



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 2020/21**

*BUQUE PORTACONTENEDORES
16000 TEUs*

Grado en Ingeniería Naval y Oceánica

**CUADERNO 3.
DISEÑO DE FORMAS**



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.....	5
Gráficos	5
Tablas.....	5
Acrónimos usados	6
1. Introducción	7
2. Cálculo de coeficientes.....	8
3. Proceso de diseño de las formas	9
3.1 Contorno de popa	9
3.1.1 Estimación del radio	10
3.1.2 Estimación del número de palas.....	10
3.1.3 Cálculo de huelgos	10
3.1.3 Diseño del espejo.	11
3.2 Cuerpo Cilíndrico	12
3.2.1 Extensión del cuerpo cilíndrico	12
3.2.2 Cálculo del radio de pantoque	12
3.3 Cuerpo de proa.....	13
3.3.1 Bulbo de proa	13
3.2.2 Altura mínima de la proa.....	16
3.2.3 Hélices de proa.....	17
3.2.4 Zona de amarre	18
3.3 Diseño del modelo 3D	19
4. Plano de formas generado	21
5. Comprobación	23
Bibliografía.....	25
Anexo 1. CMA CGM Argentina.....	26
Anexo 2. Catálogo Wärtsilä X92.....	28
Anexo 3. Gráfica $Sb = x \cdot SM$	31
Anexo 4. Hélice de proa	32

ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Dimensiones preliminares	7
Ilustración 2. Huelgos de la hélice DNV-GL	9
Ilustración 3. Detalle espejo preliminar	11
Ilustración 4. Geometría del bulbo de proa.....	15
Ilustración 5. Esquema montaje propulsor (Kawasaki).....	17
Ilustración 6. Plano de formas generado	22
Ilustración 7. Detalle proa	24

GRÁFICOS

Gráfico 1. Comprobación bulbo de proa.....	13
Gráfico 2. Cálculo de la altura mínima de proa	16

TABLAS

Tabla 1. Eslora del cuerpo cilíndrico.....	12
Tabla 2. Criterios de uso de bulbo.....	14
Tabla 3. Coeficientes del modelo inicial	19
Tabla 4. Hidrostáticas obtenidas	20
Tabla 5. Comparativa de dimensiones	23

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 el presente cuaderno se procederá a diseñar las formas del buque proyecto a partir de las dimensiones y coeficientes calculados en los cuadernos previos.

TEUs Totales	16000 TEUs	Cb	0,7 [-]
TEUs Bodega	6963 TEUs	Cm	0,998[-]
Lpp	356 [m]	Cp	0,7 [-]
Loa	371 [m]	V	22 [Kn]
B	53 [m]	Fn	0.192 [-]
D	31 [m]	Δ	210413 [t]
T	15,5 [m]		

Ilustración 1. Dimensiones preliminares

Para ello en primer lugar se estudiarán las formas del buque referencia y de buques similares al buque a diseñar, haciendo especial énfasis en las formas del bulbo de proa y del codaste.

Así mismo, se explicará el proceso llevado a cabo para la realización del modelo 3D en el software MAXSURF Modeler y la obtención de las formas finales.

Finalmente se comprobará que las formas cumplen con las dimensiones anteriormente indicadas mediante la comparación de éstas con las curvas hidrostáticas obtenidas del modelo.

2. CÁLCULO DE COEFICIENTES

A partir de las dimensiones obtenidas en los cuadernos 1 y 2 se calculan el resto de los coeficientes necesarios para el diseño de formas.

Coeficiente de bloque

Obtenido en el Cuaderno 1 tras el cálculo de la cifra de mérito y la obtención de la alternativa constructiva más favorable.

$$C_B = 0,7[-]$$

Coeficiente de la maestra

Puede obtenerse a partir del número de Froude (0,192 [-]), obtenido en el Cuaderno 1 a partir de la velocidad de servicio del buque.

$$C_M = 1 - Fn^4$$
$$C_M = 1 - (0,192)^4 = 0,998[-]$$

Coeficiente prismático

Se puede calcular relacionando el coeficiente de bloque y el coeficiente de la maestra.

$$C_P = \frac{C_B}{C_M}$$
$$C_P = \frac{0,7}{0,998} = 0,701[-]$$

Coeficiente de la flotación

Obtenido a partir del coeficiente de bloque mediante la siguiente expresión.

$$C_F = \sqrt{C_B} + 0,04$$
$$C_F = \sqrt{0,7} + 0,04 = 0,877[-]$$

Con estos coeficientes calculados se procede a estudiar los buques referencia de la base de datos para poder diseñar unas formas adecuadas.

3. PROCESO DE DISEÑO DE LAS FORMAS

Se procede en primer lugar a estudiar las formas del buque CMA CGM Argentina para de esta manera definir las líneas principales de diseño del buque proyecto.

3.1 Contorno de popa

El diseño del contorno de popa resulta crucial con el fin de garantizar una estela que permita a la hélice trabajar en condiciones óptimas, minimizando vibraciones, ruidos y las cargas dinámicas sobre la línea de ejes.

Se observa del buque de referencia la existencia de un espejo de popa, que resulta característico de los buques portacontenedores para maximizar la ocupación de la cubierta por contenedores.

Así mismo, debido a la velocidad de servicio del buque, las formas de salida requieren ser afiladas al tiempo que tienen que ofrecer espacio suficiente para la colocación de la hélice.

Este espacio mínimo viene recogido en el DNV-GL- Pt 3-CH14:

Table C1 Minimum clearances	
For single screw ships:	For twin screw ships:
$a \geq 0,2 R$ (m)	
$b \geq (0,7 - 0,04 Z_p) R$ (m)	
$c \geq (0,48 - 0,02 Z_p) R$ (m)	$c \geq (0,6 - 0,02 Z_p) R$ (m)
$e \geq 0,07 R$ (m)	

R =propeller radius in m
 Z_p =number of propeller blades.

---e-n-d---of---G-u-i-d-a-n-c-e---n-o-t-e---

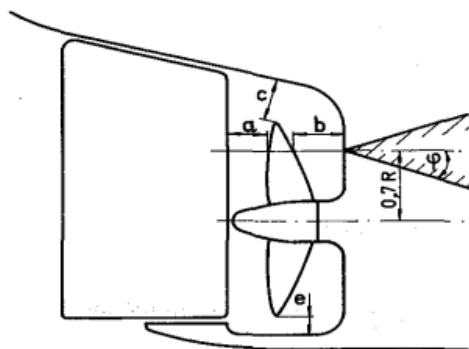


Fig. 2
Propeller clearances

Ilustración 2. Huecos de la hélice DNV-GL

Se observa de las normas de la sociedad de clasificación que la geometría del perfil de popa viene determinada por dos parámetros, el radio y el número de palas.

3.1.1 Estimación del radio

El radio se calculará mediante la siguiente expresión, obtenida de la bibliografía “Proyecto básico del buque mercante”:

$$R = 15,75 \cdot \frac{MCO^{0,2}}{n^{0,6}}$$

Con los datos obtenidos del catálogo del motor seleccionado en el Cuaderno 2:

- $MCO = 73560 [KW]$
- $n = 78 [rpm]$

Obteniendo un valor preliminar de diámetro máximo del propulsor:

$$R = 15,75 \cdot \frac{73560^{0,2}}{78^{0,6}} = 10,8 [m]$$

3.1.2 Estimación del número de palas

El número de palas es un elemento crítico a la hora de diseñar el propulsor, este cálculo se realizará en el Cuaderno 6, en el momento de seleccionar la maquinaria propulsora.

Para los cálculos de este cuaderno, se utilizará el valor que más márgenes (mayor tamaño) de huelgos ofrezca, de tal manera que cuando en el Cuaderno 6 se seleccione una hélice, cualquiera de las que se escoja encaje correctamente en las formas generadas.

Se escogerá por tanto, un número de 4 palas, para en el futuro poder calcular con series sistemáticas propulsores de 4, 5 y 6 palas.

$$Z_p = 4$$

3.1.3 Cálculo de huelgos

Teniendo en cuenta las fórmulas de la ilustración 1:

$$a \geq 0,2 \cdot R = 2,2 [m]$$

$$b \geq (0,7 - 0,04 \cdot Z_p) \cdot R = 5,8 [m]$$

$$c \geq (0,48 - 0,02 \cdot Z_p) \cdot R = 4,3 [m]$$

$$e \geq 0,07 \cdot R = 0,76 [m]$$

Estación radial a 0,7: $0,7 \cdot R = 7,6 [m]$

3.1.3 Diseño del espejo.

Con respecto al espejo de popa, es necesario que tenga una forma lo más paralelepípedica posible con el fin de que entren en mayor número de contenedores posibles.

Así mismo, se procurará que el espejo no esté sumergido, para minimizar la resistencia al avance del buque.

Resultando un diseño preliminar con las siguientes formas:

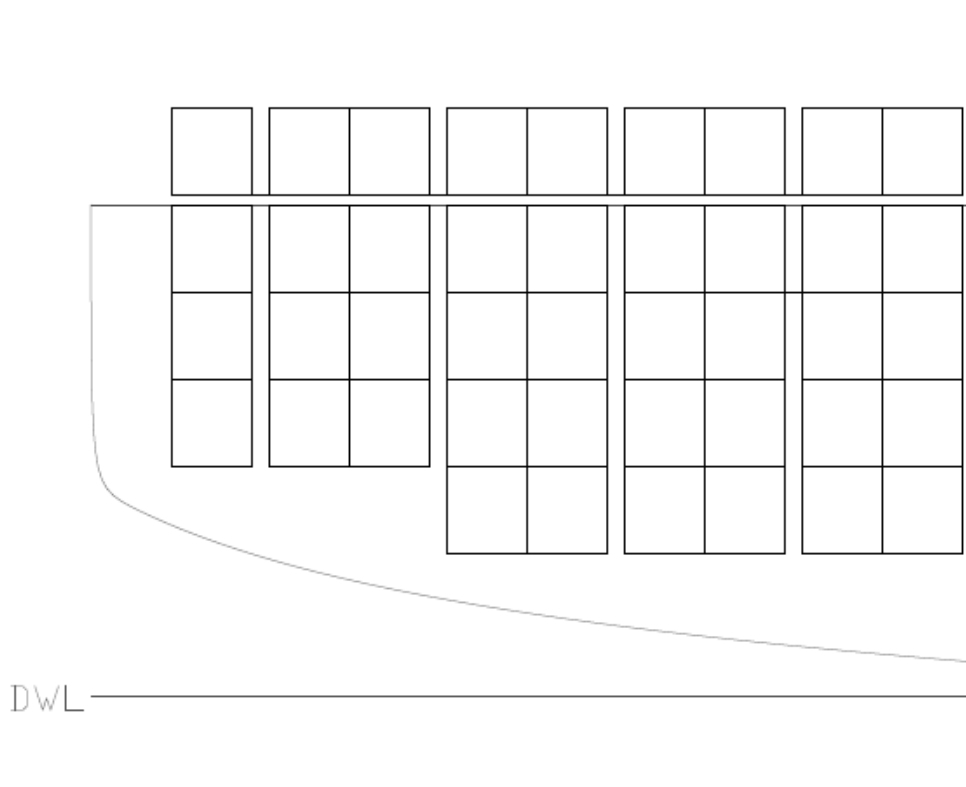


Ilustración 3. Detalle espejo preliminar

3.2 Cuerpo Cilíndrico

El cuerpo cilíndrico del buque ha de tener la mayor extensión posible, al ser el lugar donde mayor número de contenedores se pueden estibar.

Cabe destacar que este tipo de buques carecen de astilla muerta al ser el fondo prácticamente plano, luego no se llevará a cabo su cálculo.

3.2.1 Extensión del cuerpo cilíndrico

La extensión del cuerpo cilíndrico se obtendrá de los apuntes de la asignatura "Proyectos de Buques y Artefactos 1". Donde se establece una relación entre longitud del cuerpo cilíndrico en relación con el coeficiente de bloque.

C_B	L_{cil}
$C_B > 0,8$	$0,30 \cdot L_{pp} \leq L_{cil} \leq 0,35 \cdot L_{pp}$
$0,7 \leq C_B \leq 0,8$	$0,15 \cdot L_{pp} \leq L_{cil} \leq 0,20 \cdot L_{pp}$
$C_B < 0,7$	0

Tabla 1. Eslora del cuerpo cilíndrico

En el caso del buque proyecto está dentro del segundo grupo de buques, al presentar un coeficiente de bloque $C_B = 0,7$, resultando:

$$0,15 \cdot 356 \leq L_{cil} \leq 0,20 \cdot 356$$

Luego se puede concluir que para el buque a diseñar $L_{cil} \in [53,71] m$, se tomará de estos el valor superior del intervalo, procurando que el cuerpo cilíndrico sea el mayor posible.

3.2.2 Cálculo del radio de pantoque

El radio de pantoque habrá de ser lo más bajo posible con el objetivo de generar un cuerpo lo más paralelepípedo posible, para permitir un ajuste adecuado de los contenedores en las bodegas maximizando el espacio destinado a carga.

El programa MAXSURF Modeler generará automáticamente para ajustar el buque inicial a las dimensiones deseadas, pero es posible realizar un cálculo preliminar del radio de pantoque.

Se calculará mediante la siguiente expresión:

$$r = \sqrt{2,33 \cdot (1 - C_M) \cdot B \cdot T} = 1,96 [m]$$

3.3 Cuerpo de proa

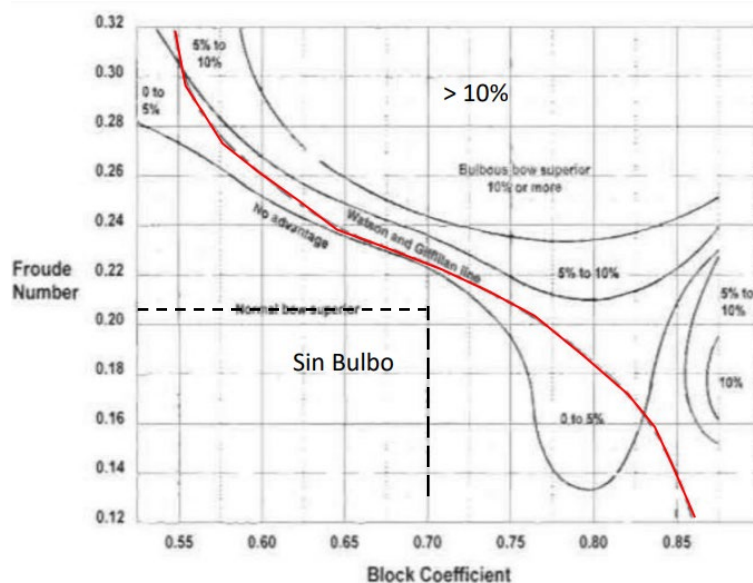
En el cuerpo de proa destaca la presencia de bulbo y de hélice de proa, al tiempo que cobra importancia en el diseño la altura mínima de proa.

Así mismo es necesario garantizar que todos los elementos de fondeo y amarre cuentan con espacio suficiente.

3.3.1 Bulbo de proa

El bulbo de proa puede permitir una reducción de la resistencia al avance mediante la generación de un mapa de olas que disminuya la resistencia por formación de olas del buque en avance.

Para justificar el uso del bulbo en el buque proyecto se emplearán los apuntes facilitados en la asignatura "Proyectos de buque y Artefactos marinos I".



Gráfico

Comprobación bulbo de proa.

1.

Entrando en la gráfica anterior con los coeficientes calculados anteriormente, $C_B = 0,7 [-]$ y $F_n = 0,192 [-]$, se observa que el buque proyecto según los criterios tenidos en cuenta para el desarrollo de la gráfica no requiere de bulbo, ya que el punto obtenido se encuentra fuera del margen 0-5%.

Por otro lado se establecen otros criterios para considerar el uso del bulbo:

Coeficiente	Criterio	Valor Coeficiente	Cumple
C_B	$0,65 < C_B < 0,815$	0,7	Si
L_{pp}/B	$5,5 < L_{pp}/B < 7$	6,72	Si
$C_B \cdot B/L_{pp}$	$C_B \cdot (B/L_{pp}) < 0,135$	0,10	Si
F_n	$0,24 < F_n < 0,57$	0,192	No

Tabla 2. Criterios de uso de bulbo

Se observa que se cumplen tres de los cuatro criterios establecidos en la tabla anterior.

Esto se explica por la necesidad de reducir de la manera más eficaz posible la resistencia al avance. Los buques portacontenedores en general y el buque proyecto en particular han de realizar rutas muy largas en tiempos moderadamente bajos, resultando en velocidades muy altas en comparación con buques cargueros de otra clase.

Es por ello por lo que en la aplicación de estos criterios, desarrollados para buques de carga general, al buque proyecto existen desviaciones.

A pesar de no cumplirse todos los criterios, en base a los buques similares actuales y por coherencia con los buques establecidos como referencia, se decide poner bulbo en proa.

El diseño del bulbo se realizará conforme a los apuntes de la asignatura “Proyectos de buques y artefactos marinos I” para buques con un número de Froude comprendido entre 0,14 y 0,30.

- Área del bulbo

El libro “Proyecto de buques y artefactos. Proyecto de las formas de un buque -F. Junco” permite obtener el área aproximada de la superficie del bulbo a partir del área de la cuaderna maestra.

$$S_M = C_M \cdot B \cdot T = 819,6 [m^2]$$

Con la relación de eslora y manga junto con el coeficiente de bloque se puede entrar en la gráfica proporcionada por la bibliografía (Anexo 3), un valor de $S_B = 10\% \cdot S_M$.

Resultando:

$$S_M = 82[m^2]$$

- Altura máxima del bulbo

El bulbo ha de quedar sumergido, cerca de la flotación, para que cumpla su función correctamente en cualquier situación de carga.

Siguiendo la bibliografía, "El proyecto básico del buque mercante- Alvariño, Castro, Meizoso", el extremo superior del bulbo ha de situarse dentro del intervalo :

$$Z_B = [0.35 \cdot T, 0.55 \cdot T]$$

Considerando el buque referencia, se decide tomar un valor de $Z_B = 0,5 \cdot T = 7,75[m]$.

- Resto de parámetros geométricos

El resto de la geometría del buque se calculará de acuerdo con las recomendaciones de los apuntes de la asignatura "Proyectos de buques y artefactos marinos I", basados en la siguiente figura:

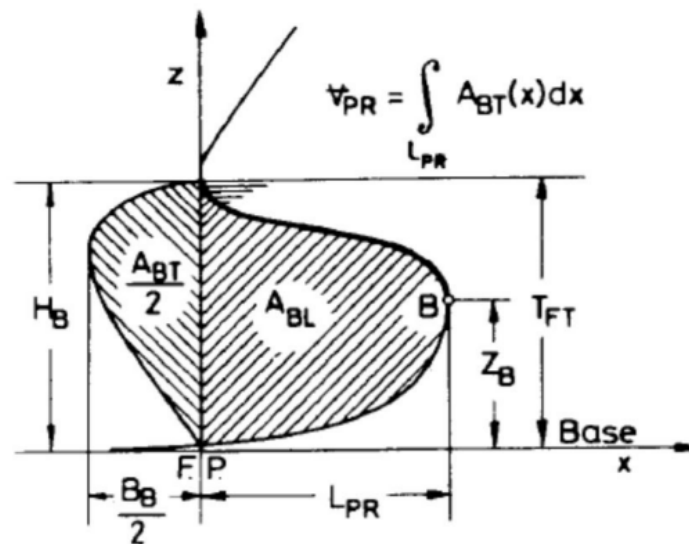


Ilustración 4. Geometría del bulbo de proa

- a) Coeficiente de eslora del bulbo

$$C_{LBR} = 0.2642 \cdot C_B \cdot \frac{B}{L_{pp}} + 0.0046$$

$$C_{LBR} = 0.032 [-]$$

- b) Eslora en el punto más a proa del bulbo

$$C_{LBR} = \frac{L_{pr}}{L_{pp}} L_{pr} = 11.4 [m]$$

c) Coeficiente de manga del bulbo (basado en el buque referencia)

$$C_{BB} = \frac{B_B}{B} = 0.09$$

$$B_B = 4.8 [m]$$

$$B_B/2 = 2.4 [m]$$

3.2.2 Altura mínima de la proa

La altura mínima de proa ha de ser calculada a partir del calado máximo del buque en operación. Es decir, considerando el calado con el francobordo mínimo de verano, en la zona de proa, con trimado nulo.

Esta dimensión será calculada a partir de la eslora entre perpendiculares del buque gracias a la gráfica obtenida de los apuntes de la asignatura "Proyectos de buques y artefactos I":

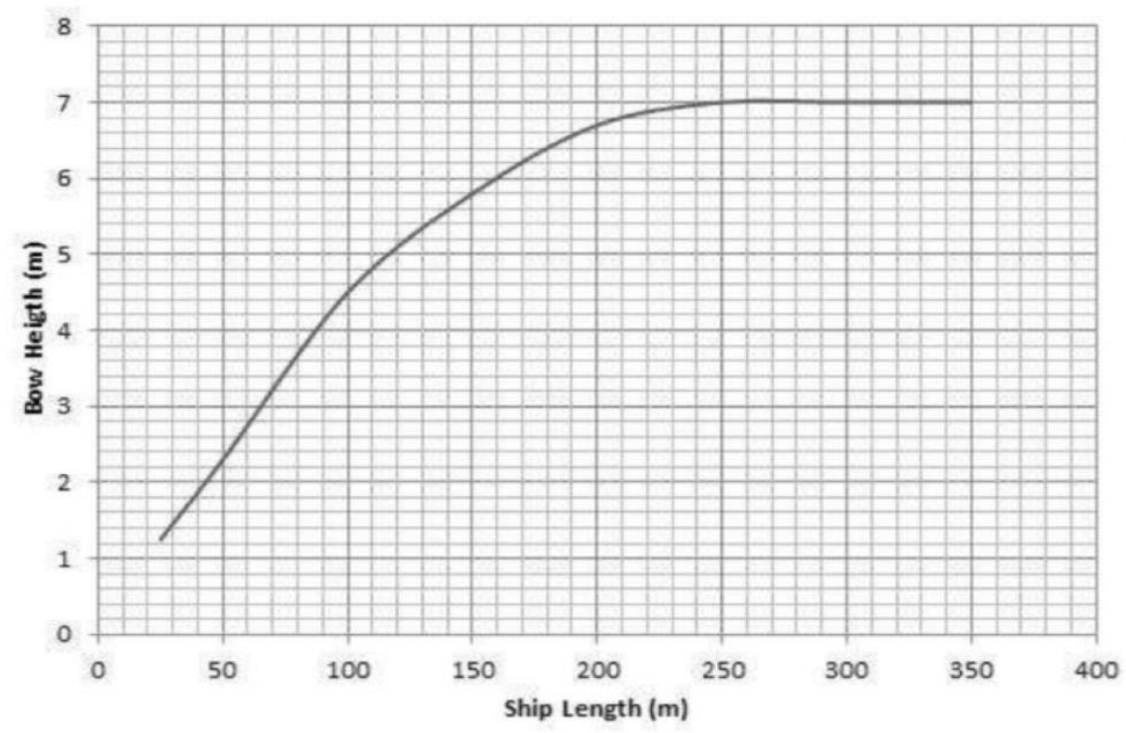


Gráfico 2. Cálculo de la altura mínima de proa

Entrando en la gráfica con la eslora de 356 [m] y asumiendo que el valor, observando la tendencia de la gráfica, es constante a partir de los 300 [m] se obtiene un valor de altura mínima de proa:

$$H_{mbw} = 7 [m]$$

3.2.3 Hélices de proa

De la base de datos de buques consultados se observa que gran parte de ellos poseen hélice de proa, en algunos casos dos de ellas.

En las especificaciones de proyecto no se establece ningún criterio con respecto a la presencia o características de este propulsor.

Se decide establecer para facilitar la operación del buque un propulsor en proa de una potencia estimada a partir del buque referencia CMA CGM Argentina de 3000 [KW], con las dimensiones que se adjuntan en el Anexo 4.

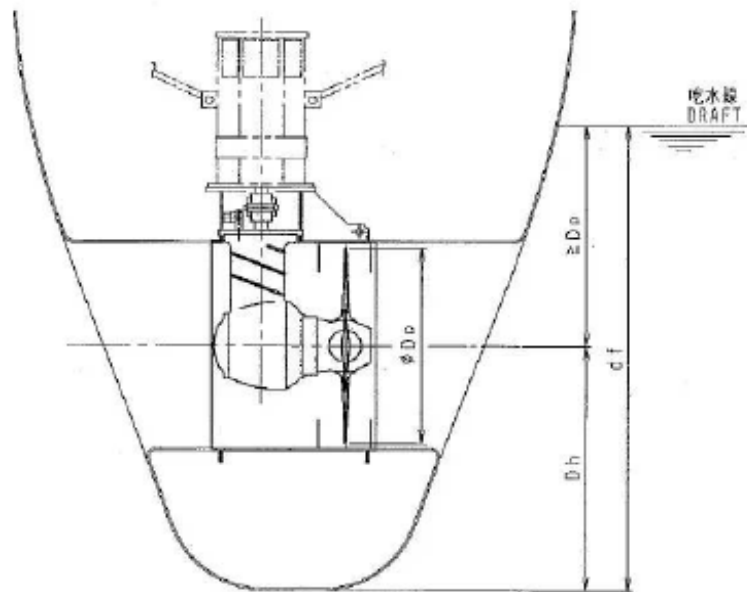


fig.- 1

Ilustración 5. Esquema montaje propulsor (Kawasaki)

Según fabricante el d_f mínimo es de 6,4 [m]

Por otro lado, a nivel constructivo es necesario dejar un margen inferior mínimo de 500 [mm] luego, considerando un

$$D_h = 500 + 2800 = 3,3[m]$$

Al haber suficiente espacio en las formas se decide establecer $d_f = 7,5 [m]$.

La manga mínima para situar el propulsor ha de ser de como mínimo dos veces el diámetro, resultando $B_{min} = 5,6[m]$.

No hay preestablecido ningún requerimiento para la ubicación en eslora de la hélice, por lo que se situará lo más a proa posible, para aumentar el momento que estas generen, a popa del pique de proa que se empleará como tanque de lastre.

3.2.4 Zona de amarre

La zona de amarre de proa se procurará ocupe el menor espacio posible dentro de que ofrezca un entorno apropiado y seguro para le realización de las maniobras de amarre y fondeo.

Para el dimensionamiento de esta zona se tomará como referencia el buque base CMA CGM Argentina y se empleará el mismo espacio ya que en este momento del proyecto no se tiene seleccionada la maquinaria y los equipos que se emplearán.

Así mismo hay que tener en cuenta a la hora de diseñar las formas que de ninguna manera el ancla puede tocar los costados del buque durante su maniobra.

En base al buque referencia se establece una zona de amarre desde el extremo más a proa del buque, hasta 10 [m] a popa de la perpendicular de proa.

3.3 Diseño del modelo 3D

Una vez definidos los criterios de diseño del buque expuestos anteriormente se procede a realizar el modelo 3D del buque proyecto en el software MAXSURF Modeler.

Las formas se realizarán a partir de un modelo de un portacontenedores de la librería de MAXSURF (*ContainerShip_1Surface.msdl*) el que se le realizará una transformación paramétrica para obtener las dimensiones deseadas.

El modelo de partida tiene las siguientes características:

Displacement	8043	t
Volume (displaced)	7846,984	m^3
Draft Amidships	6,6	m
Immersed depth	6,6	m
WL Length	99,986	m
Beam max extents on WL	18	m
Wetted Area	2414,657	m^2
Max sect. area	117,673	m^2
Waterpl. Area	1396,763	m^2
C_P	0,667	-
C_B	0,661	-
C_M	0,991	-
C_F	0,776	-
LCB length	48,969	m
LCF length	45,473	m
LCB %	48,976	-
LCF %	45,48	-
KB	3,501	m
KG fluid	0	m
BMt	3,896	m
BML	101,973	m
GMt corrected	7,397	m
GML	105,474	m
KMt	7,397	m
KML	105,474	m
TPc	14,317	t/cm
MTc	84,835	t/cm
RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1)	1038,369	t/cm
L/B	5,555	-
B/D	2,727	-
$L/V^{1/3}$	5,032	-

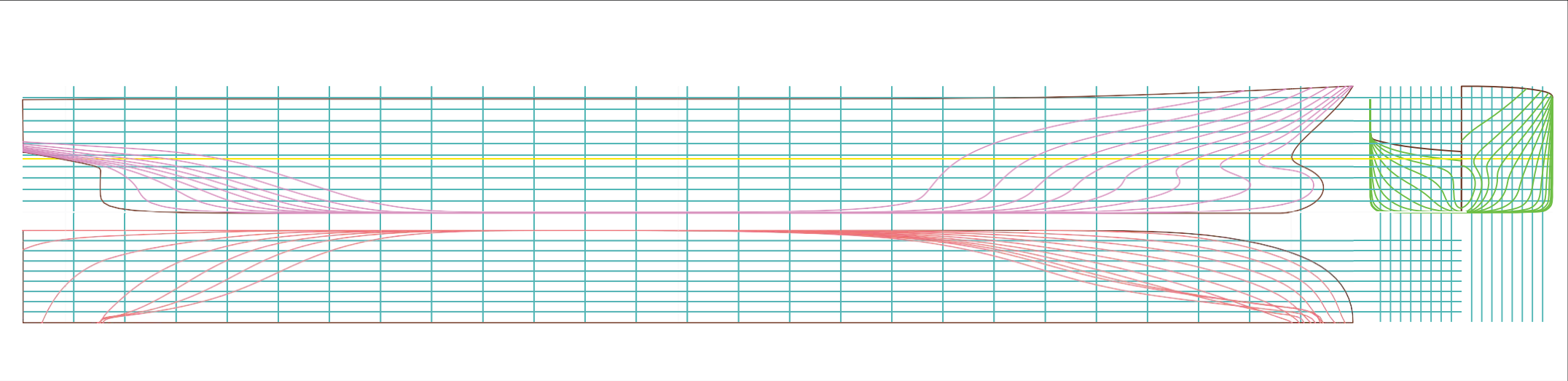
Tabla 3. Coeficientes del modelo inicial

Se obtienen tras realizar las transformaciones paramétricas:

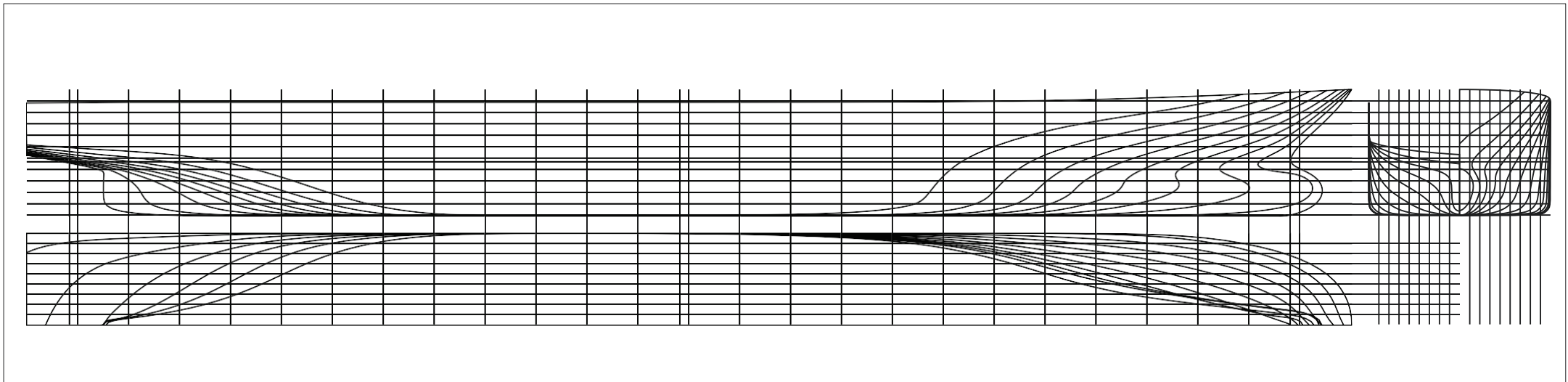
Displacement	210499	<i>t</i>
Volume (displaced)	205365,26	<i>m</i> ³
Draft Amidships	15,5	<i>m</i>
Immersed depth	15,551	<i>m</i>
WL Length	356,769	<i>m</i>
Beam max extents on WL	53	<i>m</i>
Wetted Area	23448,463	<i>m</i> ²
Max sect. area	815,946	<i>m</i> ²
Waterpl. Area	15236,708	<i>m</i> ²
C_P	0,705	-
C_B	0,698	-
C_M	0,99	-
C_F	0,806	-
LCB length	174,296	<i>m</i>
LCF length	163,787	<i>m</i>
LCB %	48,854	-
LCF %	45,909	-
KB	8,163	<i>m</i>
KG fluid	0	<i>m</i>
BMt	14,435	<i>m</i>
BML	568,833	<i>m</i>
GMt corrected	22,598	<i>m</i>
GML	576,997	<i>m</i>
KMt	22,598	<i>m</i>
KML	576,997	<i>m</i>
TPc	156,176	<i>t/cm</i>
MTc	3411,726	<i>t · cm</i>
RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1)	83020,042	<i>t/cm</i>
L/B	6,731	-
B/D	3,408	-
$L/V^{1/3}$	6,047	-

Tabla 4. Hidrostáticas obtenidas

4. PLANO DE FORMAS GENERADO



plano N' 01	Fecha	proyecto:	
	14/02/22	Buque portacontenedores 16000 TEUs	
	plano:	propietario:	
	Formas generadas	Javier García Avila	



plano N°	Fecha	proyecto:	
02	14/02/22	Buque portacontenedores 16000 TEUs	
	plano:	formas generadas	propietario:
		Formas generadas	Javier García Avila

Ilustración 6. Plano de formas generado

5. COMPROBACIÓN

Tras las transformaciones paramétricas se obtienen las siguientes dimensiones, comparadas con las dimensiones deseadas:

	Deseado	Obtenido	Desviación (%)	
Displacement	210413	210499	0,041	t
Volume (displaced)	205280,976	205365,26	0,041	m^3
Draft Amidships	15,5	15,5	0,000	m
Immersed depth	15,5	15,551	0,328	m
WL Length	356	356,769	0,216	m
Beam max extents on WL	53	53	0,000	m
Wetted Area	-	23448,463	-	m^2
Max sect. area	819,857	815,946	-0,479	m^2
Waterpl. Area	16735,916	15236,708	-9,839	m^2
C_p	0,701	0,705	0,567	-
C_B	0,7	0,698	-0,287	-
C_M	0,998	0,99	-0,808	-
C_F	0,887	0,806	-10,050	-
LCB length	-	174,296	-	m
LCF length	-	163,787	-	m
LCB %	-	48,854	-	-
LCF %	-	45,909	-	-
KB	-	8,163	-	m
KG fluid	-	0	-	m
BMt	-	14,435	-	m
BML	-	568,833	-	m
GMt corrected	-	22,598	-	m
GML	-	576,997	-	m
KMt	-	22,598	-	m
KML	-	576,997	-	m
TPc	-	156,176	-	t/cm
MTc	-	3411,726	-	t/cm
RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1)	-	83020,042	-	t/cm
L/B	6,72	6,731	0,208	-
B/D	3,42	3,408	-0,333	-
$L/V^{1/3}$	6,03	6,047	0,201	-

Tabla 5. Comparativa de dimensiones

Se observa que las desviaciones no son elevadas excepto en el área de flotación que resulta inferior a la esperada.

Al no poder actuar directamente sobre este área en el software, se decide continuar con este valor.

Se procede ahora a comprobar que se cumplen los diseños realizados anteriormente del bulbo de proa, de la localización de la hélice y, finalmente, de la zona de amarre.

Se obtiene del plano de formas un corte de la zona de proa, y mediante el software AutoCAD se acotan las distintas dimensiones.

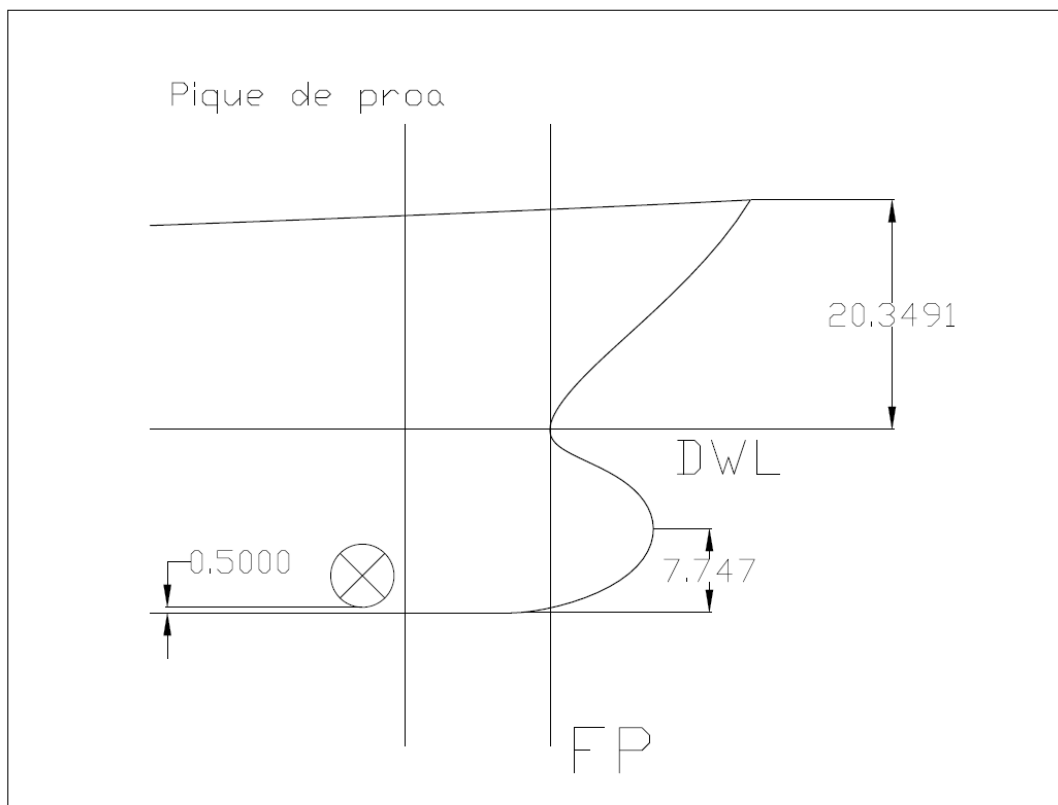


Ilustración 7. Detalle proa

Se comprueba que el modelo generado cumple con los criterios expuestos anteriormente.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] ABRAMOWSKI, Tomasz, Tomasz CEPOWSKI y Peter ZVOLENSKY. Determination Of Regression Formulas for key Design characteristics container ships at preliminary design stage. 2018.
- [2] JUNCO OCAMPO, Fernando Antonio. *Proyectos de buques y artefactos. Anteproyecto y dimensionamiento del buque*. Ferrol: Universidade da Coruña, [sin fecha].
- [3] CONDE ALONSO, Nadia. *Buque portacontenedores post panamax 9000 TEU's* . Trabajo fin de máster, Universidade da Coruña, 2017.
- [4] PARSONS, M. G. *Parametric ship design*.
- [5] PUENTE VARELA, B. y DIAZ CASAS, V. *Apuntes de proyectos de buques y artefactos I*. Ferrol: Universidade da Coruña, 2021.
- [6] RODRÍGUEZ GONZÁLEZ, Miguel Ángel. *Buque portacontenedores de 20000 TEUS adaptado a ruta Asia-Europa*. Ferrol: Universidade da Coruña, 2021.
- [7] SCHNEEKLUTH, H. y V. BERTRAM. *Ship design for efficiency and economy*. Oxford: Butterworth-Heinemann, 1989.
- [8] VAN DOKKMUN, Klaas. *Ship Knowledge. Ship Design, construction and operation*. 5ª ed. Enkhuizen: Dokmar.
- [9] WATSON, D. G. M. Proyecto del buque mercante.

Anexo 1. CMA CGM Argentina



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 HSF0 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 engined sisters were ordered.

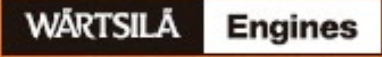
TECHNICAL PARTICULARS

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, GM, ACS(B)), *IWS, Li, BoxMax(V, W, L), +LMC, UMS, BWTS, with descriptive notes ShipRight(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 1 set
 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

Anexo 2. Catálogo Wärtsilä X92

ENERGY
ENVIRONMENT
ECONOMY



Wärtsilä X92



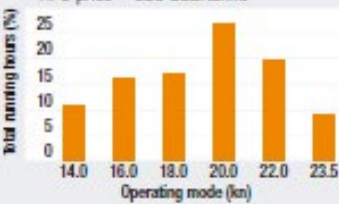
At Wärtsilä, we are passionate about optimising lifecycle value by offering precisely what each of our customers need. We can deliver on this promise because we provide the only true total offering of marine products, integrated solutions and services in the industry – worldwide. We help our customers find the shorter route to robust growth and bigger profits through operational efficiency, environmental excellence, fuel flexibility and services. Even though this brochure is just a beginning to learn why Wärtsilä nowadays powers one in every three ships worldwide, it still demonstrates how we are able to customise our comprehensive offering in order to give customers a crucial competitive edge. What can we do for you?

WÄRTSILÄ X92 CASE STUDY

13,200TEU Container vessel: Asia – Europe (Shanghai, Ningbo, Singapore, Rotterdam, Bremerhaven) comparison

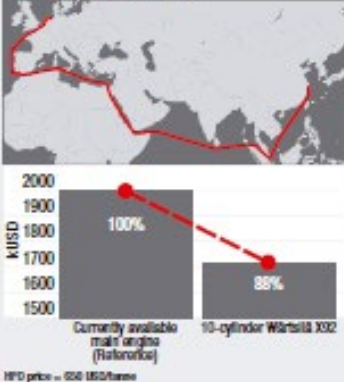
Sailing profile

- Distance: 10,726 nm/leg
- HFO price = 650 USD/tonne



Operating mode (kn)	Total sailing hours (%)
14.0	~8
16.0	~14
18.0	~15
20.0	~24
22.0	~18
23.5	~7

FUEL COSTS/LEG (kUSD)



Engine Type	Fuel Cost (kUSD)	Efficiency (%)
Currently available main engine (Holkon/Isotac)	~1900	100%
10-cylinder Wärtsilä X92	~1670	88%

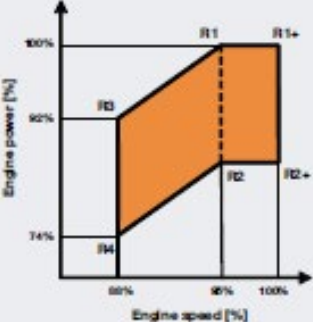
HFO price = 650 USD/tonne

The Wärtsilä X92 is the marine two-stroke diesel engine designed to provide propulsion power for modern large and ultra large container vessels following the latest trends in container vessel propulsion. The combination of the large bore, long stroke, and low shaft speeds together with the advanced proven common-rail technology results in an engine with particularly high efficiency and environmental performance.


The Wärtsilä X92, which has a cylinder bore of 920 mm, provides a power output of 24,420 to 73,560 kW and is available in 6–12 cylinder configurations.

The key benefits of the Wärtsilä X92 include:

- Extra low fuel consumption over the whole operating range together with low cylinder oil consumption
- Flexibility of optimum rpm selection to enable increased propeller diameter
- Stable operation down to 12% nominal engine speed for slow steaming
- Reduced CO₂, SO_x and NO_x emissions, offering shipyards excellent possibilities for improved EEDI



Wärtsilä X92 rating field



TYPICAL APPLICATION AREAS

- ■ ■ The Wärtsilä X92 has been designed as a main engine for large and ultra large container vessels of 8000TEU and beyond. The Wärtsilä X92 engine offers flexibility for changing market conditions, providing minimum daily fuel consumption. When comparing the Wärtsilä X92 to previous generation main engine options, a gain of approximately 10% and beyond in daily fuel consumption can be achieved. This can be attributed mainly to the low shaft speeds of the engine allowing larger propeller diameters to be installed on the vessel.

OPERATIONAL FEATURES

The engine offers high efficiency due to the large bore, high stroke-to-bore ratio and Wärtsilä's well proven electronically-controlled common-rail technology which plays a key role in enabling ship owners to reduce fuel costs, mainly through the flexibility of the fuel injection and exhaust valve operations. A unique feature of Wärtsilä low-speed electronically controlled engines is the possibility to control each fuel injector separately. This flexibility results in lower fuel consumption across the entire operating range, especially at low and part loads. In addition, different engine tunings are available in order to meet specific customer requirements according to their particular needs Standard, Delta, Delta Bypass and Low Load). Other advantages of this technology include stable low running speeds (down to 12% of nominal speed), smokeless operation, and improved control of exhaust emissions. As far as cylinder lubrication is concerned, an oil feed rate of 0.6 g/kWh can be achieved. The engines are equipped as standard with intelligent combustion control (ICC) system enabling further fuel savings and balanced working of each cylinder.

ENVIRONMENTAL COMPLIANCE

The engine is fully compliant with IMO Tier II requirements. It can also be equipped with a SCR catalyst to meet IMO Tier III NO_x emission levels, and a scrubber to reduce SO_x emissions to 0.1% – even with high sulphur fuels. The introduction of the EEDI index also puts an emphasis on CO₂ emissions and total vessel efficiency. The Wärtsilä X92 internal engine efficiency, and the possibility to apply various Power Take Off (PTO) arrangements for onboard electricity production, make it easy for shipyards to meet these new requirements. Thanks to Wärtsilä's common-rail fuel injection technology, the engine has no visible smoke at any load.

TOTAL COST OF OWNERSHIP

Minimum total cost of ownership can be achieved by a low engine cost and low operational costs during the lifetime of the engine. The Wärtsilä X92 is designed for exceptional reliability and for long periods of maintenance-free operation. It also allows extended Time Between Overhaul (TBO) of the critical components, to as much as 5 years. The service-friendly design will reduce downtime, maintain vessel operation and cut operating costs. Together with Condition Based Maintenance (CBM) and service agreements, the overhaul interval can be even further extended, thus minimizing maintenance costs and maximizing the revenue-earning

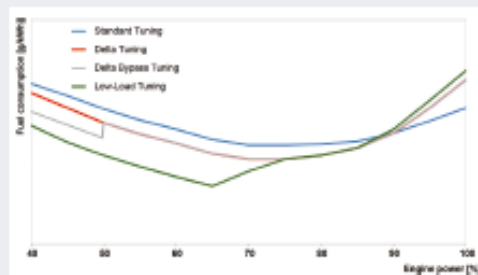
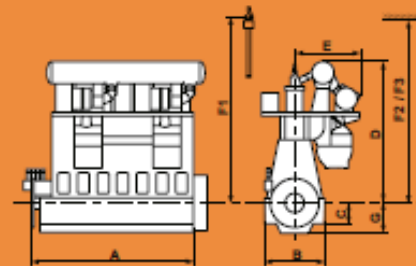
Wärtsilä X92		IMO Tier II
Cylinder bore		920 mm
Piston stroke		3466 mm
Speed		70-80 rpm
Mean effective pressure at R1/R1+		21,0/20,0 bar
Stroke / bore		3,77

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	11 830	1 120
7	42 910	30 940	39 550	26 490	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	1 950
12	73 560	53 040	67 800	48 840	22 870	2 140

Dimensions mm	B	C	D	E
	5550	1900	12 950	8050
	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	85
	Standard	Standard	Delta	Delta	Low-Load
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	157,2/156,2



WÄRTSILÄ® is a registered trademark. Copyright © 2014 Wärtsilä Corporation.

WARTSILA.COM

TYPICAL APPLICATION AREAS

- ■ The Wärtsilä X92 has been designed as a main engine for large and ultra large container vessels of 8000TEU and beyond. The Wärtsilä X92 engine offers flexibility for changing market conditions, providing minimum daily fuel consumption. When comparing the Wärtsilä X92 to previous generation main engine options, a gain of approximately 10% and beyond in daily fuel consumption can be achieved. This can be attributed mainly to the low shaft speeds of the engine allowing larger propeller diameters to be installed on the vessel.

OPERATIONAL FEATURES

The engine offers high efficiency due to the large bore, high stroke-to-bore ratio and Wärtsilä's well proven electronically-controlled common-rail technology which plays a key role in enabling ship owners to reduce fuel costs, mainly through the flexibility of the fuel injection and exhaust valve operations. A unique feature of Wärtsilä low-speed electronically controlled engines is the possibility to control each fuel injector separately. This flexibility results in lower fuel consumption across the entire operating range, especially at low and part loads. In addition, different engine tunings are available in order to meet specific customer requirements according to their particular needs Standard, Delta, Delta Bypass and Low Load). Other advantages of this technology include stable low running speeds (down to 12% of nominal speed), smokeless operation, and improved control of exhaust emissions. As far as cylinder lubrication is concerned, an oil feed rate of 0.6 g/kWh can be achieved. The engines are equipped as standard with intelligent combustion control (ICC) system enabling further fuel savings and balanced working of each cylinder.

ENVIRONMENTAL COMPLIANCE

The engine is fully compliant with IMO Tier II requirements. It can also be equipped with a SCR catalyst to meet IMO Tier III NO_x emission levels, and a scrubber to reduce SO_x emissions to 0.1% – even with high sulphur fuels. The introduction of the EEDI index also puts an emphasis on CO₂ emissions and total vessel efficiency. The Wärtsilä X92 internal engine efficiency, and the possibility to apply various Power Take Off (PTO) arrangements for onboard electricity production, make it easy for shipyards to meet these new requirements. Thanks to Wärtsilä's common-rail fuel injection technology, the engine has no visible smoke at any load.

TOTAL COST OF OWNERSHIP

Minimum total cost of ownership can be achieved by a low engine cost and low operational costs during the lifetime of the engine. The Wärtsilä X92 is designed for exceptional reliability and for long periods of maintenance-free operation. It also allows extended Time Between Overhaul (TBO) of the critical components, to as much as 5 years. The service-friendly design will reduce downtime, maintain vessel operation and cut operating costs. Together with Condition Based Maintenance (CBM) and service agreements, the overhaul interval can be even further extended, thus minimizing maintenance costs and maximizing the revenue-earning

WÄRTSILÄ® is a registered trademark. Copyright © 2014 Wärtsilä Corporation.

WARTSILA.COM

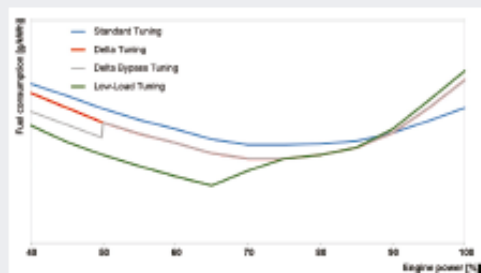
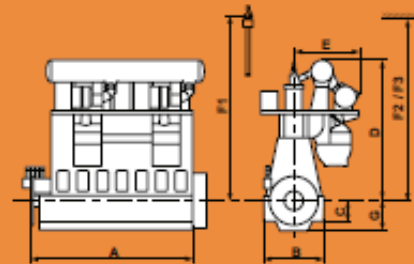
Wärtsilä X92	IMO Tier II
Cylinder bore	500 mm
Piston stroke	3458 mm
Speed	70-80 rpm
Mean effective pressure at R/R1+	21.0/20.0 bar
Stroke / bore	3.77

Rated power, principal dimensions and weights						
Cyl.	Output in kW at				Length A m	Weight tonnes
	76/60 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	30 340	39 550	26 490	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

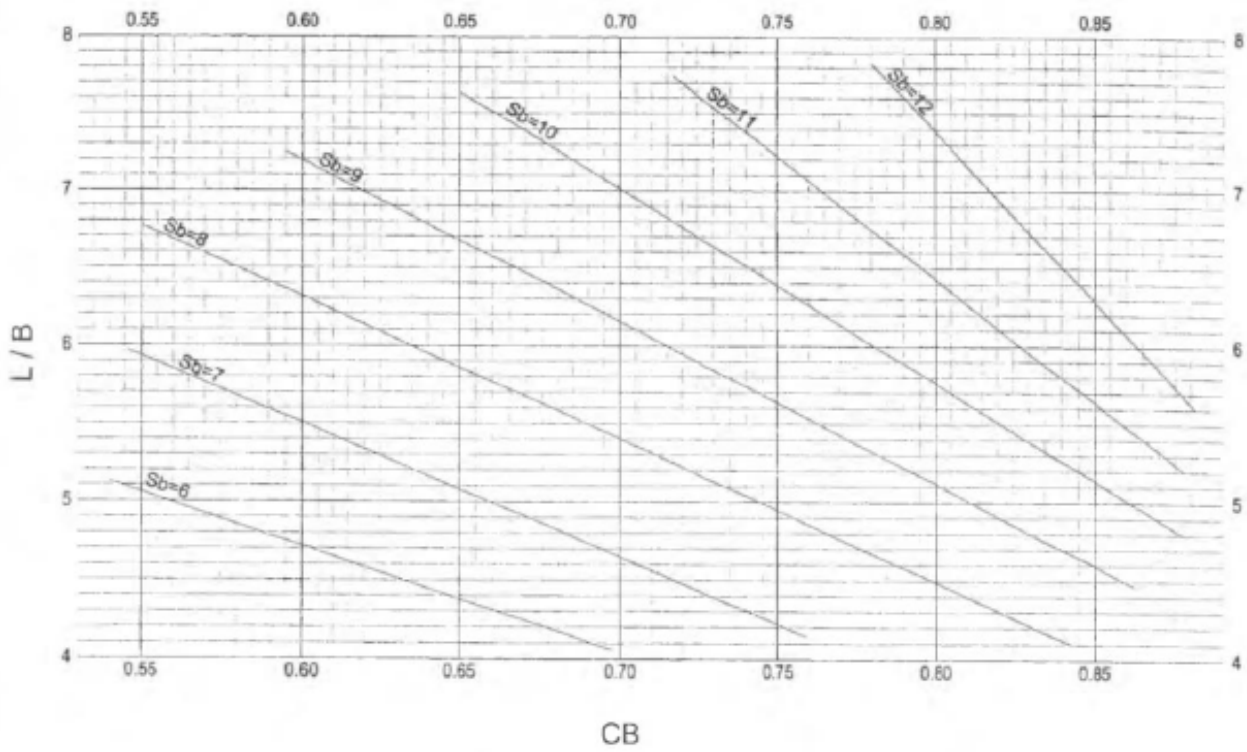
Dimensions mm	B	C	D	E
	5550	1900	12 950	6050
	F1	F2	F3	G
	15 420	15 450	14 240	2030

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 R/R1+	65	70	65	70	65
	Tuning variant	Standard	Standard	Delta	Delta
BSFC	162.4/161.4	162.0/161.0	161.7/160.7	160.5/159.5	157.2/156.4



Anexo 3. Gráfica $S_b = x \cdot S_M$



Anexo 4. Hélice de proa

<p>TECHNICAL SPECIFICATIONS and DRAWINGS</p> <hr/> <p>OF</p> <p>KAWASAKI SIDE THRUSTER</p> <hr/> <p>KT-255B5</p> <hr/> <p>FOR</p> <hr/> <p>9,400 TEU CONTAINER VESSEL</p> <hr/> <p>JIANGNAN SHIPYARD (GROUP) CO., LTD.</p> <p>S.No. H2552 / H2553</p> <p>SHANGHAI JIANGNAN-CHANGXING SHIPBUILDING CO., LTD. </p> <p>S.No. H3001 / H3002 / H3003 / H3004</p>																							
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="font-size: small;">DELIVERY</td> <td style="font-size: small;">ORDER NO.</td> </tr> <tr> <td style="font-size: small;">YARD</td> <td style="font-size: small;">31KC767/768, 31K152/161/177</td> </tr> <tr> <td style="font-size: small;">製業</td> <td rowspan="5" style="font-size: small;">NOTES For Approval, For Working</td> </tr> <tr> <td style="font-size: small;">KPME 工事</td> </tr> <tr> <td style="font-size: small;">KPME 工事</td> </tr> <tr> <td style="font-size: small;">検査</td> </tr> <tr> <td style="font-size: small;">生産管理</td> </tr> <tr> <td style="font-size: small;">控 計</td> <td style="font-size: small;">1</td> </tr> <tr> <td style="font-size: small;">ISSUE</td> <td></td> </tr> </table>	DELIVERY	ORDER NO.	YARD	31KC767/768, 31K152/161/177	製業	NOTES For Approval, For Working	KPME 工事	KPME 工事	検査	生産管理	控 計	1	ISSUE		<div style="text-align: center;"> <p>Kawasaki</p> <p>KAWASAKI HEAVY INDUSTRIES, LTD. GAS TURBINE & MACHINERY COMPANY MACHINERY DIVISION MARINE PROPULSION SYSTEM DEPT PROPULSION MACHINERY ENG'NG SECT.</p> </div> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 10px;"> <tr> <td style="font-size: small;">APPROVED</td> <td style="text-align: center;"></td> </tr> <tr> <td style="font-size: small;">CHECKED</td> <td style="text-align: center;"></td> </tr> <tr> <td style="font-size: small;">DRAWN</td> <td style="text-align: center;"></td> </tr> <tr> <td style="font-size: small;">DRAWING NO.</td> <td style="text-align: center;">95001-07497R3</td> </tr> </table>	APPROVED		CHECKED		DRAWN		DRAWING NO.	95001-07497R3
DELIVERY	ORDER NO.																						
YARD	31KC767/768, 31K152/161/177																						
製業	NOTES For Approval, For Working																						
KPME 工事																							
KPME 工事																							
検査																							
生産管理																							
控 計	1																						
ISSUE																							
APPROVED																							
CHECKED																							
DRAWN																							
DRAWING NO.	95001-07497R3																						
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="font-size: small;">DATE</td> <td style="text-align: center;">Aug. 21, 2013</td> </tr> </table>		DATE	Aug. 21, 2013																				
DATE	Aug. 21, 2013																						

(32 SHEETS COVER INC)



95001-07497

1

I GENERAL

01 Contractor	
02 Ship Owner	MSC
03 Shipyard and Ship No.	Jiangnan Shipyard (Group) Corporation, Ltd. H2552 / H2553 Shanghai Jiangnan-Changxing Shipbuilding Co., Ltd. H3001 / H3002 / H3003 / H3004
04 Kind of ship	9,400 TEU CONTAINER VESSEL
05 Hull dimensions	
Lpp x B x D x d	x x x m
06 Classification	GL
07 Location of thruster(s)	Bow x 1



II PARTICULARS

01 Thruster unit	
01) Model	KT-255B5
02) Number of units	1 unit / vessel
03) Type of propeller	4 bladed, Skewed type, Controllable Pitch type
04) Propeller diameter	2,850 mm
05) Thrust (per unit)	Approx. 427 kN (Approx. 43.6 metric tons)
06) Input shaft speed	880 min ⁻¹
07) Input power (per unit)	3,000 kW
08) Direction of input shaft rotation	Clockwise view from prime mover
09) Position of propeller blade	Starboard side
10) Anti-corrosive anodes	Aluminum, bolting type, lifetime 5 years
11) Lubrication method	Oil bath
12) Lubrication oil	Gear oil equivalent to ISO VG100

SIDE THRUSTER



95001-07497

2

02 Prime mover and control device

02-1 Main motor (Drive motor)

01) Type	Vertical type, squirrel cage, induction motor
02) Number	1 unit / thruster
03) Output	3,000 kW x 900 min ⁻¹ (synchronous speed)
04) Voltage x Frequency	AC3 ϕ 6,600V x 60Hz
05) Rating	60 minutes
06) Insulation	F class, F rise
07) Protection	IP 44
08) Space heater	Element type
09) Temperature sensor	PT 100 Ω x 3 phase PTC Thermistor x 3 for alarm, x 3 for trip (Total6)

02-2 Motor control device

01) Type	Self-standing type
02) Number	1 unit / thruster
03) Voltage x Frequency	AC3 ϕ 6,600V x 60Hz (Power source) AC1 ϕ 220V x 60Hz (Control source)
04) Protection	IP44
05) Starting method	Auto transformer starting, 65% Tap
06) Start interlock	The prime mover start function interlocks with the following conditions.
a) Gravity tank oil level	Normal close, open at low level
b) Control oil pressure	Normal close, open at low pressure
c) Blade angle	Close at pitch neutral zone (AB : +3 / -3 degrees)
d) Fan run x 2	Close at No.1 and No.2 fan running *1
e) Hydraulic pump run	Close at hydraulic pump running
f) Generators run	Close at generators running *1
g) Door for starter	Close at door close
h) Suction & Drain line valve open	Close at valve full open
07) Door open interlock	The starter door open function interlocks with the following conditions.
a) ACB open	Close at ACB open (Interface with switch board) *1
*1: Potential free signal should be supplied by shipyard.	
08) Accessories	Earthing device

Note: Please prepare some protection by shipyard for safety of operators from internal arc, for instance to install the starter into an independent compartment.

Note: Emergency stop button and ammeter for bow thruster are provided in ECR, bridge wings, bridge console, and starter in bow thruster room.

SIDE THRUSTER

KAWASAKI HEAVY INDUSTRIES, LTD.

Page 3

2. OPERATION

2.1 Interlock for prime mover

- | | |
|----------------------------|--------------------------------------|
| (1) Gravity tank oil level | : Normal (checking by float switch) |
| (2) Control oil pressure | : Normal (checking by press. switch) |
| (3) Blade angle | : Neutral (AB = 0 degree) |
| Allowable range | : ± 3 degree |

2.2 Rated draft

The draft should be kept shown in "fig.- 1" at running.

Fore draft : $df \geq 6.4$ m

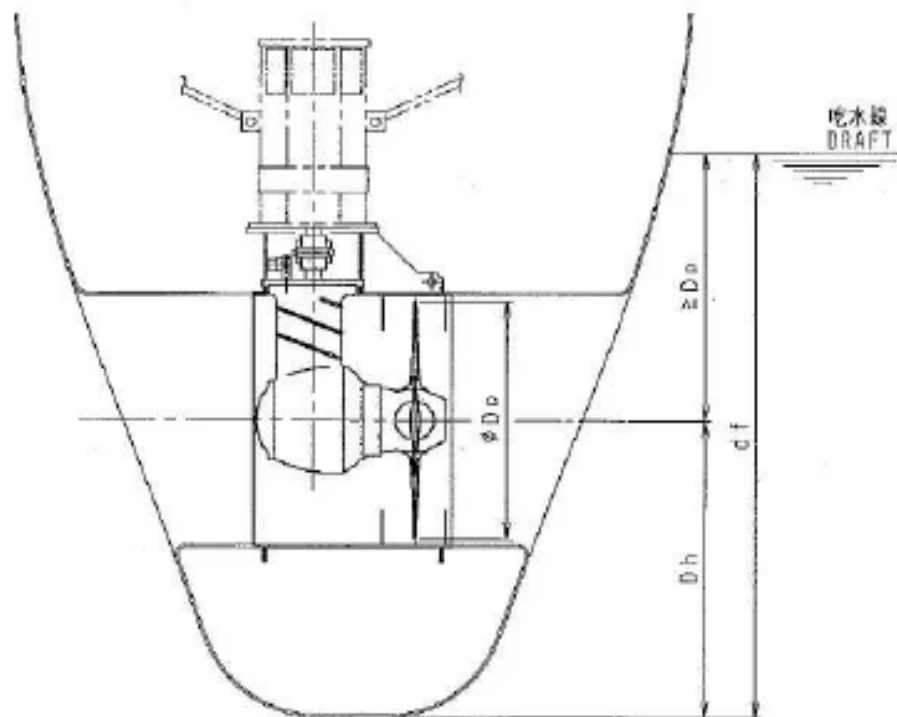


fig.- 1

2.3 Oil temperature of the thruster

The kinematic coefficient of viscosity for thruster should be kept the range of $40 \sim 500 \text{ mm}^2/\text{s}$ { cSt } at running.

The corresponding temperature to the fore mentioned viscosity is at about $10 \sim 60$ degrees C for the gear oil ISO VG 100.