808,000 m ²	Chine beam:	0,000 m
ITTC-78 (CT)		Chine ht below WL:	0,000 m
LCB fwd TR:	[XCB/LWL 0,500] 178,000 m	Fwd station (fwd TR):	0,000 m
LCF fwd TR:	[XCF/LWL 0,500] 178,000 m	Deadrise:	0,00 deg
Max section area:	[CX 0,908] 727,002 m ²	Chine beam:	0,000 m
Waterplane area:	[CWP 0,839] 15839,000 m ²	Chine ht below WL:	0,000 m
Bulb section area:	55,475 m ²	Propulsor type:	Propeller
Bulb ctr below WL:	7,000 m	Max prop diameter:	9600,0 mm
Bulb nose fwd TR:	360,000 m	Shaft angle to WL:	0,00 deg
Imm transom area:	[ATR/AX 0,000] 0,000 m ²	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	Transom lift device:	Flap
Half entrance angle:	29,96 deg	Device count:	0
Bow shape factor:	[WL flow] 1,0	Span:	0,000 m
Stem shape factor:	[WL flow] 1,0	Chord length:	0,000 m
		Deflection angle:	0,00 deg
		Tow point fwd TR:	0,000 m
		Tow point below WL:	0,000 m

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
Reference prop:		Scale correction:	None
Blade count:	4	KT multiplier:	1,000
Expanded area ratio:	0,8838 [Size]	KQ multiplier:	1,000
Propeller diameter:	9600,0 mm [Size]	Blade T/C [0.7R]:	0,00
Propeller mean pitch:	[P/D 0,9473] 9094,0 mm [Size]	Roughness:	0,00 mm
Hub immersion:	7550,0 mm	Cav breakdown:	Off
Engine/gear		Design condition [By thrust]	
Drive line:	Direct drive	Max prop diam:	9600,0 mm
Gear input:	No gearbox	Design speed:	22,00 kt
Engine data:		Reference thrust:	4426,50 kW
Rated RPM:	0 RPM	Design point:	1,000
Rated power:	0,0 kW	Reference RPM:	0,0 RPM
Primary fuel:	Defined	Design point:	1,000
Secondary fuel:	None	Shaft RPM:	88,6 RPM [Size]
Gear efficiency:	1,000		
Load correction:	Off		
Gear ratio:	1,000		
Shaft efficiency:	0,970		

Report ID:20220207-1830

HydroComp NavCad 2018 18.04.0073.0539.U1002

Propulsion

7 feb 2022 06:30

HydroComp NavCad 2018

Project ID

Description

File name C1.hcnc

Symbols and values

SPEED = Vessel speed

PETOTAL = Total vessel effective power
WFT = Taylor wake fraction coefficient
THD = Thrust deduction coefficient
EFFR = Relative-rotative efficiency

RPMENG = Engine RPM
PBENG = Brake power per engine
VOLRATE = Volumetric fuel rate total Primary
LOADENG = Engine load as a percentage of engine rated power

RPMPROP = Propulsor RPM
QPROP = Propulsor open water torque
QENG = Engine torque
PDPROP = Delivered power per propulsor
PSPROP = Shaft power per propulsor
PSTOTAL = Total vessel shaft power
PBTOTAL = Total vessel brake power
TRANSP = Transport factor

EFFO = Propulsor open-water efficiency
EFFG = Gear efficiency (load corrected)
EFFOA = Overall propulsion efficiency [=PETOTAL/PSTOTAL]
MERIT = Propulsor merit coefficient

THRPROP = Open-water thrust per propulsor
DELTHR = Total vessel delivered thrust

J = Propulsor advance coefficient
KT = Propulsor thrust coefficient [horizontal, if in oblique flow]
KQ = Propulsor torque coefficient
KT/J2 = Propulsor thrust loading ratio
KQ/J3 = Propulsor torque loading ratio
CTH = Horizontal component of bare-hull resistance coefficient
CP = Propulsor thrust loading coefficient
RNPROP = Propeller Reynolds number at 0.7R

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