



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

Trabajo Fin de Grado
CURSO 2020/2021

BULKCARRIER 100 000 T.P.M

Grado en Ingeniería Naval y Oceánica

ALUMNA/O

Sofía Fraga Ludeiro

TUTORAS/ES

Marcos Míguez González

FECHA

Junio 2021

1 RESUMEN

1.1 Castellano

En este proyecto se pretende realizar el estudio de un bulkcarrier con las características que se pueden observar en la RPA que se adjunta en el apartado siguiente.

1.2 Gallego

Neste proxecto preténdese realizar o estudo dun bulkcarrier das características que observanse na RPA que se adxunta no apartado seguinte.

1.3 Inglés

In the following project it has been made the study of a bulkcarrier vessel with the characteristics written in the RPA that are attached in the next chapter.



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

**TRABAJO FIN DE GRADO/MÁSTER
CURSO 2020/2021**

BULKCARRIER 100 000 T.P.M

Grado en Ingeniería Naval y Oceánica

Cuaderno 1

“DIMENSIONAMIENTO Y CIFRA DE MÉRITO”

GRADO EN INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA
TRABAJO FIN DE GRADO

CURSO 2020-2021

PROYECTO NÚMERO

TIPO DE BUQUE: Bulkcarrier

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

CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA: 100 000 T.P.M Grano

VELOCIDAD Y AUTONOMÍA: 15 nudos en servicio al 85% MCR +15% y 15.000 millas a la velocidad de servicio

SISTEMAS Y EQUIPOS DE CARGA / DESCARGA: Escotillas de accionamiento hidráulico

PROPULSIÓN: Motor dual diésel y gas con hélice de paso fijo

TRIPULACIÓN Y PASAJE: 13 tripulantes

OTROS EQUIPOS E INSTALACIONES:

Lo habitual en este tipo de buques

Ferrol, 2 Octubre 2020

ALUMNO/A: **D^a SOFÍA FRAGA LUDEIRO**

Índice

1 Resumen	2
1.1 Castellano.....	2
1.2 Gallego	2
1.3 Inglés.....	2
2 Rpa	4
3 Generalidades.....	8
3.1 Características generales del barco de estudio.....	8
4 Buques de referencia.....	9
5 Obtención de las curvas de REGRESIÓN Y dimensionamiento básico.....	10
5.1 Determinación de la eslora entre perpendiculares (Lpp)	10
5.2 Determinación de la manga (B).....	10
5.3 Determinación del puntal (D)	11
5.3.1 Representación de B/D frente a B	11
5.3.2 Lpp/D frente a D	12
5.3.3 Valor final de D	12
5.4 Determinación del calado (T)	12
5.4.1 Lpp/T frente a Lpp	13
5.4.2 B/T frente a B	13
5.4.3 D/T frente a D	14
5.4.4 Valor final de T	14
5.5 Determinación de la Eslora Total (Loa)	14
5.6 Valor de L*B*T	15
5.7 Cálculo del coeficiente de bloque (CB)	16
5.7.1 Fórmula de Alexander.....	16
5.7.2 Fórmula de Townsin	16
5.7.3 Fórmula de Kerlen	17
5.7.4 Fórmula de Minorsky	17
5.7.5 Valor final Coeficientes de Bloque	18
5.8 Cálculo del coeficiente de la sección media (CM)	18
5.8.1 Fórmula de Kerlen	18
5.8.2 Fórmula EL HSVA	18
5.8.3 Fórmula Torroja	18
5.8.4 Valor final de CM	18
5.9 Cálculo del coeficiente prismático (CPL).....	19

5.10 Cálculo del coeficiente de Flotación (CF)	19
5.10.1 Fórmula Schneekluth	19
5.11 Determinación del desplazamiento (Δ).....	20
5.12 Resumen de dimensiones obtenidas	20
5.13 Comprobación del Peso Muerto.....	20
6 Cifra de mérito	22
6.1 Introducción a la cifra de mérito	22
6.2 Criterio de evaluación	22
6.3 Cálculos previos a la generación de alternativas	23
6.3.1 Coste de materiales a granel	23
6.3.2 Coste de los equipos del buque (CE_q)	23
6.3.3 Coste de la mano de obra.....	25
6.3.4 Otros costes aplicados.....	25
6.3.5 Coste de construcción (CC).....	26
6.4 Proceso de generación de alternativas	26
6.4.1 Explicación del proceso y sus características	27
6.5 Tabla resumen de los resultados obtenidos	29
6.5.1 Comprobación de Peso Muerto	29
7 Estudio preliminar de pesos	30
7.1 Peso en rosca.....	30
7.1.1 Cálculo del peso de la estructura de acero	30
7.1.2 Cálculo del peso del equipo y habilitación	30
7.1.3 Cálculo del peso de maquinaria propulsora y auxiliar	31
7.1.4 Resultados finales de los pesos en rosca	32
8 Estimación de la potencia	33
8.1 Elección del motor	33
9 Peso muerto.....	36
9.1 Tripulación y pasaje	36
9.2 Pertrechos	36
9.3 Consumos	36
9.3.1 Combustible.....	37
9.3.2 Aceite	38
9.3.3 Agua dulce.....	38
9.3.4 Víveres	38
9.3.5 Peso total de consumos.....	38
9.4 Carga útil	38
10 Francobordo.....	39

10.1 Correcciones de francobordo.....	39
10.1.1 Corrección por francobordo	40
10.1.2 Calado de verano	40
10.2 Altura mínima de proa y flotabilidad	40
11 Croquis de la disposición general y de la sección transversal	42
12 Anexo I.....	43
13 Anexo II.....	49

3 GENERALIDADES

3.1 Características generales del barco de estudio

En este apartado se procede a describir las características principales del buque de estudio, de ahora en adelante "buque proyecto".

El buque proyecto corresponde a la familia de los llamados bulkcarrier o graneleros. Esta familia de barcos destaca debido a su capacidad de carga en grandes cantidades, habitualmente el tipo de carga suele ser a granel, es decir sin ningún tipo de empaquetamiento previo.

Algunos ejemplos de carga son: minerales, alimentos en grano, carbones e incluso cemento. Además de la carga en grano; estos buques tienen la posibilidad de llevar una carga líquida como puede ser aceite; petróleo y otras muchas sustancias químicas, aunque esto último ocurre de manera ocasional y hoy en día se encuentra casi en desuso.

Los bulkcarrier pueden ser clasificados en función de distintas atribuciones como pueden ser por características específicas de su diseño o su tamaño. En este caso se ha decidido optar por la clasificación por tamaño, que es la más habitual, en ella encontramos estas subcategorías:

1. Very large Carriers
2. Capesize
3. Handymax
4. Small sized

En este caso el buque proyecto se corresponde con la categoría de Capesize, este tipo de barco se caracteriza por tener:

- Un tonelaje de peso muerto entre los valores de 100 000 y 200 000.
- Habitualmente tienen 9 bodegas.
- Su ruta habitual es entre Asia y Europa sin pasar por el Canal de Suez.
- No dotan de medios de carga propios.

Para ser más concretos el buque proyecto tendrá las siguientes atribuciones que se han sido recogidas previamente en la RPA:

- La capacidad de carga será de 100 000 TPM y el tipo de carga podrá variar entre grano y mineral.
- La velocidad de servicio será de 15 nudos al 85% MCR y tendrá una autonomía máxima de 15 000 millas a la velocidad de servicio
- El barco estará dotado de escotillas de accionamiento hidráulico, pero sin medios propios de carga y descarga.
- Un motor dual de diésel y gas con hélice de paso fijo.
- El barco estará diseñado para acoger a un número de 13 tripulantes.
- Los equipos restantes son los típicos de este tipo de buque

4 BUQUES DE REFERENCIA

Los buques que se muestran a continuación han servido para confeccionar una base de datos para desarrollar los apartados posteriores que definen el buque proyecto.

Esta base de datos permite realizar un dimensionamiento preliminar, ya que mediante una regresión lineal se consigue realizar unas primeras estimaciones del navío de estudio y a lo largo de este documento dichas cifras se irán afinando. Los datos de la tabla que se puede encontrar a continuación han sido obtenidos de las revistas "Significant ships" y de la revista Sea-Japan, números 361 y 365, elaborada por "Japan Ship Exporters' Association".

Estos buques han sido seleccionados por las características similares al buque proyecto que se pretende diseñar, más concretamente por su tonelaje de peso muerto que debe ser cercano al tonelaje precisado en la RPA, este tiene un valor de 100 000 TPM.

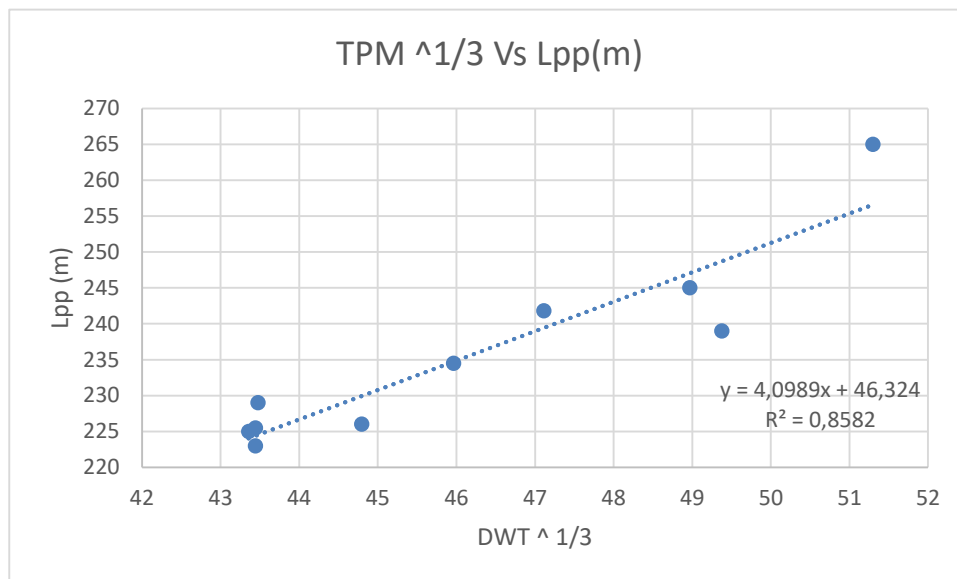
BASE DE DATOS							
Nombre	Año	TPM	Loa (m)	Lpp (m)	B (m)	D (m)	T (m)
Prime Rose	2012	82000	229	223	32,26	20,2	14,5
RTM Dias	2013	89892	234,87	226	38	20	13,9
Shoyoho	2013	97114	239,9	234,5	43	20,5	13,05
Sanoyas Pacific power	2014	120369	245	239	43	21,6	15,625
Crystal Star	2014	82172	229	229	32,24	20,2	14,64
Cielo D'Italia	2015	117438	245	245	43	21,6	15,6
K younghung	2015	135000	273	265	46	22,7	16,5
RB Jordana	2016	81500	229	225	32,26	20,2	14,55
Admiral Schmidt	2019	104553	250	241,79	43	21,8	14,5
Kai oldendorf	2019	82000	228,28	225,5	32,27	20,02	14,51

El diseño y la definición del proyecto se hará mediante un proceso de semejanza y debido a esto surge la necesidad de escoger un "buque base", que será la referencia principal en la que este estará basado. En este caso dicho buque base se encuentra dentro de la base de datos y es "K Younghung".

5 OBTENCIÓN DE LAS CURVAS DE REGRESIÓN Y DIMENSIONAMIENTO BÁSICO

5.1 Determinación de la eslora entre perpendiculares (Lpp)

En esta gráfica se representa el peso muerto elevado a 1/3 frente a la eslora entre perpendiculares.



El valor obtenido de $R^2=0.858$ es bastante alto por lo que implica que la relación entre el peso muerto y la eslora también lo es.

Con la ecuación obtenida de esta gráfica y sustituyendo los valores previamente establecidos se obtiene que:

$$Lpp = 04,0989 * DWT^{\frac{1}{3}} + 46,32$$

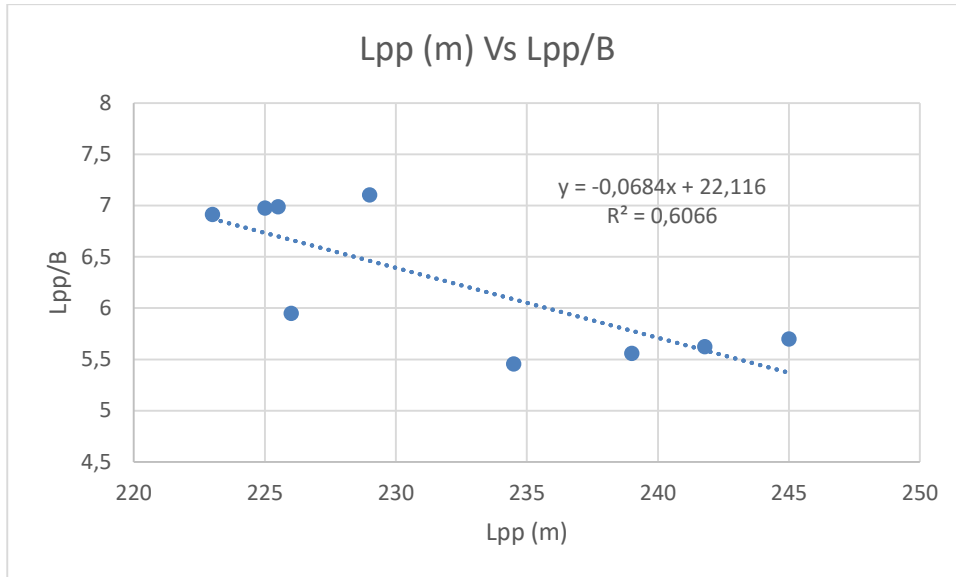
$$Lpp=236.57 \text{ m}$$

Dónde:

DWT= son las toneladas de peso muerto del buque de estudio que se define como 100000 DWT.

5.2 Determinación de la manga (B)

Mediante la representación del valor obtenido al dividir la eslora entre perpendiculares entre la manga frente a la eslora entre perpendiculares se obtiene la siguiente gráfica:



Con la ecuación de la regresión:

$$\frac{Lpp}{B} = -0,0684 * Lpp + 22,116$$

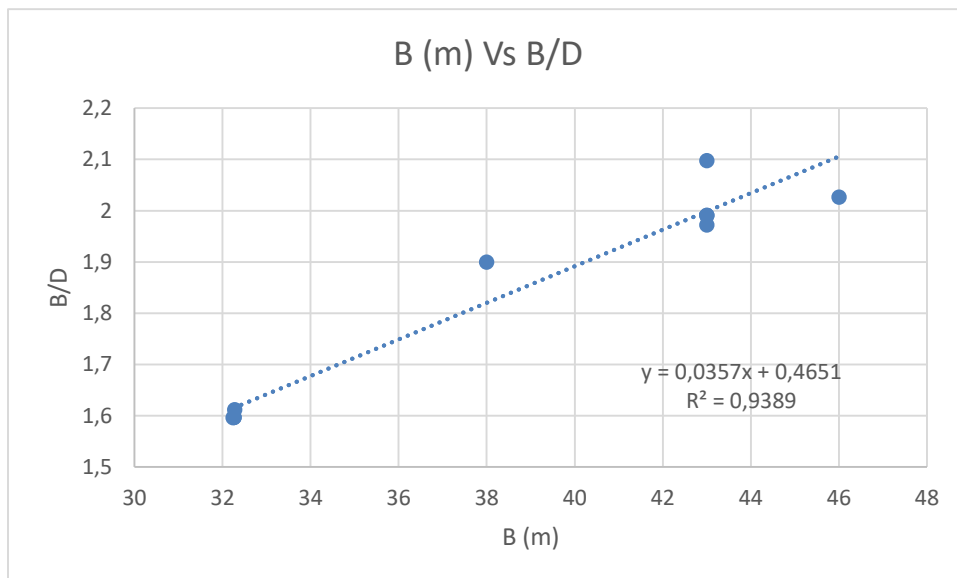
Y considerando el valor de Lpp=236.57 m, valor conseguido en el apartado anterior

$$B=39,56 \text{ m}$$

5.3 Determinación del puntal (D)

Para hallar el valor del puntal se necesita de la representación de 2 gráficas de regresión, para posteriormente realizar la media aritmética del valor final.

5.3.1 Representación de B/D frente a B



Ecuación resultante:

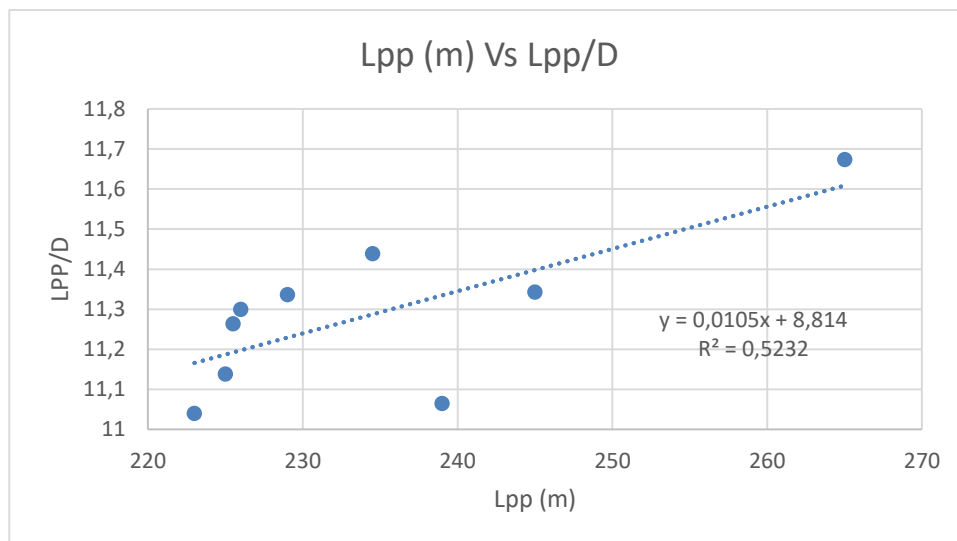
$$\frac{B}{D} = 0,0357 * B + 0,4651$$

B=39,56 m (definido previamente)

Y por tanto el valor de D es de,

$$\mathbf{D=21,07\ m}$$

5.3.2 L_{pp}/D frente a D



Sustituyendo el valor de la eslora entre perpendiculares (235.348 m) en la expresión:

$$\frac{L_{pp}}{D} = 0.0105 * L_{pp} + 8.814$$

El valor de D es:

$$\mathbf{D=20.93\ m}$$

5.3.3 Valor final de D

El valor final es, como ya se ha mencionado al principio de este apartado la media de ambos resultados:

$$D = \frac{20,93 + 21,07}{2}$$

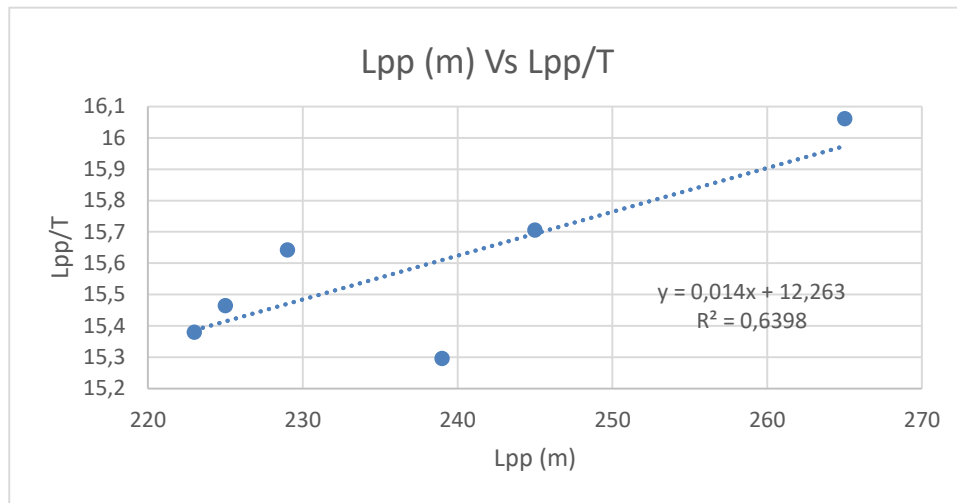
Y por tanto,

$$\mathbf{D=21\ m}$$

5.4 Determinación del calado (T)

El valor del calado se determina mediante la representación de 3 gráficas, de los valores resultantes se realiza una media para llegar a la medida definitiva.

5.4.1 L_{pp}/T frente a L_{pp}



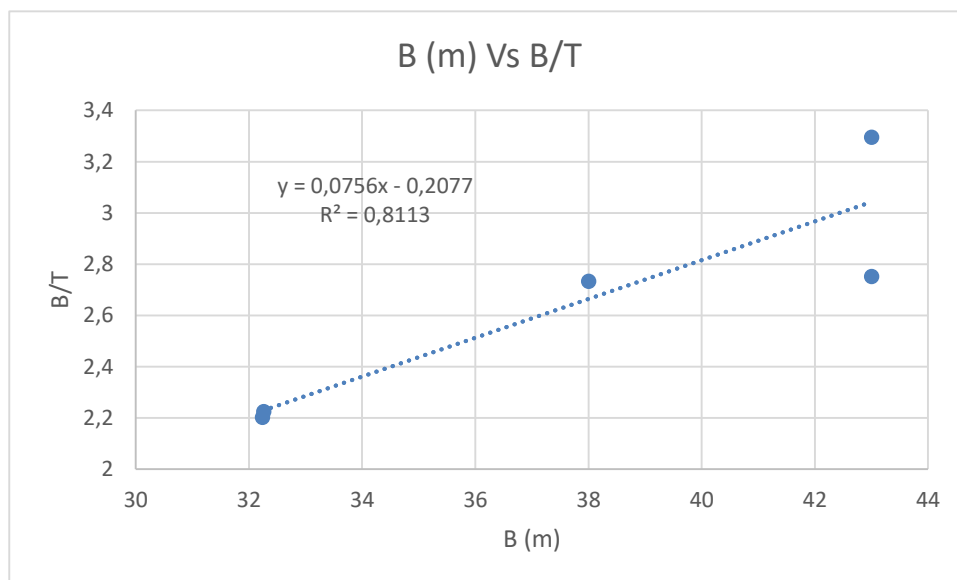
La expresión de la regresión es:

$$\frac{L_{pp}}{T} = 0,014 * L_{pp} + 12,263$$

Sustituyendo el valor de L_{pp} (236,57 m),

$$T = 15,18 \text{ m}$$

5.4.2 B/T frente a B



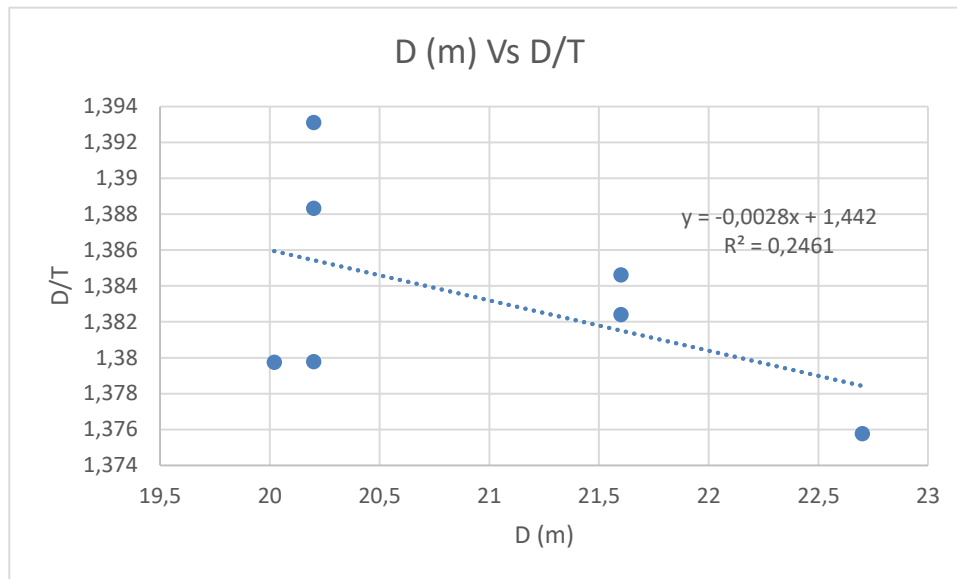
Se despeja de la ecuación T:

$$\frac{B}{T} = 0.0756 * B - 0.2077$$

B es 39.56 m por tanto T es,

T=14.21 m

5.4.3 D/T frente a D



Teniendo en cuenta la ecuación y que el valor del puntal del buque de estudio se ha determinado que es 20.54 m:

$$\frac{D}{T} = -0,0028 * D + 1.442$$

T=15,18m

5.4.4 Valor final de T

El valor final de T es el valor medio de los tres apartados anteriores.

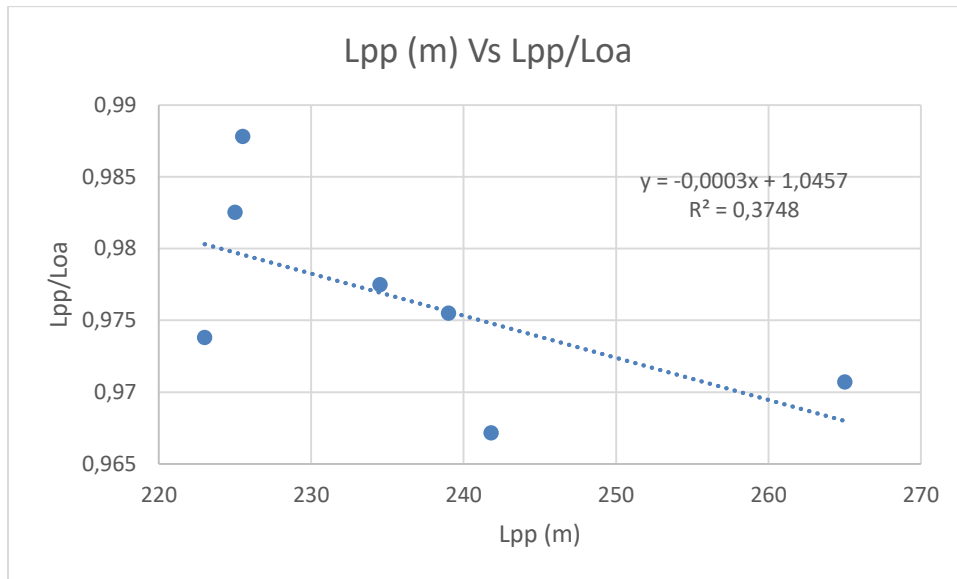
$$T = \frac{14,21 + 15,18 + 15,18}{3}$$

Tal que,

T=14,85 m

5.5 Determinación de la Eslora Total (Loa)

Para hallar la eslora total utilizaremos un método similar a los utilizados hasta el momento, comparando la eslora total con la eslora entre perpendiculares.



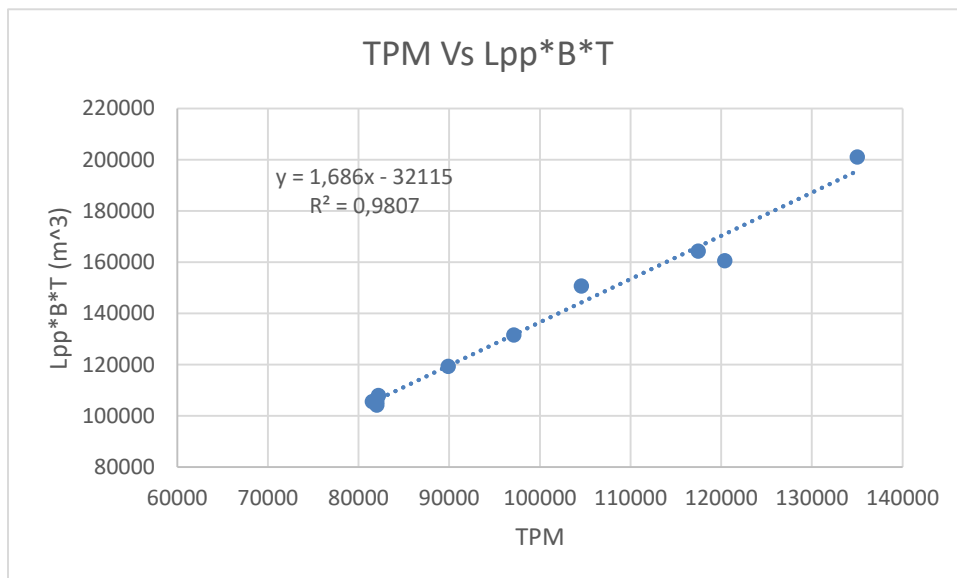
Se obtiene así:

$$\frac{Lpp}{Loa} = -0,0003 * Lpp + 1,0457$$

$$Loa = 242,7 m$$

5.6 Valor de L*B*T

Este valor se utilizará para una primera estimación del volumen necesario en el buque proyecto para un valor de 100 000 TPM.



Por tanto mediante esta regresión y teniendo en cuenta que el tonelaje del buque tiene un valor de 100 000 tpm se obtiene que el volumen es tal que:

$$Lpp * B * T = 1,686 * TPM - 32115$$

$$Lpp * B * T = 136485 m^3$$

5.7 Cálculo del coeficiente de bloque (CB)

El coeficiente de bloque se define como la relación entre el volumen ocupado por la carena sumergida del buque y el de un paralelepípedo imaginario circunscrito a esta. Dicho paralelepípedo tiene dimensiones rectas. Este coeficiente afecta entre otras a la resistencia de marcha y capacidad de carga de manera importante y en menor medida a la estabilidad y maniobrabilidad.

Podríamos aplicar el mismo método de deducción de los apartados anteriores para hallar el coeficiente de bloque (CB) pero debido a la ausencia de algunos valores de desplazamiento en los buques de referencia se ha decidido emplear fórmulas empíricas que aporten un resultado más fiable.

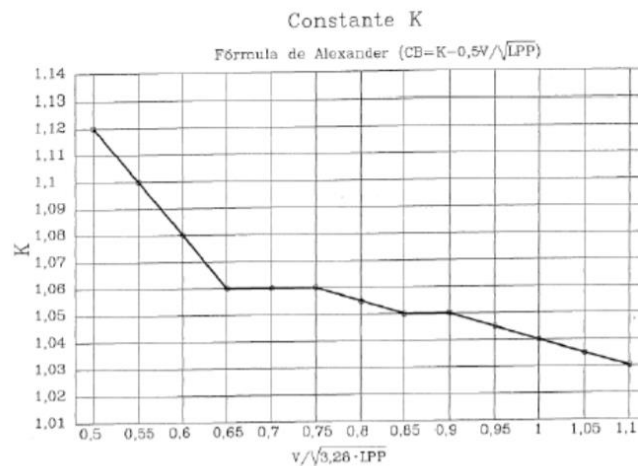
Para ellos utilizaremos varias fórmulas empíricas para posteriormente realizar una media de dichos valores y así obtener el valor final del coeficiente de bloque para nuestro buque.

5.7.1 Fórmula de Alexander

$$CB = K - \frac{0,5 * V}{(3,28 * L_{pp})^{0.5}}$$

Dónde:

K se obtiene de $\frac{V}{\sqrt{3.28 * L_{pp}}}$ este valor se compara en la siguiente tabla obteniendo $K=1.1$



V = velocidad del buque en nudos (en este caso 15 nudos)

L_{pp} = Eslora entre perpendiculares (en este caso 235.348 m)

Realizando los cálculos:

$$CB = 1,1 - \frac{0,5 * 15}{(3,28 * 235,348)^{0.5}}$$

CB=0,83

5.7.2 Fórmula de Townsin

$$CB = 0,7 + 0,125 * \arctang(25(0.23 - Fn))$$

Dónde:

$$Fn = \frac{V}{\sqrt{g * L_{pp}}}$$

V= velocidad en m/s=15*0,5144=7,716m/s

g=9,81 m/s

Lpp= 235,46 m

Sustituyendo para obtener Fn:

$$Fn = \frac{15 * 0,5144}{\sqrt{9,81 * 236,57}}$$

Fn= 0.1605

Sustituyendo en la ecuación principal se obtiene que:

$$\mathbf{CB=0,831}$$

5.7.3 Fórmula de Kerlen

La condición para utilizar esta fórmula es que $CB > 0.78$

$$CB = 1,179 - 2,026 * Fn$$

Dónde:

$$Fn = \frac{V}{\sqrt{g * L_{pp}}}$$

Que cómo se ha indicado en el apartado anterior tiene un valor de $Fn=0,1605$

Y el resultado que se obtiene es :

$$\mathbf{CB=0,854}$$

5.7.4 Fórmula de Minorsky

$$CB = 1,22 - 2,38 * Fn$$

Dónde:

$$Fn = \frac{V}{\sqrt{g * L_{pp}}}$$

Que cómo se ha indicado en el apartado anterior tiene un valor de $Fn=0.1605$

Se obtiene por tanto:

$$\mathbf{CB=0,831}$$

5.7.5 Valor final Coeficientes de Bloque

El valor final del coeficiente de bloque del buque se determinará mediante una media aritmética de los valores de los apartados anteriores tal que:

$$CB = \frac{0,83 + 0,831 + 0,854 + 0,839}{4}$$

Cuyo resultado es:

$$\mathbf{CB=0,839}$$

5.8 Cálculo del coeficiente de la sección media (CM)

El coeficiente de la sección media influye sobre la resistencia a la marcha de la carena y tiene una repercusión directa sobre la extensión de la zona curva del casco en el pantoque.

Así como en el coeficiente de bloque se podría generar una gráfica de regresión con los valores de los buques de la base de datos y así estimar el valor para nuestro buque, sin embargo, debido a la ausencia de este dato el coeficiente de la sección media se calculará mediante fórmula empírica. Para obtener un valor lo más real posible se llevarán a cabo en este apartado diferentes expresiones para conseguir este valor con el fin de hallar al final un valor medio de los resultados obtenidos.

5.8.1 Fórmula de Kerlen

$$CM = 1.006 - 0.0056 * CB^{-3.56}$$

El valor de CB es 0.838 ya que se ha calculado en el apartado anterior, por tanto:

$$\mathbf{CM=0.9955}$$

5.8.2 Fórmula EL HSVA

$$CM = \frac{1}{1 + (1 - CB)^{3.5}}$$

CB=0.838, por tanto;

$$\mathbf{CM=0,9983}$$

5.8.3 Fórmula Torroja

$$CM = 1 - 2 * Fn^4 \text{ para } Fn < 0.5$$

$$CM = 0,75 + (1 - Fn^4) \text{ para } 0,5 < Fn < 1$$

En este caso Fn= 0.1605 por tanto se utiliza la primera de las expresiones, obteniendo el valor de;

$$\mathbf{CM=0,9986}$$

5.8.4 Valor final de CM

Como el valor de CM se mantiene en las diferentes fórmulas ya no es necesario realizar una media aritmética ya que el valor final de el coeficiente de la maestra es:

$$CM=0,9975$$

5.9 Cálculo del coeficiente prismático (CPL)

El coeficiente prismático relaciona el coeficiente de bloque y el coeficiente de la maestra tal que:

$$CPL = \frac{CB}{CM}$$

En este caso;

$$CB=0.839$$

$$CM=0.997$$

Y el valor resultante es,

$$CPL=0,841$$

Dependiendo de su valor puede indicar que el volumen de la obra viva se concentra alrededor de la perpendicular media y que los extremos de proa y de popa son afinados, en el caso de que el valor de este coeficiente sea bajo o lo contrario si el valor fuese alto.

Además de lo mencionado en el párrafo anterior, el coeficiente prismático tiene un efecto importante sobre la resistencia residual, que supone un alto tanto por ciento de la resistencia total en los buques rápidos que navegan a valores altos de $V/L^{0.5}$ y puede sustituir a CB en la determinación de las características principales del buque.

5.10 Cálculo del coeficiente de Flotación (CF)

El coeficiente de flotación tiene alguna influencia sobre la resistencia hidrodinámica y muy considerable sobre la estabilidad inicial.

Este coeficiente puede variar dependiendo del grado de U/V de las secciones transversales.

Para definir este coeficiente nuevamente se utilizan diversas fórmulas empíricas, y por tanto al final de este apartado se realiza una media aritmética para obtener un valor final.

5.10.1 Fórmula Schneekluth

Esta fórmula varía dependiendo de la forma del barco de estudio, en este caso el barco tiene unas formas más próximas a U que a V por lo cual utilizaremos aquellas expresiones que relacionan las formas en U.

$$CF = \frac{1 + 2 * CB}{3}$$

El valor de CB es igual a 0.839 y el resultado final es:

$$CF=0,8927$$

5.11 Determinación del desplazamiento (Δ)

El cálculo del desplazamiento podría realizarse mediante una línea de regresión como en la de los apartados iniciales pero debido a la ausencia de algunos de estos valores en los buques de referencia se considera más adecuado hacerlo mediante la siguiente fórmula:

$$\Delta = \rho * L_{pp} * B * T * CB$$

Los valores necesarios para obtener el valor del desplazamiento son los siguientes:

$\rho = 1,025$ para agua salada

$L_{pp} = 236,57$ m

$B = 39,56$

$T = 14,85$

$CB = 0,839$

Obteniendo que:

$$\Delta = 1,025 * 236,57 * 39,56 * 14,85 * 0,839 = 119525,619 \text{ m}^3$$

5.12 Resumen de dimensiones obtenidas

En la siguiente tabla se muestra los valores obtenidos hasta ahora para el buque de estudio:

DIMENSIONES PRELIMINARES		
Dimensión	Valor	Unidad
Lpp	236.57	m
LOA	242.7	m
B	39.56	m
D	21	m
T	14.85	m
CB	0.839	/
CM	0.997	/
CPL	0.841	/
CF	0.892	/
Δ	119525.619	t
LPP*B*T	136485	m ³

5.13 Comprobación del Peso Muerto

Se va a hacer una primera estimación del peso muerto para asegurar que se está cumpliendo con el requisito principal que es el tonelaje de peso muerto. Tal que se cumpla lo siguiente:

$$P_{muerto} = \Delta - Prosc$$

$$P_{muerto} = 119525.619 - 18750.10 = 100775.51 t$$

Para ello se estima el peso en Rosca mediante la siguiente fórmula empírica:

$$PR = 0.0254 * L^{1.5} * B * D^{0.5} + 8 * BHP^{0.49963} + 0.11994 * (L * B)^{0.9983}$$

$$P_{rosca} = 18750.1 t$$

La potencia también se estima mediante fórmula empírica:

$$POT = \frac{0.889 * \Delta^{\frac{2}{3}} * (40 - \left(\frac{Lpp}{61}\right) + 400 * (k - 1)^2 - 12 * CB}{15000 - 1.81 * N * Lpp^{0.5}} * v^3$$

$$POT = 16622,91 CV = 12467,18 KW$$

Se puede apreciar que aunque no da exactamente el peso muerto estipulado en la RPA debido a que esto está basado en fórmulas empíricas y el error es mínimo se considera óptimo.

6 CIFRA DE MÉRITO

6.1 Introducción a la cifra de mérito

El objetivo de este apartado es buscar la construcción más viable económicamente hablando del buque de estudio entre diferentes alternativas generadas a partir de una serie de parámetros.

Estas alternativas se generan partiendo de las dimensiones preliminares halladas en los apartados anteriores mediante las ecuaciones de regresión y expresiones empíricas. Se genera una variación sistemática de estos parámetros anteriormente mencionados y se usa la cifra de mérito para determinar cuál de ellas será la más adecuada para este proyecto.

La cifra de mérito, representa un concepto económico que ayuda a determinar las alternativas más favorables a la hora de realizar una evaluación económica.

Existen diferentes criterios que pueden utilizarse en los procesos de selección alternativos, a continuación, una enumeración de los mismos:

- Costo de construcción
- Costo de adquisición
- Inversión total
- Coste de operación
- Flete requerido
- Tasa de recuperación del capital propio
- Tasa de rentabilidad interna

6.2 Criterio de evaluación

En este proyecto es el criterio que se tendrá en cuenta ya que tiene como ventaja un aporte de fiabilidad muy grande al contar con pocos elementos aleatorios, además habrá que tener en cuenta que el escoger otro criterio implicaría la necesidad de disponer de un armador que fijase unas condiciones específicas.

El costo de construcción es aquel que presenta un astillero para un barco a contratado en lo que se refiere a características aún pendientes de definir. El valor del contrato está fijado por lo que siempre se escogerá el costo de construcción mínimo ya que aportará el beneficio industrial máximo.

Además del costo de construcción a continuación se explican los diferentes criterios con la intención de despejar cualquier duda residual que pudiera quedar pendiente:

- Inversión total: Como la de construcción la alternativa más favorable va a ser aquella que haga la magnitud mínima, este criterio tiene sentido si el que lo elige es el armador, en el caso de que este prefiera obtener el costo inicial más bajo, sin tomar en cuenta los gastos operativos. Al igual que el costo de construcción presenta pocos elementos aleatorios y no requiere de proyección en el tiempo.
- Costo de ciclo de vida: La más favorable es aquella que hace de dicha magnitud la mínima, este criterio es muy adecuado desde el punto de vista del armador, cuando la operación del buque es de naturaleza comercial, sin remuneración.
- Flete requerido: Muy recomendable para el armador cuando la operación del buque da lugar a flete o a alquiler.

- Tasa de recuperación del capital propio: En este caso el valor más acertado es aquel que tiene la magnitud más elevada, este criterio es adecuado cuando existe flete o alquiler.
- Tasa de rentabilidad interna: Como en la anterior la más favorable es aquella con la magnitud más alta, es una medida muy precisa de la calidad de un negocio, haciendo abstracción de sus fuentes de financiación

6.3 Cálculos previos a la generación de alternativas

Antes de empezar con el apartado, se ha de mencionar que los datos aquí presentes sobre los valores de los costes se han sacado de los apuntes de la asignatura "Proyectos y Artefactos Marinos 1".

6.3.1 Coste de materiales a granel

En este apartado solamente se incluirá el acero que contribuya a formar parte del casco y superestructura, así como equipo metálico del casco.

Cabe destacar que los valores utilizados para este cálculo figuran en los apuntes de Proyectos del buque I, más concretamente en el capítulo 5, como se ha mencionado al principio del apartado:

$$CMg = cmg * Ps = ccs * cas * cem * ps * Ps$$

Dónde:

ccs: coeficiente ponderado de chapas y perfiles dependiendo de la calidad de acero, este valor oscila entre $1.05 < ccs < 1.1$, para este proyecto se va a utilizar la máxima calidad por tanto el valor será el máximo [1.1]

cas: coeficiente de aprovechamiento (Pbruto/Pneto), este coeficiente oscila entre $1.08 < cas < 1.15$, estos valores se relacionan con el valor de cada buque, por ejemplo 1.15 se corresponde con un barco pequeño, por tanto se ha hecho la media aritmética por ser el buque proyecto de un tamaño intermedio [1.115]

cem: coeficiente de incremento por equipo metálico, oscila entre $1.03 < cem < 1.10$ debido a que no tendrá una gran cantidad de equipo metálico se ha escogido el valor de [1.1] ya que se corresponde con barcos con una menor cantidad de equipo metálico.

ps: precio unitario del acero, según "BRS groups" que hizo un estudio de la fluctuación del precio de acero de la chapa naval en 2008 rondaba 700\$/t, que equivale a [600€/ t], que es el valor que se utilizará para este estudio.

PS: Estimación del peso de aceros.

$$PS = 0.094 * L^{1.5} * B * D^{0.5} = 62005.939$$

Y por tanto CMg tiene un valor de,

$$CMg = 1.1 * 1.115 * 1.1 * 600 * 61716.12 = 49958584.7 \text{ €}$$

$$CM_g = 50.19 \text{ M€}$$

6.3.2 Coste de los equipos del buque (CE_q)

$$CE_q = CE_p + CE_c$$

Dónde:

CE_p: es el coste de los equipos de propulsión auxiliares

CE_c: Costo de los equipos de manipulación de la carga, este concepto se supone constante para todos los buques alternativa, y por tanto se obviará por el momento.

Además se puede calcular el coste de los equipos incluyendo el coste de todo el servicio y coste de montaje CMe tal que,

$$CEq + CMe = Cec + CEp + CHf + Cer$$

$$CEq + CMe = 0 + 4.46 + 0.4641 + 0 + 1.52 = 6.448 \text{ €}$$

$$\mathbf{CEq + CMe = 6,44M€}$$

Este concepto solo se utiliza para la estimación del coste de este concepto.

6.3.2.1 Coste de los equipos de propulsión auxiliares

$$CEp = cep * POT (Kw)$$

Dónde:

cep: coeficiente de coste unitario [350€/kW]

POT: Potencia propulsora (Kw)

$$POT = \frac{0.889 * \Delta^{\frac{2}{3}} * (40 - \left(\frac{Lpp}{61}\right)) + 400 * (k - 1)^2 - 12 * CB}{15000 - 1.81 * N * Lpp^{0.5}} * v^3$$

$$\mathbf{POT=13864,1188 CV= 12752,01 Kw}$$

Δ=119525.619 t

Lpp=236.57 m

CB=0.839

N: Revoluciones del motor. En este caso se supondrá 66 rpm en base al buque base.

k:

$$k = CB + \left(\frac{0.5 * v}{\sqrt{3.28 * Lpp}}\right)$$

k=1.1079

v: velocidad del buque de estudio [15 nudos]

$$CE_p=4463205.3 \text{ €}$$

$$\mathbf{CE_p=4.46 M€}$$

6.3.2.2 Coste del equipo restante (CEr)

$$CEr = ccs * ps * Per$$

ccs: coeficiente ponderado de chapas y aceros [1.1]

ps precio unitario del acero media de rango de valores de 450-600 € [525€]

Per: peso de equipo restante tal que,

$$Per = k * L^{1.3} * B^{0.8} * D^{0.3}$$

0.03 < k < 0.05 y cogemos un valor k=0,04

Per=2305.039

$$CEr=1521326.09€$$

$$\mathbf{CEr=1,521 M€}$$

6.3.2.3 Coste de habilitación (CHf)

$$CHf = chf * nch * NT$$

Dónde:

nch=1.05

Chf=34000 €/tripulante

NT= número de tripulantes, en nuestro caso 13 personas.

$$CHf = 464100 €$$

$$\mathbf{CHf=0,464 M€}$$

6.3.3 Coste de la mano de obra

Se puede desglosar en dos sumandos cada uno asociado a una cosa diferente, uno a montaje de material a granel y de los equipos.

$$CMo = CmM + CMe$$

$$CmM = chm * csh * Ps$$

CmM: Coste de la mano de obra del montaje a granel.

CMe: Coste de la mano de obra del montaje de los equipos e instalaciones del buque. Este valor se puede estimar con el 10% de la mano de obra total. Aunque por ahora no lo tendremos en cuenta.

chm: coste horario medio del astillero. [30 €/h] (dato proporcionado en la asignatura "Proyectos del buque y artefactos marinos 1)

csh: coeficiente de horas por unidad de peso, está directamente relacionado con la capacidad productiva del astillero. [50 h/t] (dato proporcionado en la asignatura "Proyectos del buque y artefactos marinos 1)

Ps: Peso del acero [61716.123 t]

$$CmM=93008908.5 €$$

$$\mathbf{CmM=93 M€}$$

6.3.4 Otros costes aplicados

Estos costes no intervienen directamente en el proceso de construcción que se verá en el apartado siguiente, pero sin embargo tiene un coste directo, como pueden ser seguros, sociedades de clasificación o ensayos en canal.

La fórmula es la siguiente:

$$CVa = cva * CC$$

Dónde:

cva: es un parámetro que oscila entre $0.05 < cva < 0.10$, en este caso se coge 0.08 un valor medio ya que no se espera aplicar el máximo valor ni el mínimo valor dentro de los costes aplicados.

Como CC es lo último que se pretende obtener Cva se calcula tal que;

$$Cva = cva \frac{CMg + CEq + CMe + CMm}{1 - cva}$$

Estos parámetros son todos conocidos y han sido calculados en los apartados que preceden a este. El resultado es:

$$Cva = 12840461 \text{ €}$$

$$\mathbf{Cva = 128.40 \text{ M€}}$$

6.3.5 Coste de construcción (CC)

El cálculo de construcción se calcula mediante la siguiente fórmula obtenida en a materia de proyectos del buque I, capítulos 4 y 5:

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

Dónde las abreviaturas significan lo siguiente, que ya ha sido calculado al principio de este apartado:

CMg: Costo materiales a granel

CEq: Costo de los equipos del buque

CMo: Costo de la mano de obra

CVa: Otros gastos del astillero

$$CC = 50193187.6 + 4463205.3 + 93008908.5 + 12840461 = 160505762 \text{ €}$$

$$\mathbf{CC = 160.50 \text{ M€}}$$

6.4 Proceso de generación de alternativas

El proceso general de la obtención de alternativas sigue el siguiente esquema que se muestra a continuación:

1. Se varían los valores de las dimensiones principales entre el 90% y el 110%
2. A esos valores se les va incrementado en intervalos recogidos en el siguiente sub apartado para obtener una serie de combinaciones.
3. Para calcular el desplazamiento de cada alternativa se utilizan tres partidas diferentes, peso de la estructura, peso de equipo restante y peso de la maquinaria.
4. Una vez determinado el desplazamiento se obtiene el calado mediante la siguiente ecuación:

$$T = \frac{\Delta}{1,03 * Lpp * B * Cb}$$

5. Se filtran los resultados obtenidos con la tabla de valores límites que se puede encontrar en este mismo apartado.

LIMITES SUPERIOR E INFERIOR						
	Lpp/B	B/D	L/D	D/T	Lpp/T	Lpp*B*T
Min	5,453	1,596	11,039	1,375	15,296	136485
Max	7,102	2,097	11,674	1,393	16,060	201135

6. A continuación, se obtiene todas las alternativas que cumplen con los requisitos mínimos y se calcula la cifra de mérito, que como ya se ha explicado se base en el coste total y se escoge la alternativa con menor coste de todas.

6.4.1 Explicación del proceso y sus características

En este su apartado se concreta los intervalos escogidos para cada dimensión, así como el número de alternativas generadas.

Se ha decidido lo siguiente:

1. Con el valor de Lpp el intervalo establecido es del 6% de su valor es decir se irá incrementando en un valor de 14 de cada vez.
2. Con el valor de B se ha establecido un intervalo del 5%, es decir se ha incrementado su valor en 2 de cada vez.
3. Con el valor de D se ha establecido un intervalo del 5% por tanto se incrementa su valor en 1 de cada vez.
4. Con el valor de Loa se ha establecido un intervalo del 6%, y por tanto se incrementa su valor de cada vez en 14.5.
5. Por otro lado, el valor L*B*T que forma parte de los límites que condicionarán los resultados finales del buque a proyectar se han obtenido de la siguiente manera:
 - a. El límite inferior se obtiene del estudio de las regresiones para un valor de 100000 TPM.
 - b. El límite superior es el valor máximo obtenido tras el estudio de la base de datos, el cual tienen en cuenta buque con características similares a el buque que se pretende proyectar.

A continuación se adjunta extracto de las primeras 29 alternativas obtenidas a modo de ejemplo.

Alter	Lpp	B	D	CB	CM	CP	T	Δ	PS (t)	dPs (t)	PER (t)
1	236,57	39,56	21	0,839	0,997	0,841	14,85	119516,601	62005,939		2305,03953
2	213	36	19	0,87	0,99920849	0,87068916	17,6851522	120929,992	45853,9296	-16152,0094	1809,76238
3	213	36	19	0,86	0,99897434	0,86088297	17,8267924	120497,387	45853,9296	-16152,0094	1809,76238
4	213	36	19	0,85	0,99869457	0,85111106	17,9768764	120098,927	45853,9296	-16152,0094	1809,76238
5	213	36	19	0,84	0,99836428	0,84137626	18,1356409	119734,186	45853,9296	-16152,0094	1809,76238
6	213	36	19	0,83	0,99797841	0,83168132	18,3033402	119402,773	45853,9296	-16152,0094	1809,76238
7	213	36	19	0,82	0,9975318	0,82202893	18,4802462	119104,337	45853,9296	-16152,0094	1809,76238
8	213	36	19	0,81	0,99701914	0,81242171	18,6666504	118838,56	45853,9296	-16152,0094	1809,76238
9	213	36	20	0,87	0,99920849	0,87068916	17,6897342	120961,324	47045,1391	-14960,7999	1837,82635
10	213	36	20	0,86	0,99897434	0,86088297	17,8314171	120528,647	47045,1391	-14960,7999	1837,82635
11	213	36	20	0,85	0,99869457	0,85111106	17,9815456	120130,121	47045,1391	-14960,7999	1837,82635
12	213	36	20	0,84	0,99836428	0,84137626	18,1403565	119765,318	47045,1391	-14960,7999	1837,82635
13	213	36	20	0,83	0,99797841	0,83168132	18,3081041	119433,851	47045,1391	-14960,7999	1837,82635
14	213	36	20	0,82	0,9975318	0,82202893	18,4850605	119135,364	47045,1391	-14960,7999	1837,82635
15	213	36	20	0,81	0,99701914	0,81242171	18,671517	118869,543	47045,1391	-14960,7999	1837,82635
16	213	36	21	0,87	0,99920849	0,87068916	17,6941601	120991,587	48206,9225	-13799,0165	1864,92454
17	213	36	21	0,86	0,99897434	0,86088297	17,8358842	120558,841	48206,9225	-13799,0165	1864,92454
18	213	36	21	0,85	0,99869457	0,85111106	17,9860556	120160,251	48206,9225	-13799,0165	1864,92454
19	213	36	21	0,84	0,99836428	0,84137626	18,1449113	119795,39	48206,9225	-13799,0165	1864,92454
20	213	36	21	0,83	0,99797841	0,83168132	18,3127055	119463,868	48206,9225	-13799,0165	1864,92454
21	213	36	21	0,82	0,9975318	0,82202893	18,4897105	119165,334	48206,9225	-13799,0165	1864,92454
22	213	36	21	0,81	0,99701914	0,81242171	18,6762177	118899,469	48206,9225	-13799,0165	1864,92454
23	213	36	22	0,87	0,99920849	0,87068916	17,6984421	121020,867	49341,3582	-12664,5808	1891,1339
24	213	36	22	0,86	0,99897434	0,86088297	17,840206	120588,054	49341,3582	-12664,5808	1891,1339
25	213	36	22	0,85	0,99869457	0,85111106	17,990419	120189,402	49341,3582	-12664,5808	1891,1339
26	213	36	22	0,84	0,99836428	0,84137626	18,149318	119824,484	49341,3582	-12664,5808	1891,1339
27	213	36	22	0,83	0,99797841	0,83168132	18,3171574	119492,911	49341,3582	-12664,5808	1891,1339
28	213	36	22	0,82	0,9975318	0,82202893	18,4942095	119194,329	49341,3582	-12664,5808	1891,1339
29	213	36	22	0,81	0,99701914	0,81242171	18,6807657	118928,423	49341,3582	-12664,5808	1891,1339

6.5 Tabla resumen de los resultados obtenidos

Después de estudiar las alternativas y aplicar los filtros anteriormente mencionados se han conseguido las siguientes dimensiones que definirán el buque proyecto de ahora en adelante:

Dimensiones definitivas	
Lpp	241 m
B	38 m
D	21 m
T	15,15 m
CB	0,84
CM	0,998
CP	0,841
Δ	119467,955 t
CC	158,068 M€
L*B*T	138754,884
Pot	11386,367 Kw

6.5.1 Comprobación de Peso Muerto

Nuevamente se repite este apartado debido a la necesidad de comprobar que el proceso se ha hecho de una forma óptima, se recuerda que la comprobación consiste en lo siguiente:

$$P_{muerto} = \Delta - P_{rosca}$$

$$P_{muerto} = 119467,955 - 18386 = 101081,76 t$$

Para ello se estima el peso en Rosca mediante la siguiente fórmula empírica:

$$PR = 0.0254 * L^{1.5} * B * D^{0.5} + 8 * BHP^{0.49963} + 0.11994 * (L * B)^{0.9983}$$

$$P_{rosca} = 18386.12 t$$

Se puede comprobar que el valor obtenido es ligeramente superior al peso muerto estipulado, aún así se considera un error aceptable y por tanto un resultado suficiente.

7 ESTUDIO PRELIMINAR DE PESOS

En este apartado se hará el cálculo del peso en rosca del buque estudio, esto servirá para comprobar que los resultados obtenidos hasta el momento son correctos y dotan de sentido conforme a las características principales que se estipularon al principio del proyecto.

7.1 Peso en rosca

El peso en rosca es una de las dos principales partidas del desplazamiento; el peso en rosca engloba todos los pesos del buque excluyendo: carga pasaje, tripulación y pertrechos y consumos, aunque si incluye fluidos en aparatos y tuberías.

En este apartado se desglosa el peso de la estructura que depende de varias características principales, para este análisis nos hemos basado en el apartado "1.3.4.1 Peso en rosca y centro de gravedad" del libro "El proyecto básico del buque mercante".

En este libro se hace el desglose del peso en rosca tal que se tendrá un apartado de la estructura de acero, equipo de habilitación y maquinaria. Esto permitirá comprobar que los cálculos y aproximaciones hechas hasta el momento son correctas

Ya que el resultado final tiene que estar por debajo del desplazamiento calculado.

$$\Delta_{prox} = \text{Peso en rosca} + \text{TPM}$$

$$\text{Proasca} = \text{WST} + \text{WOA} + \text{WQ}$$

$$\Delta_{real} > \Delta_{porx}$$

7.1.1 Cálculo del peso de la estructura de acero

Para este apartado se utiliza el método de J.L García Garcés, como se explica en el apartado 3.7.2.8.2 de el libro "El proyecto básico del buque mercante".

$$WST = 0.02432 * Lpp^{1.5} + B + D^{0.5}$$

$$WST = 0.02432 * 241^{1.5} + 38 + 21^{0.5}$$

$$\text{WST} = \mathbf{15844.64t}$$

Lpp=241 m

B=38 m

D=21 m

7.1.2 Cálculo del peso del equipo y habilitación

$$WOA = Ke * LPP * B$$

$$WOA = 0.136 * 254 * 41$$

$$\text{WOA} = \mathbf{1364.54t}$$

Los datos para esta fórmula son los siguientes:

$$K_e = 0.39 - 0.001 * L_{pp}$$

$$K_e = 0.136$$

7.1.3 Cálculo del peso de maquinaria propulsora y auxiliar

$$WME + WRP + WQR + WQE = WQ$$

WME: peso del motor principal

WRP: peso del resto de la maquinaria propulsora

WQR: peso de otros elementos en la cámara de máquinas

WQE: peso de la línea de ejes

7.1.3.1 Motor propulsor

En este apartado se ha utilizado la fórmula del libro "El proyecto básico del buque mercante". Esta fórmula se aplica cuando no se ha concretado el tipo de motor que se instalará.

$$WME = 5 + 4 \left(\frac{MCO}{N} \right)^{0.925}$$

$$WME = 408.5 t$$

MCO: Es la potencia del motor al 85% de rendimiento es decir tiene un valor de 9678.411

N: 66 rpm sacado del buque base

7.1.3.2 Peso del resto de maquinaria propulsora

$$WRP = K_m * MCO^{0.7}$$

$$WRP = 0.56 * 9678.411^{0.7}$$

$$WRP = 345.34 t$$

Donde K_m es una constante para graneleros cuyo valor es 0.56

7.1.3.3 Otros elementos de la cámara de máquinas

$$WQR = 0.03 * VQM$$

$$WQR = 262.63 t$$

Donde:

VQM: es el volumen en metros cúbicos de la cámara de máquinas que se aproxima por la siguiente fórmula:

$$VQM = Lpp * B * D * \left(0.042 * \frac{D}{T} - 0.04 * CB + (Lcm + LAP) * \frac{CB - 0.02}{Lpp} - 0.08 \right)$$

$$VQM = 8754.43 \text{ m}^3$$

Lcm: eslora de la cámara de máquinas

$$Lcm = 2.53 * Lpp^{0.34} + 3.87 * 10^{-6} * MCO^{1.50}$$

$$Lcm = 20 \text{ m}$$

LAP: longitud del pique de popa que equivale al 4% de Lpp ; 8.48 m

7.1.4 Resultados finales de los pesos en rosca

Luego de haber calculado los pesos preliminares es necesario añadirles un margen del 5%. Y se obtendrá entonces el peso en rosca total, que sumado a nuestro desplazamiento nos indica si por ahora los cálculos realizados se han hecho de manera correcta.

$$WST = 15844.64 \text{ t}$$

$$WOA = 1364.54 \text{ t}$$

$$WME = 408.50 \text{ t}$$

$$WRP = 345.34 \text{ t}$$

$$WQR = 262.63 \text{ t}$$

Si se suman estos valores el resultado es, con el margen del 5% aplicado:
Prozca=19136.94 t

$$\Delta_{porx} = 19136.94 + 100000 = 119136.948 \text{ t}$$

Y por tanto nos quedaría tal que:

$$\Delta_{aprox} = \Delta_{real}$$

$$119136.948 < 119467.955 \text{ t}$$

Se observa que el valor del desplazamiento obtenido a través del cálculo desglosado de pesos es menor que el desplazamiento que se obtiene de las formas del buque, mediante el cálculo de la cifra de mérito, aunque esta diferencia es mínima y por tanto se considera un resultado óptimo.

8 ESTIMACIÓN DE LA POTENCIA

En este apartado se dispone a estimar la potencia del buque proyecto mediante el software "NavCad", para ello se tendrán en cuenta las dimensiones escogidas en el cálculo de alternativas final.

Este software se apoya en distintas bases datos para estimar de manera óptima la resistencia que ofrecerá el buque además de la potencia propulsora necesaria para obtener la velocidad planteada en la RPA.

El método que se ha elegido para la estimación de la resistencia ha sido Holtrop debido a que es el que más se ajusta debido a las características del barco de estudio. Por otra parte se ha utilizado Andersen como método de cálculo para el apartado de propulsión puesto que aportaba resultados más acotados para el buque proyecto.

En el anexo se muestran los resultados del report del programa anteriormente mencionado.

8.1 Elección del motor

Como se puede observar en el report aportado por el programa "Nav Cad", que se puede encontrar en el "Anexo 1", la potencia al freno necesaria para desplazar el buque proyecto a 15 nudos y con un margen de mar del 15% es de:

$$P_{TOTAL} = 11109.5kW$$

También destacar las revoluciones óptimas para este barco son las siguientes según las fórmulas y aproximaciones realizadas por el programa:

$$RPM_{\text{óptimas}} = 80 \text{ rpm}$$

Es necesario por tanto realizar una comprobación de la potencia total requerida por el motor principal teniendo en cuenta el margen del 85 % del MCR, obteniendo unos resultados tales que:

$$BHP = \frac{P_{TOTAL}}{0.85} = \frac{11109.5}{0.85} = 13070 \text{ kW}$$

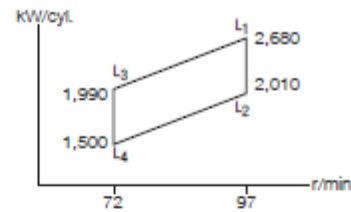
Con este valor finalmente se puede seleccionar un motor adecuado, en este caso se ha optado por utilizar un motor MAN B&W G60ME-C9 con las siguientes especificaciones extraídas de su catálogo.

MAN B&W G60ME-C9

Tier III

Cyl.	L ₁ kW
5	13,400
6	16,080
7	18,760
8	21,440

Stroke: 2,790 mm



Dual Fuel Mode for GI (Methane)

L₁ MEP: 21.0 bar

MAN B&W G60ME-C9-GI-EGRBP

L₁ SFOC equivalent gas + pilot fuel (42,700 kJ/kg) [g/kWh]*

	50%	75%	100%
Tier II mode	160.5	162.5	169.0
Tier III mode	168.5	167.0	172.0

L₁ SGC 50,000 kJ/kg (SPOC pilot fuel 42,700 kJ/kg) [g/kWh]

	50%	75%	100%
Tier II mode	130.2 (8.0)	133.6 (6.1)	140.0 (5.1)
Tier III mode	136.9 (8.2)	137.4 (6.2)	142.5 (5.2)

MAN B&W G60ME-C9-GI-HPSCR

L₁ SFOC equivalent gas + pilot fuel (42,700 kJ/kg) [g/kWh]*

	50%	75%	100%
Tier II mode	160.5	162.5	168.5
Tier III mode	162.0	163.5	169.0

L₁ SGC 50,000 kJ/kg (SPOC pilot fuel 42,700 kJ/kg) [g/kWh]

	50%	75%	100%
Tier II mode	130.2 (8.0)	133.7 (6.1)	139.6 (5.1)
Tier III mode	131.4 (8.1)	134.5 (6.2)	140.0 (5.1)

MAN B&W G60ME-C9-GI-LPSCR

L₁ SFOC equivalent gas + pilot fuel (42,700 kJ/kg) [g/kWh]*

	50%	75%	100%
Tier II mode	160.5	162.5	168.5
Tier III mode	161.5	163.5	169.5

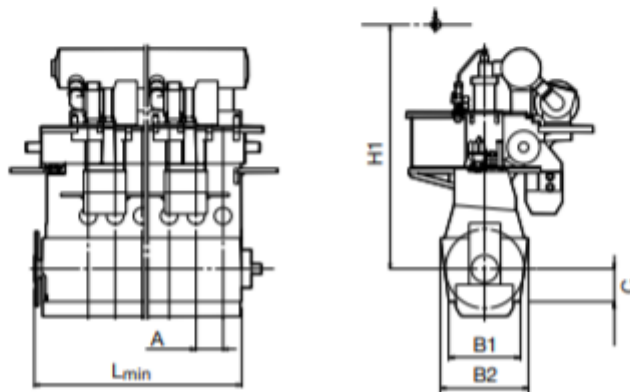
L₁ SGC 50,000 kJ/kg (SPOC pilot fuel 42,700 kJ/kg) [g/kWh]

	50%	75%	100%
Tier II mode	130.2 (8.0)	133.7 (6.1)	139.6 (5.1)
Tier III mode	131.0 (8.1)	134.5 (6.2)	140.4 (5.1)

* Gas fuel LCV (50,000 kJ/kg) is converted to fuel oil LCV (42,700 kJ/kg) for comparison with fuel oil operated engine.

Note: Also available for GIE, LGIM and LGIP, except GIE and EGR, see page 10 and 12.

		Tier II	Tier III	MAN B&W G70ME-C10.5-GA				
Specifications								
Dimensions:		A	B1	B2	C	H1		
mm		1,044	4,470	4,628	1,750	13,625		
Cylinders:					5	6		
L_{min}	mm				7,399	8,443		
Dry mass								
Tier II	t				521	586		
Dual fuel (added)								
GA	t				5	5		



Se ha elegido este motor debido a que Cyl. 5 cumpliría los requisitos de BHP ya que su rango de trabajo oscila entre las 72 rpm hasta las 103 rpm pudiendo llegar a obtener si fuese necesario 14200 Kw . Además, una de las especificaciones para este proyecto era la necesidad de utilizar gas como combustible, por tanto se ha escogido un motor dual el cual utiliza además de diésel también metano para la propulsión.

9 PESO MUERTO

En este apartado se pretende obtener el peso muerto, en este caso al sólo conocerse la carga útil es necesario conocer el resto de partidas.

Las distintas partidas que integran este proyecto son las siguientes:

- Carga útil
- Consumos
- Tripulación y pasaje
- Pertrechos

9.1 Tripulación y pasaje

La tripulación y pasaje ha sido un dato también pre establecido para este proyecto, se ha estipulado que el número máximo de tripulantes es de 13 personas. Por tanto, siguiendo las recomendaciones del libro "el proyecto básico del buque mercante" se establece que el peso por tripulante es de 125 kg por persona tal que:

$$P_{tr}=125*13=1625 \text{ kg}$$

$$P_{tr}=1.625 \text{ toneladas}$$

9.2 Pertrechos

Los pertrechos son considerados todos aquellos elementos que se añaden a más, como pueden ser repuestos, pinturas, estachas o cabos adicionales. Este dato debe ser aportado por el Armador.

Según el libro que se ha mencionado en el apartado anterior este valor tiene un rango normal de entre 10tm a 100 tm. En este caso se ha seleccionado el siguiente valor:

$$P_{pert}=60 \text{ toneladas}$$

9.3 Consumos

Los consumos son cargas variables que dependen de la autonomía del buque. En este caso la autonomía es de 15 000 millas a una velocidad de servicio de 15 nudos.

Se pueden subdividir en :

- Combustible
- Aceite
- Agua dulce
- Víveres

Antes de empezar a desarrollar los diferentes sub apartados, es conveniente conocer la autonomía en días para tener una visión más completa:

$$Autonomía = \frac{15000}{15} = 1000 \text{ horas} = 41.666 \text{ días}$$

$$Autonomía = 42 \text{ días}$$

9.3.1 Combustible

En cuanto a lo referido a combustible esta partida se dividirá en combustible diésel y LNG, este barco esta diseñado para que su combustible principal sea el diésel debido al espacio que se requiere para almacenar el LNG por tanto de manera estimada y teniendo en cuenta que esto es una estimación inicial se establece que para una autonomía de 15000 millas a una velocidad de servicio de 15 nudos el consumo necesario de combustible es el siguiente:

9.3.1.1 Consumo diésel

El catálogo se indica que en consumo de diésel equivale a 140 g/KWh por tanto:

$$\text{Consumo diesel} = 1000 h * 140 \frac{g}{Kw * h} * 11109.5 Kw * \left(\frac{1}{10^6}\right) = 1555.33 t$$

A este valor hay que añadirle un 10% de margen de seguridad por posibles emergencias

$$\text{Consumo diesel final} = 1555.33 t * 1.1 = \mathbf{1710.86 t}$$

9.3.1.2 Consumo LNG

El consumo de LNG se utilizará principalmente para maniobras en puerto y su navegación en zonas de emisiones reducidas, donde no sea posible navegar mediante propulsión diésel, se establecido una autonomía mínima de 600 millas o lo que equivaldría a 40 horas de navegación.

En este caso como se ha decidido establecer depósitos comerciales. Se dispondrán de 2 **depósitos de gas metano del fabricante Wärtsilä**, modelo LNGPac194 cuya disposición se encontrará en la cubierta del buque, tendrán las siguientes características que se recogen en el catálogo:

Type		LNGPac 105	LNGPac 145	LNGPac 194	LNGPac 239	LNGPac 284
Geometric volume	[m3]	105	145	194	239	284
Net volume (90%)	[m3]	95	131	175	215	256
Diameter	[m]	3.5	4.0	4.3	4.3	4.3
Tank length	[m]	16.7	16.9	19.1	23.1	27.1
Tank room	[m]	2.5	2.5	2.7	2.7	3.0
Total length	[m]	19.2	19.4	21.8	25.8	30.1
LNGPac empty weight	[ton]	47	62	77	90	104
Tank full weight	[ton]	92	125	161	195	228
LNGPac max operating weight	[ton]	94	127	164	198	231
Theoretical Max. Autonomy	[MWh]	244	318	427	525	625

* Includes an estimate of the process skid weight.

Por tanto se obtiene un peso:

$$\text{Ton LNG} = 161 * 2 = \mathbf{322 t}$$

Se puede observar que la cantidad de LNG elegida es relativamente pequeña en comparación con la total de combustible esto es debido a que su uso será limitado a los casos explicados al principio del apartado. La elección del uso de este tipo de combustible como propulsión secundaria viene de la intención de adaptarse a las nuevas medidas que permitan la reducción de las emisiones de CO₂ por mínimas que estas reducciones puedan ser, para poder incorporar de manera paulatina este tipo de propulsión en un futuro.

9.3.1.3 Consumo total

$$P_{sec} = 1710.86 + 322 = 2032.86 t$$

9.3.2 Aceite

El aceite se utiliza para diferentes funciones en el barco como pueden ser lubricantes en motores y turbinas.

Las cantidades que se recomiendan transportar son aquellas capaces de suministrar a todos los equipos correspondientes. Para el tanque de servicio se puede estimar un peso entre el 3% y el 4% del peso del combustible de propulsión, en este caso se va a utilizar 3.5 % tal que:

$$P_{aceite} = 0.035 * P_{sec} = 6 t$$

9.3.3 Agua dulce

El agua dulce que consumirá la tripulación será de 125 litros por persona y día tal que el peso de la misma es de:

$$P_{agua} = 125 \text{ litros} * \text{tripulación} * \frac{1 \text{ kg}}{l} * 46 * \frac{1 t}{1000 \text{ kg}}$$

$$P_{agua} = 74.75 t * \text{persona}$$

9.3.4 Víveres

El peso de los víveres para buques mercantes es de 5 kg por persona y día.

$$P_{viv} = 5 * 13 * \frac{1 t}{1000 \text{ kg}} * 46 \text{ días}$$

$$P_{viv} = 2.99 t$$

9.3.5 Peso total de consumos

$$P_{consumo} = P_{sec} + P_{aceite} + P_{agua} + P_{viv}$$

$$P_{consumo} = 2032.86 + 74.75 + 6 + 2.99 = 2116.6 t$$

9.4 Carga útil

La carga útil es la diferencia entre el peso muerto establecido en la RPA y la diferencia entre las partidas calculadas en los apartados anteriores tal que:

$$CargaUtil = 100000 - 2116.6 = 97883.397 t$$

10 FRANCOBORDO

En este apartado se tratará de realizar una aproximación al cálculo de francobordo. Para este cálculo se seguirán las indicaciones de "Convenio internacional de Líneas de Carga de 1966" el cual continúa teniendo vigencia actualmente.

Las características principales del buque óptimo son las siguientes:

- $L_{pp}=241$ m
- $B=38$ m
- $D=21$ m
- $CB=0.84$

10.1 Correcciones de francobordo

El tipo de buque del que se está hablando es de B-60 que corresponden a un francobordo, al que se le disminuye el 60% e3 la diferencia de los francobordos tubulares By A.

a) Francobordo tabular sacado de las tablas

-Tipo A: 2953 mm

-Tipo B: 3893 mm

Como se cumplen los requisitos 8,11,12 y 13 podemos considerar:

$$FBT B - 60 = 3893 - 0.6 * (3893 - 2953)$$

$$FBT B - 60 = 3329 \text{ mm}$$

b) Corrección por eslora menor que 100 m , no aplica.

c) Corrección por coeficiente de bloque:

Esto se aplica siempre que el coeficiente de bloque sea mayor de 0.68, como en este caso el coeficiente de bloque es de 0.84 la corrección queda tal que;

$$C1 = \frac{CB + 0.68}{1.36} = 1.11$$

d) Corrección por puntal, esta corrección se realiza si $D > L/15$.

En este caso $21 > 16.06$ por tanto se aplica la corrección tal que;

$$Aumento = \left(D - \frac{L}{15} \right) * R$$

R toma el valor de 250 como está establecido en el convenio:

$$Aumento = \left(21 - \frac{241}{15} \right) * 250 = 1233.3 \text{ mm} = c2$$

e) Corrección por superestructura:

$$Reducción = De * porcentaje$$

De tendrá el valor de 1070 mm por ser la eslora superior a 122m según el convenio de líneas de carga.

$E/L=0.065$, este valor es el necesario para entrar en la tabla 37.1 del convenio para estimar el porcentaje de reducción mediante una sencilla interpolación. Se interpola entre 0 y 0,1 L y se obtiene que el porcentaje de reducción es de 3.25%

Dónde:

$$E= 17.81 \text{ m}$$

$$L=273 \text{ m}$$

Datos sacados del buque base.

$$\text{Reducción } (c3) = 1070 * 0.0325 = 33.31\text{mm} \sim 33.5 \text{ mm}$$

f) corrección por arrufo, si aplica debido al castillo de proa, por tanto:

$$\text{Aumento } c4 = \left(0.75 - \left(\frac{s'}{2L} \right) \right) * 1109 = 0.749 * 1109 = 830 \text{ mm}$$

$$s' = \left(\frac{y * L'}{3 * L} \right) = \left(\frac{4 * 17.81}{3 * 241} \right) = 0.0985$$

10.1.1 Corrección por francobordo

$$Fb = (Fbt * c1) + c2 - c3 + c4 = 3329 * 1.11 + 1233.3 - 33.5 + 830 = 5691.7 \text{ mm}$$

$$fB \text{ verano} = 5691.7 \text{ mm}$$

10.1.2 Calado de verano

Con las correcciones realizadas en el apartado anterior se puede establecer el francobordo de verano tal que;

$$FB \text{ verano} = 5.7 \text{ m}$$

El calado de verano por tanto será:

$$Calado \text{ verano} = D + 0.02 - Fbv = 21 - 5.7 = 15.3 \text{ m}$$

10.2 Altura mínima de proa y flotabilidad

La altura de proa ,Af, definida como la distancia vertical en la Pproa entre la línea de flotación correspondiente al francobordo de verano asignado y el asiento proyectado y parte superior de la cubierta de intemperie en el costado, no será inferior:

$$Fb = \left(6075 \left(\frac{L}{100} \right) - 1875 * \left(\frac{L}{100} \right)^2 + 200 \left(\frac{L}{100} \right)^3 * (2.08 + 0.609 * C_b - 1.603 * C_{wf} - 0.0129 * \left(\frac{L}{d1} \right) \right)$$

$$Af = 6510.6 \text{ mm} = 6.5\text{m}$$

-L es la eslora al 96% de la eslora total medida en una flotación cuya distancia al canto de la quilla es igual al 85% del puntal mínimo de trazado. Debido a la falta de información en estas alturas del proyecto este valor se tomará como la eslora entre perpendiculares

-D1 es el calado en el 85% del puntal, que por la misma razón que el apartado anterior se aproximará de tal manera que se tomará de valor $0.85 * D = 17.85 \text{ m}$

Cb es el coeficiente de bloque es 0.84

Cwf coeficiente del área de flotación

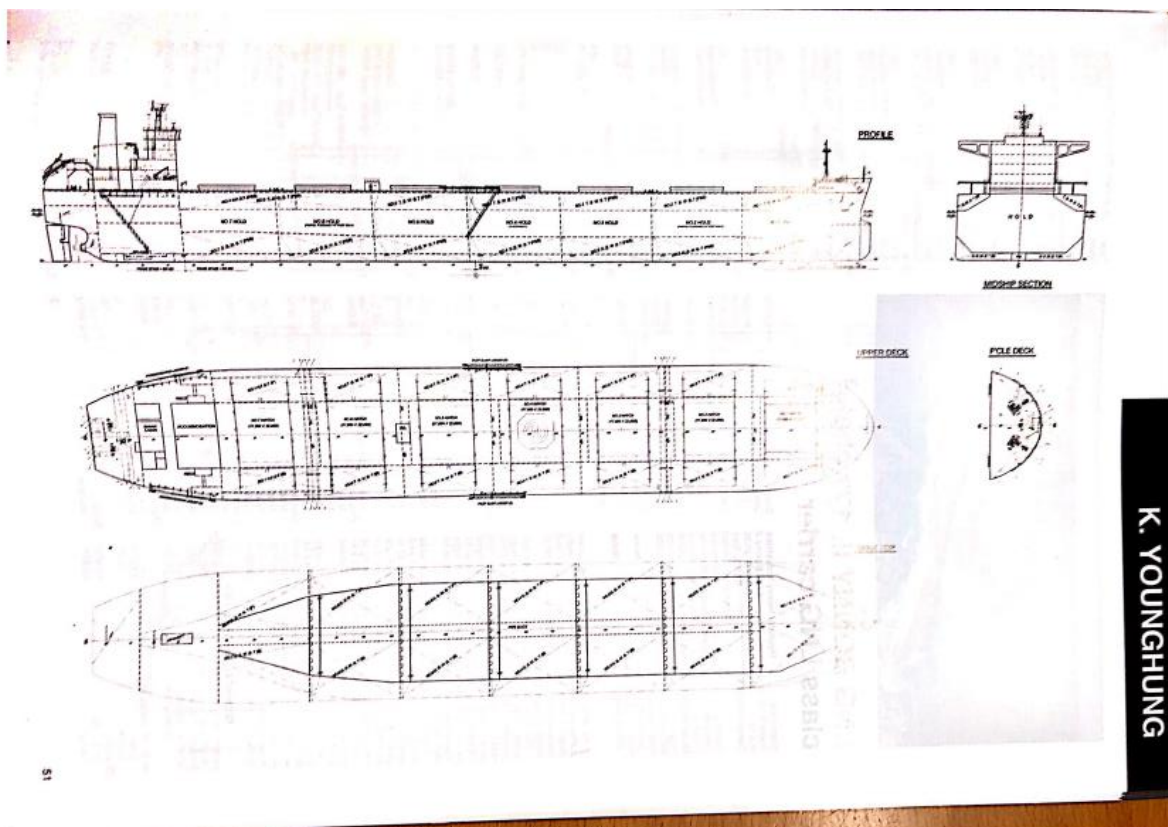
$$\frac{1 + 2 * Cb}{3} = 0.893$$

11 CROQUIS DE LA DISPOSICIÓN GENERAL Y DE LA SECCIÓN TRASVERSAL

TRASVERSAL

Finalmente, en este apartado se pretende dar una visión general de la disposición general y de la sección transversal del buque proyecto. Para ello se usará el buque de referencia para dar una primera aproximación que se irá desarrollando en los cuadernos posteriores pero que dará una idea global de las diferentes divisiones que se aspira a tener en el navío.

Por ello a continuación se puede observar los planos del buque "K Younghung", buque de referencia del trabajo, del cual se aporta más información en el anexo.



La habilitación se dispondrá en el mismo sitio en el que se encuentra el buque base, así mismo esta tendrá cinco cubiertas, que dotarán de todo lo necesario para acomodar a la tripulación.

12 ANEXO I

En este apartado se muestran los report obtenidos en el programa de "Nav Cad"

Resistance
22 mar 2021 10:50
HydroComp NavCad 2018

Project ID
Description
File name proyectos 1 potencia.henc

Analysis parameters

Vessel drag		ITTC-78 (CT)	Added drag	
Technique:	[Calc]	Prediction	Appendage:	[Calc] Percentage
Prediction:		Holtrop	Wind:	[Calc] Taylor
Reference ship:			Seas:	[Off]
Model LWL:			Shallow/channel:	[Off]
Expansion:		Standard	Towed:	[Off]
Friction line:		ITTC-57	Margin:	[Calc] Hull + added drag [15%]
Hull form factor:	[On]	1,488	Water properties	
Speed corr:	[On]		Water type:	Salt
Spray drag corr:	[Off]		Density:	1026,00 kg/m3
Corr allowance:		ITTC-78 (v2008)	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	0,16	0,84	6,34	2,51	1,03
Range	0,06--0,26	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
9,00	0,095	0,212	9,38e8	0,001543	1,487	0,000001	0,000000	0,000348	0,002644
10,00	0,106	0,235	1,04e9	0,001523	1,487	0,000009	0,000000	0,000336	0,002610
11,00	0,116	0,259	1,15e9	0,001505	1,487	0,000029	0,000000	0,000325	0,002590
12,00	0,127	0,282	1,25e9	0,001489	1,486	0,000069	0,000000	0,000314	0,002595
13,00	0,138	0,306	1,36e9	0,001474	1,485	0,000143	0,000000	0,000304	0,002636
14,00	0,148	0,329	1,46e9	0,001461	1,483	0,000267	0,000000	0,000294	0,002729
14,50	0,153	0,341	1,51e9	0,001455	1,482	0,000352	0,000000	0,000290	0,002799
- 15,00 -	0,159	0,353	1,56e9	0,001449	1,481	0,000456	0,000000	0,000285	0,002887
15,50	0,164	0,364	1,62e9	0,001443	1,480	0,000580	0,000000	0,000281	0,002997
16,00	0,169	0,376	1,67e9	0,001438	1,479	0,000725	0,000000	0,000276	0,003128
RESISTANCE									
SPEED [kt]	RBARE [kN]	RAPP [kN]	RWIND [kN]	RSEAS [kN]	RCHAN [kN]	RTOWED [kN]	RMARGIN [kN]	RTOTAL [kN]	
9,00	329,62	16,48	10,63	0,00	0,00	0,00	53,51	410,24	
10,00	401,65	20,08	13,13	0,00	0,00	0,00	65,23	500,09	
11,00	482,43	24,12	15,88	0,00	0,00	0,00	78,36	600,80	
12,00	575,21	28,76	18,90	0,00	0,00	0,00	93,43	716,30	
13,00	685,78	34,29	22,18	0,00	0,00	0,00	111,34	853,59	
14,00	823,16	41,16	25,73	0,00	0,00	0,00	133,51	1023,55	
14,50	905,69	45,28	27,60	0,00	0,00	0,00	146,79	1125,36	
- 15,00 -	999,95	50,00	29,53	0,00	0,00	0,00	161,92	1241,40	
15,50	1108,09	55,40	31,53	0,00	0,00	0,00	179,25	1374,29	
16,00	1232,51	61,63	33,60	0,00	0,00	0,00	199,16	1526,89	
EFFECTIVE POWER									
OTHER									
SPEED [kt]	PEBARE [kW]	PETOTAL [kW]	CTLR	CTLT	RBARE/W				
9,00	1526,1	1899,4	0,00001	0,03102	0,00028				
10,00	2066,3	2572,7	0,00011	0,03062	0,00034				
11,00	2730,0	3399,8	0,00034	0,03039	0,00041				
12,00	3550,9	4421,9	0,00081	0,03045	0,00049				
13,00	4586,4	5708,6	0,00168	0,03093	0,00059				
14,00	5928,6	7371,8	0,00313	0,03201	0,00070				
14,50	6756,0	8394,6	0,00413	0,03283	0,00077				
- 15,00 -	7716,3	9579,5	0,00535	0,03388	0,00085				
15,50	8835,8	10958,4	0,00680	0,03516	0,00095				
16,00	10144,9	12568,0	0,00851	0,03670	0,00105				

Report ID:00210322-1080

HydroComp NavCad 2018 18.04.0073.0026 U1902

Resistance

22 mar 2021 10:50

HydroComp NavCad 2018

Project ID

Description

File name proyectos 1 potencia.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:	241,000 m	LCG fwd TR:	[XCG/LP 0,000] 0,000 m
Max beam on WL:	[LWL/BWL 6,342] 38,000 m	VCG below WL:	0,000 m
Max molded draft:	[BWL/T 2,508] 15,150 m	Aft station (fwd TR):	0,000 m
Displacement:	[CB 0,839] 119467,96 t	Deadrise:	0,00 deg
Wetted surface:	[CS 2,140] 11337,000 m ²	Chine beam:	0,000 m
ITTC-78 (CT)		Chine ht below WL:	0,000 m
LCB fwd TR:	[XCB/LWL 0,440] 106,040 m	Fwd station (fwd TR):	0,000 m
LCF fwd TR:	[XCF/LWL 0,560] 134,960 m	Deadrise:	0,00 deg
Max section area:	[CX 0,998] 574,743 m ²	Chine beam:	0,000 m
Waterplane area:	[CWP 0,903] 8269,670 m ²	Chine ht below WL:	0,000 m
Bulb section area:	0,000 m ²	Propulsor type:	Propeller
Bulb ctr below WL:	0,000 m	Max prop diameter:	8000,0 mm
Bulb nose fwd TR:	0,000 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:	52,01 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

Report ID:02010332-1000

HydroComp NavCad 2018 18.04.0073.0529 U1002

Propulsion

22 mar 2021 10:51
HydroComp NavCad 2018

Project ID
Description
File name proyectos 1 potencia.hcnc

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:	8000,0 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:	1,18320e-6 m2/s
Ducted prop corr:	[Off]		
Tunnel stern corr:	[Off]		

Prediction method check [Holtrop]

Parameters	FN [design]	CP	LWL/BWL	BWL/T
Value	0,16	0,84	6,34	2,51
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]
9,00	1899,4	0,8097	0,2237	1,0284	46	2110,6	0,0	---	---
10,00	2572,7	0,8079	0,2237	1,0284	51	2847,1	0,0	---	---
11,00	3399,8	0,8064	0,2237	1,0284	56	3755,4	0,0	---	---
12,00	4421,9	0,8049	0,2237	1,0284	61	4893,4	0,0	---	---
13,00	5708,6	0,8037	0,2237	1,0284	67	6364,6	0,0	---	---
14,00	7371,8	0,8025	0,2237	1,0284	73	8343,9	0,0	---	---
14,50	8394,6	0,8020	0,2237	1,0284	76	9606,0	0,0	---	---
+ 15,00 +	9579,5	0,8015	0,2237	1,0284	80	11109,5	0,0	---	---
15,50	10958,4	0,8010	0,2237	1,0284	84	12912,0	0,0	---	---
16,00	12568,0	0,8005	0,2237	1,0284	88	15082,9	0,0	---	---
SPEED [kt]	EFFICIENCY			THRUST					
	EFFO	EFFOA	MERIT	THRPROP [kN]	DELTHR [kN]				
9,00	0,2211	0,8999	0,80345	528,44	410,24				
10,00	0,2241	0,9036	0,80165	644,18	500,09				
11,00	0,2264	0,9053	0,80028	773,90	600,80				
12,00	0,2276	0,9037	0,79954	922,68	716,30				
13,00	0,2274	0,8969	0,79967	1099,54	853,59				
14,00	0,2253	0,8835	0,80094	1318,46	1023,55				
14,50	0,2234	0,8739	0,80206	1449,61	1125,36				
+ 15,00 +	0,2210	0,8623	0,8035	1599,09	1241,40				
15,50	0,2181	0,8487	0,80525	1770,26	1374,29				
16,00	0,2146	0,8333	0,8073	1966,84	1526,89				
SPEED [kt]	POWER DELIVERY								TRANSP
	RPMPROP [RPM]	QPROP [kN·m]	QENG [kN·m]	PDPROP [kW]	PSPROP [kW]	PSTOTAL [kW]	PBTOTAL [kW]		
9,00	46	436,99	436,99	2047,3	2110,6	2110,6	2110,6	---	
10,00	51	533,09	533,09	2761,7	2847,1	2847,1	2847,1	---	
11,00	56	640,78	640,78	3642,8	3755,4	3755,4	3755,4	---	
12,00	61	764,20	764,20	4746,6	4893,4	4893,4	4893,4	---	
13,00	67	910,63	910,63	6173,7	6364,6	6364,6	6364,6	---	
14,00	73	1091,38	1091,38	8093,6	8343,9	8343,9	8343,9	---	
14,50	76	1199,41	1199,41	9317,8	9606,0	9606,0	9606,0	909,8	
+ 15,00 +	80	1322,33	1322,33	10776,2	11109,5	11109,5	11109,5	813,8	
15,50	84	1462,86	1462,86	12524,6	12912,0	12912,0	12912,0	723,5	
16,00	88	1623,98	1623,98	14630,4	15082,9	15082,9	15082,9	639,4	

Report ID00210322-1051

HydroComp NavCad 2018 18.04.0073.0039.01002

Propulsion

22 mar 2021 10:51

HydroComp NavCad 2018

Project ID

Description

File name proyectos 1 potencia.hcnc

Prediction results [Propulsor]

SPEED [kt]	CAVITATION								
	SIGMAV	SIGMAN	SIGMA07R	TIPSPEED [m/s]	MINBAR	PRESS [kPa]	CAVAVG [%]	CAVMAX [%]	PITCHFC [mm]
9,00	439,76	9,07	1,87	19,27	0,318	17,13	2,0	2,0	3581,7
10,00	349,58	7,42	1,53	21,31	0,344	20,88	2,0	2,0	3587,1
11,00	284,22	6,16	1,27	23,38	0,373	25,09	2,0	2,0	3591,2
12,00	235,39	5,16	1,06	25,55	0,406	29,91	2,0	2,0	3593,4
13,00	198,00	4,33	0,89	27,89	0,445	35,64	2,0	2,0	3592,9
14,00	168,74	3,62	0,75	30,51	0,494	42,74	2,4	2,4	3589,2
14,50	156,46	3,30	0,68	31,96	0,523	46,99	2,8	2,8	3585,9
+ 15,00 +	145,45	3,00	0,62	33,52	0,557	51,84	3,3	3,3	3581,6
15,50	135,55	2,72	0,56	35,22	0,595	57,38 I	4,0	4,0	3576,3
16,00	126,61	2,45	0,51	37,06	0,639	63,76 II	4,8	4,8	3570,2
SPEED [kt]	PROPULSOR COEFS								
	J	KT	KQ	KTU2	KQU3	CTH	CP	RNPROP	
9,00	0,1436	0,2139	0,02211	10,369	7,4632	26,404	116,12	3,23e7	
10,00	0,1457	0,2132	0,02205	10,048	7,1354	25,587	111,02	3,57e7	
11,00	0,1472	0,2127	0,02202	9,8144	6,8997	24,992	107,35	3,92e7	
12,00	0,1481	0,2124	0,02199	9,6911	6,7763	24,678	105,43	4,28e7	
13,00	0,1479	0,2125	0,02200	9,7139	6,7991	24,736	105,78	4,67e7	
14,00	0,1465	0,2130	0,02203	9,9272	7,0131	25,279	109,11	5,11e7	
14,50	0,1452	0,2134	0,02207	10,12	7,2084	25,77	112,15	5,35e7	
+ 15,00 +	0,1436	0,2139	0,02211	10,378	7,4723	26,427	116,26	5,62e7	
15,50	0,1415	0,2145	0,02216	10,707	7,813	27,264	121,56	5,90e7	
16,00	0,1392	0,2153	0,02222	11,111	8,2368	28,294	128,18	6,21e7	

Report ID00210332-1061

HydroComp NavCad 2018 16.04.0073.0536 U1002

Propulsion

22 mar 2021 10:51
HydroComp NavCad 2018

Project ID
Description
File name proyectos 1 potencia.hcnc

Hull data

General		Planing	
Configuration:	Monohull	Proj chine length:	0,000 m
Chine type:	Round/multiple	Proj bottom area:	0,000 m2
Length on WL:	241,000 m	LCG fwd TR:	[XCG/LP 0,000] 0,000 m
Max beam on WL:	[LWL/BWL 6,342] 38,000 m	VCG below WL:	0,000 m
Max molded draft:	[BWL/T 2,508] 15,150 m	Aft station (fwd TR):	0,000 m
Displacement:	[CB 0,839] 119467,96 t	Deadrise:	0,00 deg
Wetted surface:	[CS 2,140] 11337,000 m2	Chine beam:	0,000 m
ITTC-78 (CT)		Chine ht below WL:	0,000 m
LCB fwd TR:	[XCB/LWL 0,440] 106,040 m	Fwd station (fwd TR):	0,000 m
LCF fwd TR:	[XCF/LWL 0,560] 134,960 m	Deadrise:	0,00 deg
Max section area:	[CX 0,998] 574,743 m2	Chine beam:	0,000 m
Waterplane area:	[CWP 0,903] 8269,670 m2	Chine ht below WL:	0,000 m
Bulb section area:	0,000 m2	Propulsor type:	Propeller
Bulb ctr below WL:	0,000 m	Max prop diameter:	8000,0 mm
Bulb nose fwd TR:	0,000 m	Shaft angle to WL:	0,00 deg
Imm transom area:	[ATR/AX 0,000] 0,000 m2	Position fwd TR:	0,000 m
Transom beam WL:	[BTR/BWL 0,000] 0,000 m	Position below WL:	0,000 m
Transom immersion:	[TTR/T 0,000] 0,000 m	Transom lift device:	Flap
Half entrance angle:	52,01 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:	0,6137 [Size]	KQ multiplier:	1,000
Propeller diameter:	8000,0 mm [Size]	Blade T/C [0.7R]:	0,00
Propeller mean pitch:	[P/D 0,6136] 4908,6 mm [Size]	Roughness:	0,00 mm
Hub immersion:	7500,0 mm	Cav breakdown:	On
Engine/gear		Design condition [By thrust]	
Drive line:	Direct drive	Max prop diam:	8000,0 mm
Gear input:	No gearbox	Design speed:	15,00 kt
Engine data:		Reference thrust:	1808,37 kW
Rated RPM:	0 RPM	Design point:	1,000
Rated power:	0,0 kW	Reference RPM:	72,0 RPM
Primary fuel:	Defined	Design point:	1,000
Secondary fuel:	None	Shaft RPM:	83,8 RPM [Size]
Gear efficiency:	1,000		
Load correction:	Off		
Gear ratio:	1,000		
Shaft efficiency:	0,970		

Report ID:00210322-1051

HydroComp NavCad 2018 18.04.0073.0529 U1002

Propulsion

22 mar 2021 10:51

HydroComp NavCad 2018

Project ID

Description

File name proyectos 1 potencia.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

13 ANEXO II

En este apartado se adjunta información adicional de los buques de referencia utilizados para la creación y desarrollo de este proyecto; especialmente el buque "Q Anastasia" que ha sido el buque de referencia para este trabajo.

Los diferentes datos y planos han sido obtenidos de la revista "Significant ships" correspondientes a diferentes años de edición, en ellos se puede observar diferentes barcos con características similares a al navío de estudio y por tanto de utilidad para el desarrollo del mismo.



KAI OLDENDORFF: Bulk carrier

Shipbuilder: Jiangsu Hantong Ship HI
Vessel's name: Kai Oldendorff
Owner/Operator: Oldendorff Carriers
Country: Germany
Designer: Shanghai Merchant Ship Design & Research Institute (SDARI)
Model test establishment used: HSWA Hamburg, Germany
Flag: Liberia
IMO number: 9634375
Total number of sister ships already completed (excluding ship presented): 5
Total number of sister ships still on order: 6

Lubeck-based Oldendorff Carriers is among the most active in the purchase of newbuildings funded to a large extent by sales of older vessels. Having offloaded a sizeable part of its fleet of mixed sizes in the five years before the crash of 2008, Oldendorff has since been building at a rate that the average age across its 100-vessel plus fleet is well below five years.

Kai Oldendorff was delivered in January as the first of 12 ECO Kamsarmax ships designed by SDARI and built by Jiangsu Hantong the Chinese yard most favoured by the owner. Some of the latter ships have since been sold to other owners but may well end up chartered to by Oldendorff. When the order was first announced, Oldendorff said that at least two of the vessels will have a 1C ice-class which would be in keeping with the company's use of the Northern Sea Route. Kai Oldendorff is not one of the two ice-classed ships.

The vessel weighs in at 81,242dwt on a 14.51m draught. She has the typical Kamsarmax dimensions of 229m loa and 32.26m beam dictated by the West African port of Kamsar - a major loading place for bauxite. Cargo arrangements are typical for a Kamsarmax ship with seven holds and hatches.

Power comes from a fuel-efficient Hyundai-MAN B&W 6S60ME-C8.5 main engine rated at 9,932kW at 90rpm. The propeller is a 6.95m diameter optimised FPP from Nakashima. Service speed is 14.3knots at 75% MCR. Kai Oldendorff is required to have an EEDI rating of maximum 3.94 and comes in below this at 3.72. The ship was delivered without a scrubber, but one is scheduled to be fitted during 2020.

TECHNICAL PARTICULARS

Length oa: 226.28m
Length bp: 225.5m
Breadth moulded: 32.27m
Depth moulded: 20.02m
Draught
scantling: 14.51m

design: 12.20m
Gross: 44,029gt
Lightweight: 13,964t
Deadweight: 81,242t
scantling: 70.000t design: 82.000t
Speed, service (75%MCR output): 14.3knots
Cargo capacity (m³)
Bulkers (m³)
Heavy oil: 2,100
Diesel oil: 583
Water ballast (m³): 21,906
Classification society: Lloyd's Register

Propulsion
Design: MAN B&W
Model: 6S60ME-C85Tier 2
Manufacturer: Hyundai
Number: 1
Type of fuel: HFO
Output of each engine: 99,34kW
Is this a diesel-electric or hybrid?: No
Propeller(s)
Material: CV3 Ni-Al-Bronze
Designer/Manufacturer: Nakashima, Japan
Number: 1
Fixed/Controllable pitch: Fixed
Diameter: 6.950m
Speed: 92.2rpm
Diesel-driven alternators
Number: 3
Engine make/type: Yanmar, Japan 6EY18ALW
Type of fuel: HFO/MDO/MGO
Alternator make/type: Taiyo Electric, Japan
Output/speed of each set: 600kW, 900rpm

Exhaust-gas scrubbing equipment
Manufacturer: Yarra
On main engines?: Yes
On auxiliary engines?: Yes
Boilers
Number: 1
Type: Composite Boiler/ CMB-VS
Make: Saacke, Germany
Output, each boiler: 1,600kg/h (oil fired) 690kg/h (exhaust gas)

Mooring equipment
Number: 6
Make: TTS
Type (electric/hydraulic/steam): Hydraulic

Special lifesaving equipment
Number of each and capacity: 1x 30pax
If MES, vertical or sloping chutes?: Sloping

Hatch covers
Design: TTS
Manufacturer: Jiangsu New Hantong Ship Heavy Ind. Co Ltd.
Type (upper deck/other decks): Side-rolling
Ballast water treatment system
Make: Erma First Esk Engineering Solution SA.
Capacity: 34,733.8m³ 1,200m³/h
Complement
Officers: 11
Crew: 13
Supernumeraries/Spare: 1

Navigation and other equipment
Bridge control system
Make: Nablesco
Type: M-800-V
Is bridge fitted for one-man operation?: No
Integrated bridge system: No
Radar
Number: 2
Make: Furuno
Model(s): FAR-2827, FAR-2837-5

Fire detection system
Make: Consilium
Type: Sawico Cargo
Fire extinguishing systems
Cargo holds: High Pressure CO₂
Make/Type: NK
Engine room: High Pressure CO₂
Make/Type: NK

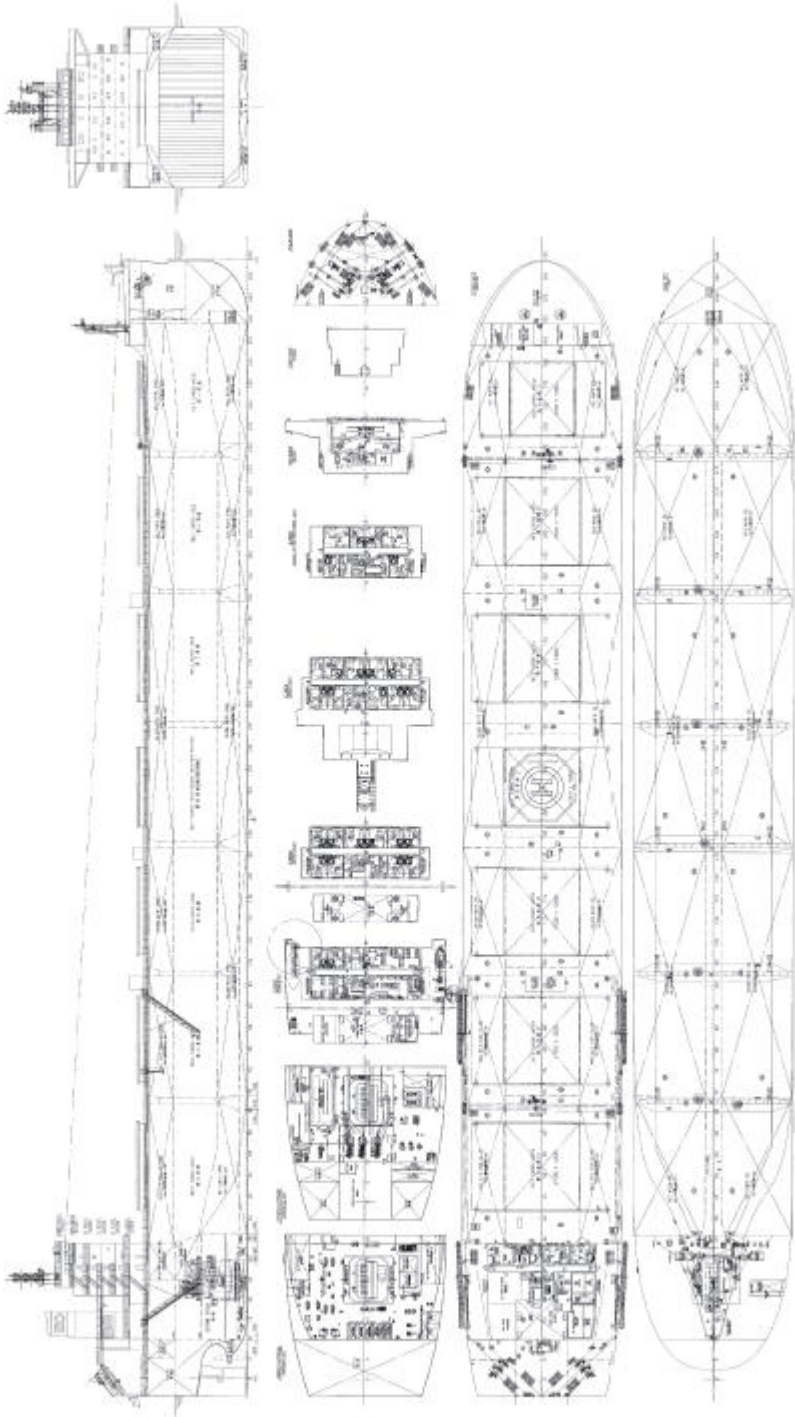
Waste disposal plant
Incinerator
Make: Teamtec
Model: 06200CS
Sewage plant
Make: Hansun
Model: ST-300

Efficiency
Attained EEDI value: 3.72
Required EEDI value: 3.94

Installed Fuel Meters: Mass flow
Other installed monitoring tools: Shaft power meter, draught gages
Performance Monitoring Regime: BMT-High frequency data

Contract date: 30 June 2015
Launch/float-out date: 23 October 2018
Delivery date: 31 January 2019

KAI OLDENDORFF





CIELO D'ITALIA: Handy-cape bulk carrier

Shipbuilder: Sanoyas Shipbuilding Corporation
 Vessel's name: Cielo d'Italia
 Hull No: 1315
 Owner/Operator: d'Amico Dry Limited
 Country: Ireland
 Designer: Sanoyas Shipbuilding Corporation
 Country: Japan
 Model test establishment used: Shipbuilding Research Centre of Japan
 Flag: Panama
 IMO number: 9539274
 Total number of sister ships already completed (excluding ship presented): ... 0
 Total number of sister ships still on order: 2

TECHNICAL PARTICULARS

Length oa: 245m
 Breadth moulded: 43m
 Depth moulded: 21.6m
 To main deck: 21.6m
 To upper deck: 21.6m
 Width of double skin
 Bottom: 2.24m
 Draught
 Scantling: 15.60m
 Gross: 63,087gt
 Deadweight
 Scantling: 117,438dwt
 Speed, service
 (85 %MCR output): 14.5knots with 15% sea margin
 Cargo capacity (m³)
 Bale: Grain: 135,000m³
 Bunkers (m³)
 Heavy oil: 2,260m³
 Diesel oil: 760m³
 Water ballast (m³): 56,000m³ (incl.No.4 hold ballast)
 Classification society and notations: AMERICAN BUREAU OF SHIPPING +AI,Bulk Carrier, BC-A(holds 2.4 and 6 may be empty), E,+AMS,+ACCU,AB-CM,CSR,GRAB(20),PMA,ESP,CPS,CRC,RW,TCM,UWILD,ENVIRO,GP,BWT,POT
 Main engine(s)
 Design: Mitsui Engineering & Shipbuilding Co.Ltd.
 Model: MAN B&W 6G60ME-C9.2
 Manufacturer: Mitsui Engineering & Shipbuilding Co.Ltd.
 Number: 1 set
 Type of fuel: HFO or MDO
 Output of each engine: MCR 11,010kW x 77.0min-1
 Propeller(s)
 Material: Ni-Al-BRONZE
 Designer/Manufacturer: Nakashima Propeller Co.Ltd.
 Number: 1 set
 Fixed/Controllable pitch: Fixed type
 Diesel-driven alternators
 Number: 3 sets
 Engine make/type: STX Engine Co. Ltd. / 4 cycle diesel engine
 Type of fuel: HFO or MDO
 Output/speed of each set: 780kW / 720min-1
 Alternator make/type: Hyundai Heavy Industries Co. Ltd.
 Output/speed of each set: 700kW / 720 min-1

Boilers
 Number: 1 set
 Type: OSV2-80/70-23
 Make: Osaka Boiler MFG. Co. Ltd.
 Output, each boiler: Oil burning 800kg/h. Exh. gas 700kg/h at NCR
 Other cranes
 Number: 3 sets
 Make: Kyoritsu Kikai Co.Ltd.
 Type: Electric motor driven fixed davit
 Tasks: Engine parts, provision handling, hose handling
 Performance: 3 Stowages / Working radius 13.32m-4.5m 4 Stowages / Working radius 3.4m 0.5stowages / Working radius 1.2m
 Mooring equipment
 Number: Windlass 2 sets / Mooring winch 6 sets
 Make: Kawasaki Heavy Industries Ltd.
 Type: Electro-hydraulic driven
 Special lifesaving equipment
 Number of each and type: 1set x 30 persons
 Make: Amer Marland Ltd
 Type: Partial enclosed type
 Hatch covers Design: MacGregor Japan
 Manufacturer: MacGregor Japan
 Water ballast Treatment
 Make: HEC Technology Co.Ltd.
 Complement
 Officers: 10
 Crew: 15
 Stern appendages/spoilers: STF (Sanoyas Tandem Fin)
 Fire detection system
 Make: Nohmi Bosai Ltd
 Fire extinguishing system
 Cargo holds: Type: Seawater
 Engine room: Make/Type: Seawater expansion foam
 Fire extinguishing system
 Cabins: Type: Seawater
 Public spaces: Type: Seawater
 Radars
 Number: 2 sets
 Make: Furukawa Electric Co. Ltd.
 Model(s): 337S,FAR-2827
 Waste disposal plant
 Incinerator
 Make: Iwano Co. Ltd.
 Model: VIRI
 Sewage plant
 Make: Taiko Kikai Industries Co. Ltd.
 Model: SBH-25
 Contract date: 3 April 2008
 Launch/float-out date: 2 September 2014
 Delivery date: February 2015

Italian owner and operator d'Amico group took delivery of its new handy-cape 117,000dwt dry bulk carrier on February 3 2015. The CIELO D'ITALIA was built at Sanoyas Shipbuilding Corporation's shipyard in Mizushima, Japan.

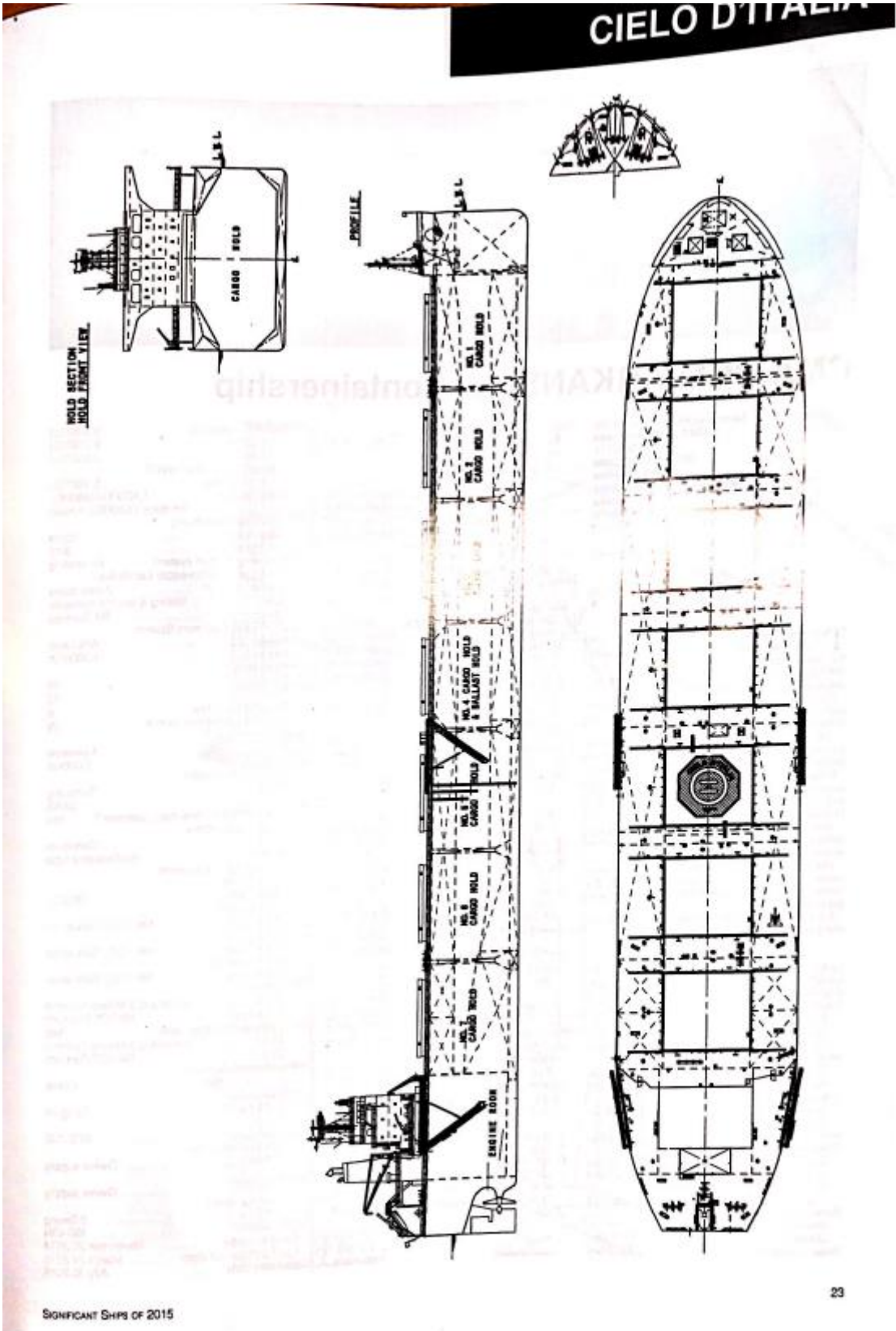
The 245m long and 43m wide ship is the result of a multi-year collaboration between the companies who worked very closely to design a ship characterized by extremely effective design particulars, with emphasis on the environment and energy efficiency, and capable of reducing consumption and emissions by 20% compared with other ships operating in the same segment.

Over the years, the project born in 2008 underwent several revisions by d'Amico Group with the aim of further improving the efficiency profile of the handy-cape vessels available on the market. Thanks to the work of the two technical offices as well as that of the trading company Mitsui & Co., in 2013 the ship was completely redesigned and equipped with a latest generation fully electronic engine system, that features automatic control for optimizing consumption.

Safety features exceed the requirements of international bodies, thus anticipating industry standards that will become effective in the coming years.

The choice of d'Amico Group to focus on the construction of two new generation handy-cape vessels was motivated by the versatility of this type of vessel, which is larger than the traditional Post-Panamax vessels though smaller than a Capesize. This versatility in terms of size and loadable capacity allows for multiple use as regards both the type of goods transported and the routes covered.

D'Amico Dry, the company that will operate the vessel, is expected to use it for the transportation of raw materials, mainly coal and minerals, to increase the profitability and market attractiveness of its international routes.



SIGNIFICANT SHIPS OF 2015



K. YOUNGHUNG: Bulk carrier

Shipbuilder: **Sungdong Shipbuilding & Marine Engineering Co., Ltd.**
 Vessel's name: **K. Younghung**
 Hull No.: **S1207**
 Owner/Operator: **KSF 33 International SA / SK Shipping**
 Country: **Panama**
 Designer: **Sungdong Shipbuilding & Marine Engineering Co., Ltd.**
 Country: **Republic of Korea**
 Model test establishment used: **KRISO**
 Flag: **Panama**
 IMO number: **9708590**
 Total number of sister ships already completed: **0**
 (excludingship presented): **0**
 Total number of sister ships still on order: **1**

K. YOUNGHUNG has a flush deck with forecastle, bulbous bow, open water type stern, single rudder and single screw propeller driven by a slow speed diesel engine.

The vessel is built according to Korean Register specifications and designed in accordance with IACS common structural rules (CSR). The vessel is principally for carrying coal only. The BC-B notation is applied for cargo holds with the maximum cargo density of 1.5t/m³.

The vessel is constructed with a single skin in way of cargo holds with double bottom and topside tanks. The cargo hold area is divided by vertical corrugated transverse watertight bulkheads into seven cargo holds. The No.4 cargo hold can be used as a floodable hold for heavy ballast conditions and No.2 and No. 6 holds also can be used as partial floodable holds for the adjustment of the air draught at specific ports.

The vessel takes into account the latest environmental guidelines such as MARPOL Annex I Reg. 12A for oil fuel tank protection, the Inventory of Hazardous Materials (IHM) for ships' recycling, performance standards for protective coatings (PSPC) for water ballast tanks and peak tanks, and the ENV notation.

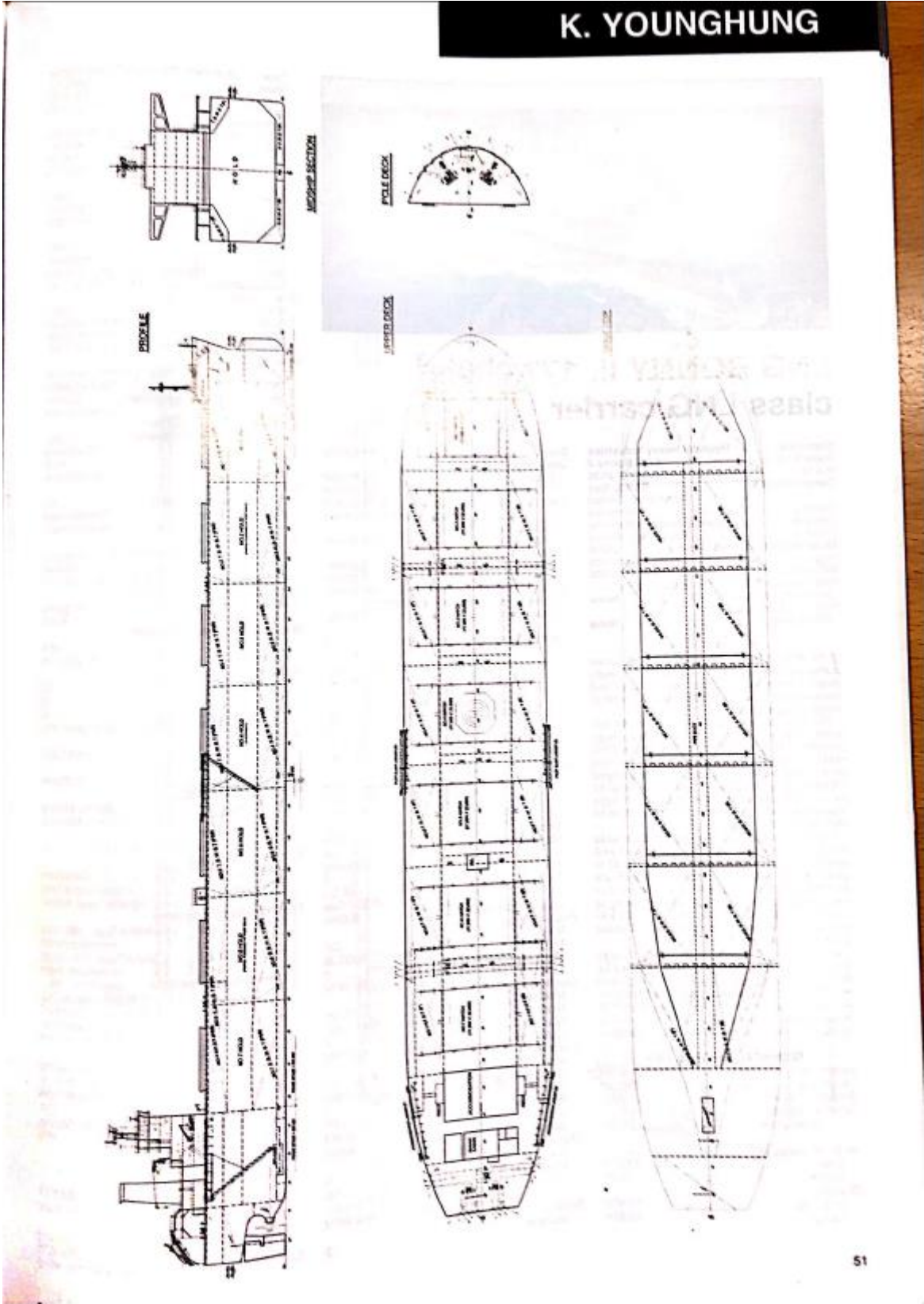
The MCR of the main engine is 11,500kW at 83rpm and the service speed at the design draught at NCR (9,875kW) with 15% sea margin is 14 knots and can travel more than 23,000 nautical miles. Three diesel generators driven by alternators with 750kW output have been installed.

TECHNICAL PARTICULARS

Length oa: 273m
 Length bp: 265 m
 Breadth moulded: 46m

Depth moulded
 To main deck: 22.7m
 Draught
 Scantling: 16.5m
 Design: 15.2m
 Gross: 79,000gt
 Deadweight
 Design: 135,000dwt
 Scantling: 151,000dwt
 Speed, service (- %MCR output): 14knots at 85.5% of MCR
 Bunkers (m³)
 Heavy oil: 3,000m³
 Diesel oil: 350m³
 Water ballast (m³): 73,000m³
 Daily fuel consumption (tonnes/day)
 Main engine only: 36,1tonnes/day
 Classification society and notations: KR / "KRS1 - Bulk Carrier 'ESP' CSR, BC-B (max. cargo density 1.5 t/m³), PSPC, LI, IWS, GRAB [20], ENV (IBWM, IAFS, IOPP, ISPP, IAPP, IGPP, IHM, IEE), SEATRUST (HCM), +KRM1 - UMA, STCM"
 % high-tensile steel used in construction: 77
 Main engine(s)
 Design: MAN B&W
 Model: 5G70ME-C9.2 Tier II
 Manufacturer: Doosan Engine
 Number: 1 set
 Type of fuel: HFO & MGO
 Output of each engine: 11,500kW x 66rpm (Specified MCR)
 Propeller(s)
 Material: Ni-Al-Br
 Designer/Manufacturer: Sungdong Shipbuilding & Marine Engineering Co. Ltd. / HHI
 Number: 1 set
 Fixed/Controllable pitch: FPP
 Diameter: 9m
 Speed: 66rpm
 Diesel-driven alternators
 Number: 3 sets
 Engine make/type: Doosan Engine / BL23/30H MK2
 Type of fuel: HFO & MGO
 Output/speed of each set: 852kW / 720rpm
 Alternator make/type: HHI / HFC7 504-10P
 Output/speed of each set: 750kW / 720rpm
 Boilers
 Number: 1 set
 Type: Composite
 Make: Kangrim Heavy Industries

Output, each boiler: 1,000 bph (oil fired side), 1,000 bph (exhaust gas side)
 Other cranes
 Number: 2 sets
 Make: Oriental
 Type: Electric-hydraulic type jib crane
 Tasks: Engine part handling, provision handling, Suez mooring boat handling
 Performance: Port (8t), Starboard(4t)
 Mooring equipment
 Number: Windlass 2 sets, Mooring winch 6 sets
 Make: Rolls-Royce
 Type (electric/hydraulic/steam): Electro-hydraulic
 Special lifesaving equipment
 Number of each and capacity: 1 set x 25persons
 Make: Norsafe
 Type: Totally enclosed free fall type
 Hatch covers
 Design: MacGregor
 Manufacturer: MacGregor
 Type (upper deck/other decks): Electro-hydraulic motor driven and chains
 Ballast control system
 Make: Emerson
 Type: Electro-hydraulic type
 Water ballast Treatment System
 Make: Techcross
 Capacity: 2,500m³ x 2 sets
 Fire detection system
 Make: BI
 Type: Addressable type
 Fire extinguishing systems
 Engine room: Tyco & Seaplus
 Make/Type: Local water mist
 Radars
 Number: S-Band Radar 1 each, X-Band Radar 1 each
 Make: JRC
 Model(s): JMR-9282-S(S-Band Radar), JMR-9225-9X3(X-Band Radar)
 Waste disposal plant
 Waste handled: 700,000kcal/h (814kW)
 Incinerator
 Make: HYUNDAI-ATLAS Model: MAXI NG150SL WS
 Sewage plant
 Make: IN-SEUNG
 Model: ISS-25N
 Contract date: August 2013
 Launch/float-out date: June 2015
 Delivery date: August 2015





ADMIRAL SCHMIDT: Mini Capesize bulker

Shipbuilder: Shanghai Shipyard Co. Ltd. China
 Vessel's name: Admiral Schmidt
 Owner/Operator: Arctic Shipping & Trading SA
 Country: Latvia
 Designer: Shanghai Merchant Ship Design & Research Institute (SDARI)
 Country: China
 Model test establishment used: CSSRC / HSVA
 Flag: Bahamas
 IMO number: 9838838
 Total number of sister ships already completed (excluding ship presented): 1
 Total number of sister ships still on order: nil

Built as the first of two Polar class 'mini Capesize' bulkers by China Shipbuilding Industry Corporation's Shanghai Shipyard for Estonian owner Platano Eesti OÜ, *Admiral Schmidt* marked the entry into the bulk sector for an owner who previously operated only reefers. The ship was designed by SDARI with input from newbuilding project managers SeaQuest Marine Project Management Ltd. The initial order was for two ships plus one option not exercised. The second vessel, *Vitus Bering*, was delivered in October 2019. The dimensions of 249.97m loa, 43m beam and draught of 14.3m allows the ship to pass easily through the New Panama locks. Designed to operate in temperatures as low as -25°C, the 104,553dwt *Admiral Schmidt* features an icebreaker bow with no bulb and winterised equipment including four 40tonne cranes located on the starboard side of the vessel. The vessel has a double hull and is ice-classed to DNV GL PC6. The ship's size and extent of its ice-strengthening will allow it an extremely wide-ranging operational area.

The cranes are an unusual feature on a ship of this size but have been included as the ship is intended to operate in Arctic waters, calling at ports that are not well equipped with cargo handling facilities. The ship has seven holds and hatches, making it more akin to a Panamax than a typical nine-hold Capesize vessel. Although primarily intended for bulk cargoes (including several dangerous cargoes), the ship can carry project cargo and 152TEU on upper deck and 35,000tonnes of steel coils in cargo holds.

Power for *Admiral Schmidt* comes from a single HHM-built WinGD 7X62-B two-stroke main engine which, unusually for a bulk carrier, is connected to a controllable pitch propeller. Tier III NOx emissions are controlled by HP SCR. At maximum continuous revolutions, the engine can output 18,620kW but will mostly operate at 60% and 86rpm to give an operational speed of 14knots. Fuel consumption is around 37.5tonnes of MGO per day.

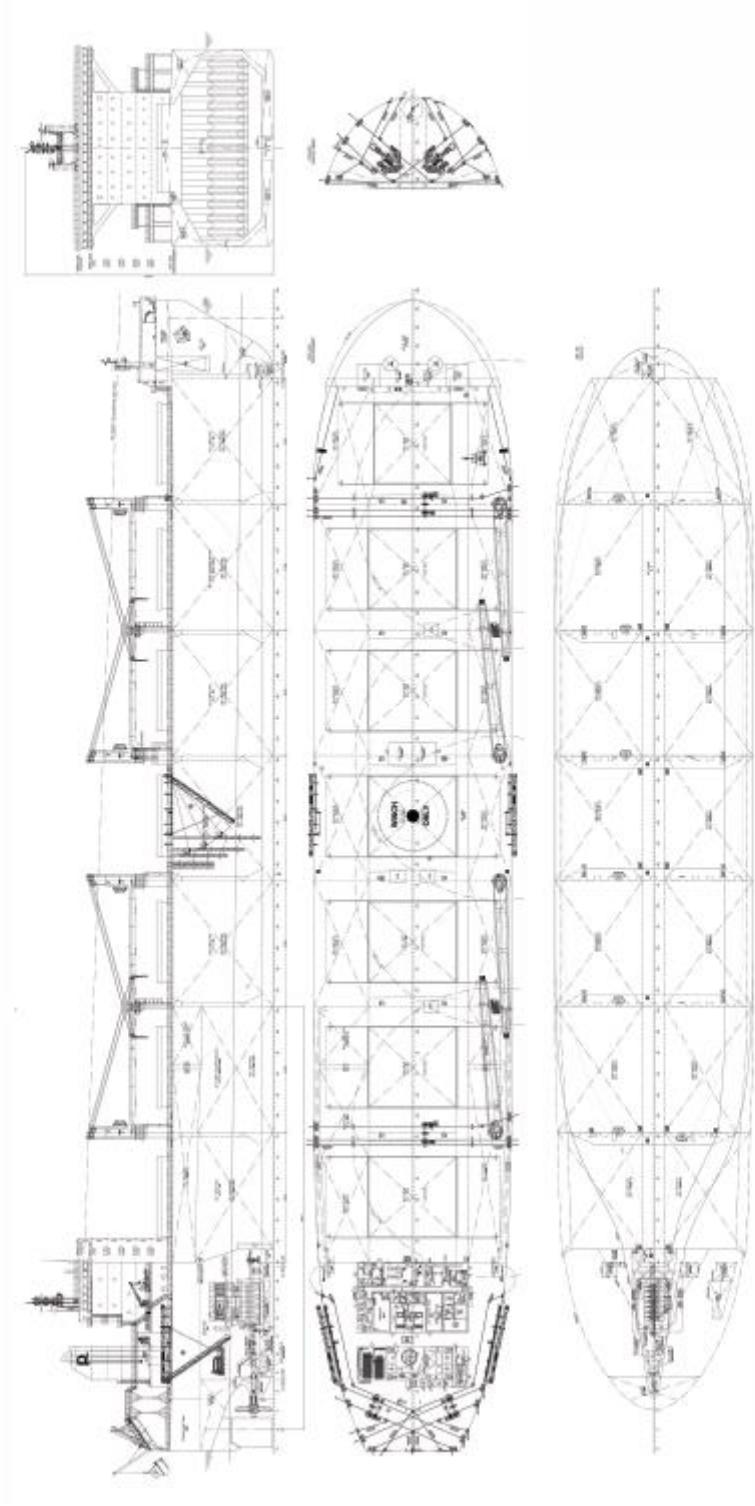
TECHNICAL PARTICULARS

Length oa: abt. 250m

Length bp: 241.79m
 Breadth moulded: 43m
 Depth moulded to main deck: 21.8m
 Width of double skin side: 1.3m
 bottom: 2.35m
 Draught scantling: 14.5m
 design: 13m
 Gross: 68,291gt
 Displacement: 126,357.6t
 Lightweight: 21,804.6t
 Deadweight scantling: 104,553t
 design: 89,808.7t
 Block co-efficient (please state relevant draught): 0.8157
 Speed, service: 14.08knots (80% MCR)
 Cargo capacity (m³)
 Grain: 130,468.4m³
 Liquid volume: Refrigerated storage:
 Bulkers (m³)
 Heavy oil: 3,005.1m³
 Diesel oil: 1,025.7 m³
 Water ballast: 41,216.8m³
 Daily fuel consumption (tonnes/day)
 Main engine only: 37.5t/d
 Auxiliaries: 4.7t/d
 Classification society and notations: DNV-GL +1A, Bulk carrier, BC(A), CSR, Hold 2, 4 and 6 may be empty, GRAB(30), COAT-POPC (B), BIS, LCS, CLEAN (Tier III), Recyclable, EO, BWM-T, TMON(Oil lubricated), ESP, PC(6), DG(6), DBC
 % high-tensile steel used in construction: 80%
 Propulsion
 Design: WinGD
 Model: WinGD W7X62-B TIER III WITH HP SCR Low Load Tuning + SPC
 Manufacturer: HHM
 Number: 1
 Type of fuel: HFO (380 cSt/50°C) MGO
 Output of each engine: CSR (0.6 CMCR) 9,960kW x 86rpm
 Is this a diesel-electric or hybrid?: No
 Propeller(s)
 Material: Cu-Ni-Al
 Designer/Manufacturer: Wärtsilä
 Number: 1
 Fixed/Controllable pitch: Controllable
 Diameter: 7.8m
 Speed: 86rpm
 Diesel-driven alternators
 Number: 3
 Engine make/type: CME-MAN 6L23/30H
 Type of fuel: HFO (380 cSt/50°C) MGO
 Alternator make/type: CMXD/HFC6 508-84E

Output/speed of each set: 1,125kVA
 Boilers
 Number: 2
 Type: FMV-VS/CMB-VS
 Make: SAACKE
 Output, each boiler: 5,000kg/h @ 0.7 Mpa; 2,500kg/h + 1,400kg/h @ 0.7Mpa
 Stem appendages/special rudders: Ice skate, Becker Schilling rudder
 Deck machinery
 Cargo cranes/cargo gear
 Number: 4
 Make: MacGregor
 Type: Electro-hydraulic
 Performance: 40t SWL
 Other cranes
 Number: 1
 Make: CSSC Luzhou Zhenjiang Marine Auxiliary Machinery Co.Ltd
 Type: Electric
 Tasks: Provision
 Performance: 5t
 Mooring equipment
 Number: 6
 Make: MacGregor
 Type (electric/hydraulic/steam): Electric
 Special lifesaving equipment
 Number of each and capacity: 1 free-fall lifeboat 27
 Make: Jaoyan
 Type: JYM-FN-6.65
 Cargo/capacity
 Hatch covers
 Design: MacGregor
 Manufacturer: Hudong
 Type: Upper deck
 Containers
 Total TEU capacity: 152
 On deck: 152
 Ballast control system
 Make: Pleiger
 Type: Electric-hydraulic package
 Ballast water treatment system
 Make: Sunui
 Capacity: 1,800m³/h(per set); 2 sets
 Complement
 Officers: 13
 Crew: 11
 Supermarines/Spare: 2
 Suez/Repair Crew: 1
 Single/double/other rooms: Single rooms
 Navigation and other equipment
 Bridge control system
 Make: Nabtesco (M/E remote control system)
 Type: M-800-V
 Is bridge fitted for one-man operation? Yes
 Radar
 Number: 2
 Make: Furuno
 Model(s) wave band: S-band and X-band
 Fire detection system
 Make: Consilium
 Type: Salwico cargo
 Fire extinguishing systems
 Cargo holds: CO₂
 Make/Type: NK
 Engine room: CO₂, low pressure water mist
 Make/Type: NK
 Cabins: Sea water / portable
 Public spaces: Sea water / portable
 Waste disposal plant
 Incinerator
 Make: Teamtec Model: OG200CS
 Waste compactor
 Make: Shanghai Dizhou Model: DZ10T10
 Sewage plant
 Make: JOWA Model: STP2016-40
 Efficiency
 Required EEDI value: 3.51
 Attained EEDI value: 3.23
 Installed Fuel Meters: M/E flow meter: 1 set (max.120 l/min); D/G flow meter: 2 sets (max.120 l/min); Boiler flow meter: 2 sets
 Other installed monitoring tools: Shaft power meter (torque + thrust), draughts
 Performance Monitoring Regime: Ship performance monitoring system
 Contract date: 30 May 2017
 Launch/float-out date: 27 March 2019
 Delivery date: 6 September 2019

ADMIRAL SCHMIDT





CRYSTAL STAR: Panamax bulk carrier

Shipbuilder: **Sanoyas Shipbuilding Corporation**
 Vessel's name: **Crystal Star**
 Hull No.: **1326**
 Owner/operator: **Sanoyas Shipbuilding Corporation**
 Country: **Panama**
 Model test establishment used: **Shipbuilding Research Centre of Japan**
 Flag: **Panama**
 IMO number: **9675262**
 Total number of sister ships already completed (excluding ship presented): **nil**
 Total number of sister ships still on order: **8**

SANOYAS Shipbuilding Corporation delivered the Panamax bulk carrier, *Crystal Star*, to the owner in June. The vessel is the first in a series of nine for the Panama registered company.

The vessel was constructed at the Mizushima Shipyard of Sanoyas and is the first vessel of a series of newly developed 82,000dwt type Panamax bulk carriers. The vessel has larger cargo hold capacity and has further improved fuel consumption by 10% compared with the previous versions of the 82,000dwt type.

The vessel is equipped with a low-speed and long-stroke electronically controlled MAN B&W 6S60ME-CB.2 main engine combined with a high-efficiency propeller and associated energy saving devices such as the Sanoyas developed STF (Sanoyas Tandem Fin: max 6% energy saving) on the stern shell and highly efficient appendages on the rudder, which also contribute to the reduction of CO₂ emissions.

Eco-friendly features of *Crystal Star* include various countermeasures such as the main engine complying with the NOx emission Tier II limits, a

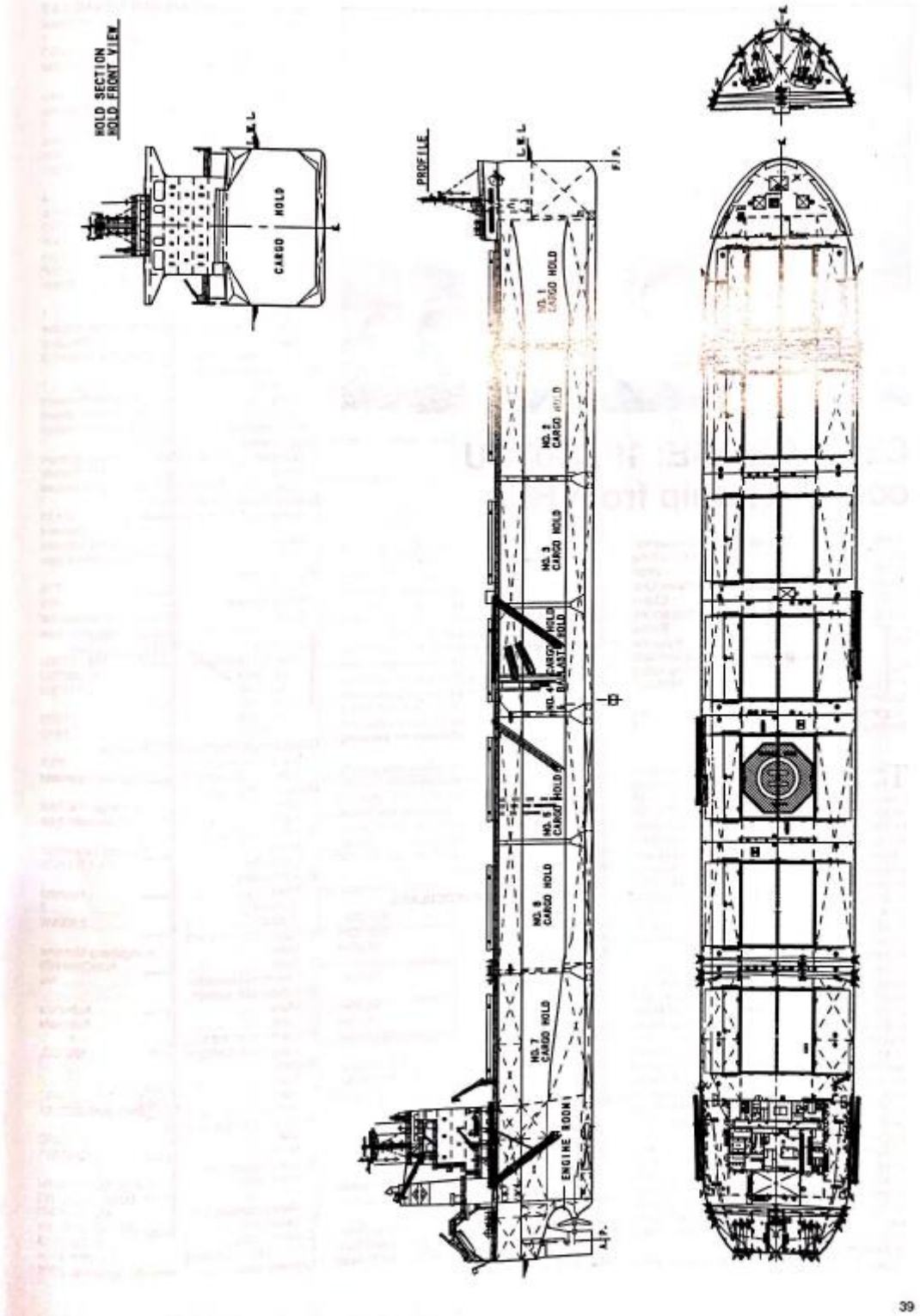
ballast water treatment system and fuel oil tank protection. In addition, independent holding tanks are provided for accommodation discharges, bilge water, and rainwater on the upper deck.

Furthermore, for the improvement of vessel maintenance, access trunks are arranged for access from upper deck to double bottom even under laden conditions. Safe manoeuvrability is achieved with the organised cargo arrangement and rear visibility in the wheelhouse.

TECHNICAL PARTICULARS

Length oa:	229.00m
Breadth moulded:	32.24m
Depth moulded:	
To main deck:	20.20m
To upper deck:	20.20m
Width of double skin:	
Bottom:	1.79m
Draught:	
Scantling:	14.64m
Speed, service:	14.5knots
Gross:	43,432gt
Deadweight:	
Scantling:	82,172dwt
Cargo hold capacity:	
Grain:	96,597m ³
Classification society and notations:	NK
Main engine:	
Make:	MAN B&W
Type:	6S60ME-CB.2 diesel
Number:	1
Propeller:	
Material:	NI-Al-Bronze
Stern appendages/adaptations:	Sanoyas Tandem Fin
Delivered:	10 June 2014

CRYSTAL STAR





RTM DIAS: Post-Panamax with BWTS

Shipbuilder: **Namura Shipbuilding Co., Ltd**
 Vessel's name: **RTM Dias**
 Hull No: **364**
 Owner/operator: **Rio Tinto Shipping Limited**
 Country: **UK**
 Designer: **Namura Shipbuilding Co., Ltd**
 Country: **Japan**
 Flag: **UK**
 IMO number: **9629720**
 Total number of sister ships already completed (excluding ship presented): **1**
 Total number of sister ships still on order: **nil**

NAMURA Shipbuilding Co., Ltd delivered *RTM Dias*, an 89,892dwt bulk carrier, to Rio Tinto Shipping Limited at its Imari Shipyard & works in January. With the development of the Panama Canal under way, the post-Panamax design is becoming a favourite option for shipowners.

With the ballast water management convention (BWMC) still hanging in the wings to be notified, some owners are being slow to react. But, UK-based Rio Tinto Shipping has taken up the challenge of getting ahead of the environmental convention by fitting its vessel with a Techcross ballast water treatment system (BWTS), which has a 4,800m³ capacity. This is the first vessel of the 89,000dwt type post-Panamax bulk carrier to be equipped with a BWTS.

Further developments of the ship to make it more efficient in service have also been carried out. The hull has been designed and constructed in accordance with the common structural rules (CSR) with a widened beam of 38m and shallow draught 13.90m (scantling), which will allow cargo loading to happen more efficiently, the vessel will mainly carry bauxite to an Australian aluminium refinery.

The propulsion performance has been approved to give better fuel oil savings through the installation of the Namura flow control fins (NCF) and rudder fins, developed by Namura, along with a highly efficient propeller. Adding to this, corners of the superstructure have been flattened to reduce the vessel's air resistance.

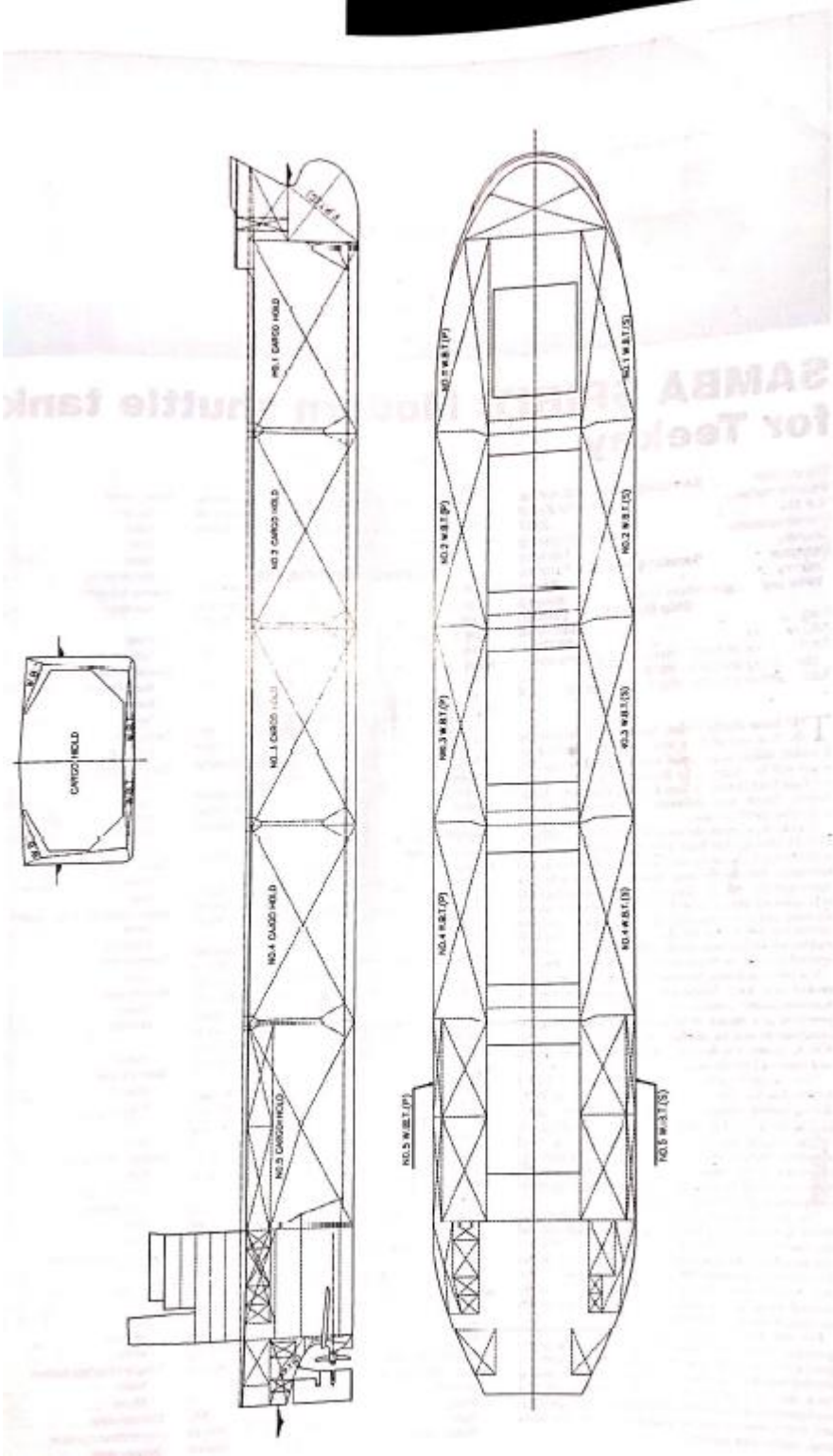
RTM Dias has been fitted with large capacity water ballast pumps to speed up the process of cargo loading operations and also has the IMO FSPC-WBT notation for corrosion protection of the ballast tanks to increase the safety of the vessel. A fixed hold cleaning machine has been fitted under each cargo hatch cover to reduce cleaning work.

TECHNICAL PARTICULARS

Length oa: 234.87m
 Length bp: 226.00m
 Breadth moulded: 38.00m
 Depth moulded: 13.90m
 To upper deck: 20.00m

Width of double skin: 2.40m
 Side: 1.90m
 Bottom: 1.90m
 Draught: 13.90m
 Scantling: 13.00m
 Design: 51.057gt
 Gross: 82,521dwt
 Deadweight: 89,892dwt
 Design: 89,892dwt
 Scantling: 14.30knots
 Speed, service: 14.30knots
 Cargo capacity: 96,430m³
 Grain: 2,224m³
 Heavy oil: 129.4m³
 Diesel oil: 43,892m³
 Water ballast: 4,800m³
 Daily fuel consumption: 33.8tonnes/day
 Main engine only: 2,400tonnes/day
 Auxiliaries: LR + 100A1,
 Classification society and notations: Bulk Carrier, CSR, BC-B, GRAB(25),
 ESP, ShipRight (CM, ACS(B)),
 *IWS, LL, +LMC, UMS with descriptive
 note ShipRight (IHM, BWMP(T),
 POWBT (01/2013), SERS, SCM)
 % high-tensile steel used in construction: 75%
 Roll-stabilisation equipment: Bilge Keels
 Main Engines
 Model: Mitsubishi 6UEC60LS II-ECO
 Manufacturer: Mitsubishi Heavy Industries
 Number: 1
 Type of fuel: HFO/MDO
 Output of each engine: 9,760kW x 97rpm
 Propellers
 Material: Ni-Al-Bronze
 Designer/manufacturer: Nakashima Propeller
 Number: 1
 Diameter: 7m
 Speed: 97rpm
 Diesel-driven alternators
 Number: 3
 Engine make/type: Yanmar/ 6EY18ALW
 Type of fuel: HFO/MDO
 Output/speed of each set: 660kW x 900rpm
 Alternator make/type: Taiyo Electric/ FE 547-A-8
 Output/speed of each set: 600kW x 900rpm
 Alternator make/type: Taiyo Electric/ FE 547-A-8
 Output/speed of each set: 600kW x 900rpm
 Boilers
 Number: 1
 Type: OVS2-120/BD-26
 Make: Osaka Boiler Manufacturing

Output, each boiler: 6.0MW
 Exhaust gas: 100kg/h x 57MPa
 Other cranes
 Number: 1
 Make: Marston Inc
 Type: Electro motor driven
 Tasks: Provisions
 Performance: 4tonnes x 8.75m
 Mooring equipment
 Number: 6
 Make: Kawasaki Heavy Industries Ltd
 Type: Electro-hydraulic driven type
 Special lifesaving equipment
 Number of each and capacity: 1 x 26 persons
 1 x 6 persons
 Make: Jiangsu Jiayuan Marine Equipment
 Type: FRP enclosed type/ FRP open type
 Hatch covers
 Design: Two panels of double skin, side rolling type
 Manufacturer: Genkai Technical Engineering
 Type: Upper deck
 Ballast control system
 Make: Amco Engineering Corp.
 Type: Remote controlled electro-hydraulic
 Water ballast system
 Make: Techcross
 Capacity: 4,800m³/h
 Complement
 Crew: 16
 Stern appendages/ special rudders: Namura flow control fin (NCF) and rudder-fin
 Bridge control system
 Make: Nablesco
 Type: M-800-III
 Fire detection system
 Make: Consilium Nitran Marine
 Type: Addressable type
 Fire extinguishing systems
 Cargo holds: Sea water hydrants
 Engine room: Foam
 Cabins/public spaces: Portable fire extinguisher
 Radars
 Number: 2
 Make: Radio Japan
 Model: JMA-9132-SA, JMA-9122-93A
 Waste disposal plant
 Incinerator: Sunflame/ OSV-360SA
 Waste shredder/crusher: Washio Chun Industrial
 MD-15
 Sewage plant: Evac/ EVAC MBR 16 C
 Contract date: 7 March 2011
 Launch/float-out date: 13 October 2012
 Delivery date: 11 January 2013



JMU completes new 97,000 DWT coal carrier with CRP system

SHOYOH is the first eco-designed coal carrier built by the Kure Shipyard of Japan Marine United Corporation (JMU). SHOYOH is designed mainly for carrying thermal coal to coal-fired power stations in Japan. Particulars and specifications of the vessel are optimized for Japan's port conditions.

The vessel can achieve high fuel-efficiency as well as safer and easier operation with the following technologies.

The contra-rotating propeller (CRP) system for high propulsion performance which consists of two contra-rotating propellers positioned in tandem. The aft propeller recovers waste energy from the rotating flow induced

by the fore propeller and changes this energy to thrust. Since the first application to a 37,000DWT bulk carrier in 1989, JMU has installed CRP systems on over 20 vessels. For further improvement of the propeller efficiency, CRP of SHOYOH has tip raked geometries.

Additional energy saving devices include a semicircular duct and rudder bulb fitted before and behind the propellers, respectively. The semicircular duct generates thrust and increases the wake gain by guiding slower flow to the propeller disc. The rudder bulb streamlines the flow and reduces separation losses from the propeller hub.



The exhaust gas power turbine generator (PTG) for saving fuel consumption during the voyage bypasses some exhaust gas of the main engine to a gas power turbine for generating electricity and saves fuel consumption

of the diesel generator.

The center water ballast tank is arranged amidships for exclusive use under heavy ballast conditions to eliminate the need for floodable hold(s). Complete separation of water ballast tanks and cargo holds helps for safer and easier ballast water loading and unloading operations, prevention of hold structure corrosion by seawater, and easier maintenance during voyage.

The vessel has been designed and built under the survey of ClassNK in accordance with IACS Common Structural Rules for Bulk Carriers (CSR-B). SHOYOH has BC-B notation, which enables the vessel to load not only coal, but also heavy cargoes, such as iron ore with homogeneous loading in all cargo holds.

Principal particulars

L (o.a.) x L (b.p.) x B x D x d:	239.90m x 234.50m x 43m x 20.50m x 13.053m
DWT/GT:	97,114t/60,876
Main engine:	Wartsila 6RT-flex58TD diesel x 1 unit
Speed:	14.2kt
Complement:	28
Classification:	NK
Completion:	July 25, 2013

Sanoyas completes 120,000DWT Handy Cape bulker PACIFIC POWER

Sanoyas Shipbuilding Corporation delivered the PACIFIC POWER (HN: 1313), a 120,000DWT Handy Cape bulk carrier, to Power Shipping S.A. on March 7, 2014. The vessel was constructed at its Mizushima Shipyard. This is the first vessel of the new version of Sanoyas 120,000DWT Handy Cape bulk carrier.

The vessel has larger deadweight and cargo hold capacity and improved fuel consumption by 10% compared with the previous version. The vessel with wide beam and shallow draft will clear the restrictions of some ports for large bulk carriers and has been

named "Handy Cape" because it is the most flexible among Cape size bulk carriers. For improvement of propulsion efficiency, the vessel is equipped with a low-speed and long-stroke fuel-optimized main engine combined with a high-efficiency propeller. Moreover, an energy saving device called "STF" (Sanoyas-Tandem-Fin (patent); max. 6% energy saving) is installed on the stern shell. These arrangements contribute to the reduction of CO₂ emission.

Eco-friendly features are demonstrated by the adoption of various countermeasures including the main engine complying with NO_x emission restriction Tier II for air pollution prevention, double-hull fuel oil tanks to protect the marine environment, and the Ballast Water

Treatment System. In addition, independent holding tanks for accommodation discharges, dirty hold bilge and rainwater tanks are installed on the upper deck.

Principal particulars

Owner:	Power Shipping S.A.
Hull No.:	1313
L (o.a.) x L (b.p.) x B x D x d (Summer):	245.00m x 239.00m x 43.00m x 21.60m x 15.625m
DWT/GT:	120,397 t/64,347
Cargo hold capacity:	136,528m ³ (grain)
Main engine:	MAN B&W 6S60MC-C8.2 diesel x 1 unit
MCO:	11,860kW
Speed, service:	about 14.5kt (at C.S.O. with 15% sea margin)
complement:	25
Classification:	NK
Registry:	Republic of Panama
Delivery:	March 7, 2014

