



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

Trabajo Fin de Grado
CURSO 2021/2022

Petrolero VLCC con 300000 TPM

Grado en Ingeniería Naval y Oceánica

ALUMNO

Pedro Lemos González

TUTOR

Marcos Míguez González

FECHA

JUNIO 2022

PETROLERO VLCC DE 300000 TPM

Castellano:

El presente proyecto comprenderá el diseño de un buque petrolero de 300000 toneladas de peso muerto con 30 tripulantes que sea capaz de navegar grandes distancias típicas en este tipo de buques.

Concretamente este buque será diseñado para hacer el trayecto de carga en Arabia Saudita y descarga en Singapur, China y Japón. Además, la autonomía será de 18.000 millas (~29.000km).

El buque constará además con un sistema de propulsión de gas capaz de aprovechar los gases residuales de la carga de crudo con el fin de mejorar la eficiencia de la turbina de cara a la contaminación del medioambiente y de reducir las presiones en el interior de los tanques de crudo. El sistema de carga y descarga será por cámara de bombas y el resto de equipo e instalaciones serán los habituales en este tipo de buques.

Galego:

O presente proxecto comprenderá o deseño dun buque petroleiro de 300000 toneladas de peso morto con 30 tripulantes que sexa capaz de navegar grandes distancias típicas neste tipo de buques.

Concretamente este buque será deseñado para facer o traxecto de carga en Arabia Saudita e descarga en Singapur, China e Xapón. Ademáis, a autonomía será de 18 millas (~29.000km).

O buque constará ademáis cun sistema de propulsión de gas capaz de aproveitar os gases residuais da carga de crudo co fin de mellorar a eficiencia da turbina de cara á contaminación do medioambiente e de reducir as presións do interior dos tanques de crudo. O sistema de carga e descarga será por cámara de bombas e o resto de equipo e instalacións serán os habituais neste tipo de buques.

English:

The present project involves a crude carrier ship design of 300000 deathweight tonnage with 30 crew that it will be able to sail very large routes, typical in this kind of ships.

Particullary, this ship will be designed to do routes from Arabia Saudi in loading to Singapore, China and Japan in disloading. Moreover, the autonomy will be of 18.000 miles (~29.000 km).

This ship will consist in adition with a gas propulsion system that it wil be able to take advantage of residual gas from crude to improve the eficiencie of the turbine against the enviromental pollution. That's why the highest presures inside tanks must be reduced in order to difuse danger. Charge system will consist in a pump room and the rest of instalations will be the typical among these kind of ships.

PETROLERO VLCC DE 300.000 TPM

CUADERNO I: DIMENSIONAMIENTO. ELECCIÓN DE CIFRA DE MÉRITO, DEFINICIÓN DE ALTERNATIVAS Y SELECCIÓN DE LA MÁS FAVORABLE

PEDRO LEMOS GONZÁLEZ



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

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

Petrolero VLCC de 300000 TPM

Grado en Ingeniería Naval y Oceánica

Cuaderno I:

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

PETROLERO VLCC DE 300.000 TPM

CUADERNO I: DIMENSIONAMIENTO. ELECCIÓN DE CIFRA DE MÉRITO, DEFINICIÓN DE ALTERNATIVAS Y SELECCIÓN DE LA MÁS FAVORABLE

PEDRO LEMOS GONZÁLEZ

ESCOLA POLITÉCNICA SUPERIOR



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

GRADO EN INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA

TRABAJO FIN DE GRADO

CURSO 2020-2021

PROYECTO NÚMERO

TIPO DE BUQUE:

Petrolero

CLASIFICACIÓN, COTA Y REGLAMENTOS DE APLICACIÓN:

DNV, SOLAS y MARPOL.

CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA:

300000 TPM. Crudos del petróleo y sus derivados con densidad media de 0.95 g/ml

VELOCIDAD Y AUTONOMÍA:

14.8 Knots de velocidad de servicio. 18.000 millas a velocidad de servicio.

SISTEMAS Y EQUIPOS DE CARGA / DESCARGA:

Cámara de bombas

PROPULSIÓN:

Motor Convencional.

Combustible: LNG (Liquified Natural Gas).

TRIPULACIÓN Y PASAJE: 30

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

Ferrol, 27 de junio de 2022

ALUMNO/A: **D^a Pedro Lemos González**

ÍNDICE

Petrolero VLCC de 300000 TPM.....	2
Índice.....	5
1 Introducción.....	7
1.1 Características de los petroleros.....	7
1.2 Buque de referencia: <i>DIJILAH</i>	7
1.3 Base de datos de nuestro buque.....	9
2 Dimensionamiento.....	10
2.1 Eslora.....	10
2.2 Manga.....	11
2.3 Calado.....	12
2.4 Puntal.....	13
2.5 Regresión LBT.....	15
2.6 Coeficiente de bloque.....	16
2.7 Coeficiente de maestra.....	18
2.8 Coeficiente prismático.....	18
2.9 Resultados finales.....	18
3 Predicción preliminar de la potencia propulsora.....	20
4 Estimación de los pesos del buque.....	21
4.1 Peso muerto (PM ó DWT).....	21
4.1.1 Consumos.....	21
4.1.2 Tripulación.....	22
4.1.3 Pertrechos.....	22
4.1.4 Carga útil.....	22
4.2 Peso en rosca (PR).....	23
5 Elección de cifra de mérito y selección de alternativa.....	26
5.1 Introducción.....	26
5.2 Coste de construcción.....	26
5.2.1 Coste de los materiales a granel.....	26
5.2.2 Coste de los equipos CEq y de su montaje CMe.....	27
5.2.3 Coste de la mano de obra CMo.....	28
5.2.4 Costes varios aplicados CVa.....	29
5.2.5 Coste final de construcción.....	29
5.3 Variación de las dimensiones.....	29
5.4 Elección de la alternativa más favorable.....	31

6 Comprobación del francobordo.	33
6.1 Cálculo simplificado por medio de tablas y fórmulas.	33
6.1.1 Corrección por coeficiente de bloque.	34
6.1.2 Corrección por puntal.	35
6.1.3 Corrección por superestructuras.	35
6.2 Francobordo de Verano.	35
7 Estimación de la potencia propulsora y elección de motor.	40
8 Descripción general, disposición general y cuaderna maestra.	59
9 Anexos.	60
9.1 Significant Ships of 2019.	60
9.2 Significant Ships of 2018.	67
9.3 Significant Ships of 2017.	73
9.4 Bibliografía.	77

1 INTRODUCCIÓN

1.1 Características de los petroleros.

Un petrolero es un buque cisterna de construcción especial, pues está diseñado para el transporte de crudos o productos derivados del petróleo. Las diferencias básicas entre un buque de carga corriente y un petrolero son:

- En un buque normal la carga es soportada por las cubiertas en el espacio de las bodegas, en un petrolero gravita sobre el fondo, forro exterior y mamparos. Además, en aguas agitadas se producen fuerzas de inercia que actúan sobre los costados y los mamparos. Por tanto, la resistencia estructural de un petrolero debe ser más resistente que la de otros barcos.
- Los tanques de carga deben ser estancos al petróleo y sobre todo a los gases producidos por el mismo, pues si se mezclan con el aire se pueden producir mezclas explosivas.
- El volumen de la carga aumenta un 1% por cada 10°C de incremento de temperatura. Si los tanques se llenan mucho, al calentarse el crudo rebosaría.
- La cámara de bombas suele estar a popa de los tanques de carga, para trasiego de la carga. Son bombas de gran capacidad y son movidas por vapor o motor eléctrico.
- La ventilación también es importante dado que se producen vapores del petróleo en los cóferdams y cámara de bombas que son más pesados que el aire y es necesario expulsarlos de estos espacios.

Actualmente los petroleros de nueva construcción, por imperativo de la legislación vigente del convenio MARPOL, deberán llevar protegidos los tanques de carga, con tanques de lastre o espacios que no sean tanques de carga o combustible.

Los petroleros VLCC son aquellos que pertenecen a la categoría de *Very Large Crude Carrier*, a la cual se refiere cuando un buque transporta entre 200.000 y 320.000 toneladas de peso muerto.

En los siguientes apartados se verán buques que utilizaremos como referencia, entre ellos nuestro buque base, el DIJILAH, cuyos datos encontraremos en la revista *Significant Ships of 2019*.

1.2 Buque de referencia: **DIJILAH**.

Pedido originalmente por el grupo BW, con sede en Singapur, el VLCC Dijilah de 320,596 DWT debutó en enero como la primera propiedad de nueva construcción de la empresa iraquí *Al-Iraqia Shipping Services & Oil Trading* (AISSOT) formada en 2017.

Dijilah es la primera de una serie de cuatro hermanas idénticas, construido por el constructor surcoreano *Samsung Heavy Industries*. Los otros tres barcos (Ninawa, Diyala y Kirkuk) se entregaron poco después en marzo, abril y mayo respectivamente. El pedido de BW para los buques se hizo en mayo de 2017, un mes después de que el nuevo propietario, para el que serían vendidos mientras aún estaban bajo construcción, fuese fundado. El pedido también fue notable para Samsung, ya que marcó los primeros VLCC que el astillero tenía asegurados en casi una década.

La disposición de la carga es la típica de un VLCC, con cinco conjuntos de tanques de babor, centro y estribor, haciendo 15 pulgadas todos. Tres bombas de carga de vapor SHINCO de una capacidad de 5.300 m³/h que funciona para los tres grados de segregación de la carga.

PETROLERO VLCC DE 300.000 TPM

CUADERNO I: DIMENSIONAMIENTO. ELECCIÓN DE CIFRA DE MÉRITO, DEFINICIÓN DE ALTERNATIVAS Y SELECCIÓN DE LA MÁS FAVORABLE

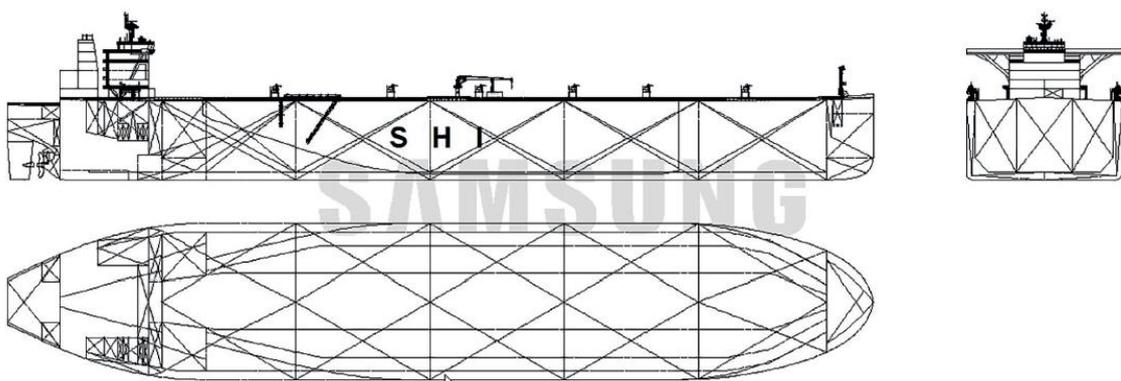
PEDRO LEMOS GONZÁLEZ

El barco tiene forma de proa vertical sin bulbo. Las dimensiones del casco son una eslora de 330 m, una manga de 60 m y un puntal de 30,5 m.

El sistema de potencia y propulsión cuenta con un motor principal MAN B&W 7G80ME-C9 con potencia de 26.890kW. Está conectado directamente a una hélice de paso fijo de diámetro de 10,4 m que gira a 72 rpm. La disposición le da al barco una velocidad de servicio de 14,5 nudos. con un consumo de combustible de 70,5 toneladas por día.

El Dijilah está equipado con una variedad de dispositivos y sistemas de ahorro de energía de *Samsung*. Incluido en estos son un bulbo de timón, un SAVER Fins y un SAVER Stator. Las aletas SAVER, que están unidas al casco, producen una serie de fuertes corrientes verticales que hacen que la entrada a la hélice sea distribuida y de manera más uniforme. Mientras tanto, el SAVER Stator mejora la eficiencia energética rotacional de la hélice. El barco también cuenta con un Monitoreo de desempeño En-Saver de Samsung y software de optimización de trimado.

A continuación, mostramos imágenes del buque:



Una vez especificados los detalles de nuestro buque de referencia en el siguiente apartado mostraremos una tabla resumen con todos los demás buques del mismo tipo y con los comenzaremos los primeros cálculos de este cuaderno.

1.3 Base de datos de nuestro buque.

NOMBRE	Lpp (m)	Lt (m)	D (m)	B (m)	T (m)	DWT (ton)
Dijilah	326.4	333	30.5	60	22.8	320500
Hunter Atlas	330	336	29.5	60	21.6	300300
Nissos Rhenia	327	333	30.4	60	22	318953
Almi Atlas	330	336	30.3	60	22.6	315221
Amphion	326.4	333	30.5	60	22.8	320784
DHT Bronco	327	333	30.4	60	22.6	317975
Amjad	322	333	29.4	60	21.6	298886
V. Trust	330	336	29.4	60	21.7	30100
BW Lotus	321.17	333	30.5	60	22.5	320141
DHT Opal	331	333	30.1	60	22.3	320105

Hay determinados valores que no podemos obtener ni de la revista *Significant Ships* ni de fuentes de internet, por lo menos para todos los buques que se ven en la tabla. Esos valores los aproximaremos siempre a los del buque de referencia Dijilah, del cual sí tenemos todos sus datos. Esos valores son el coeficiente de bloque, el desplazamiento, la potencia y el peso muerto:

C_B	0.78
Δ	364.700 ton
DWT	320500 ton
BKW	26890 kW

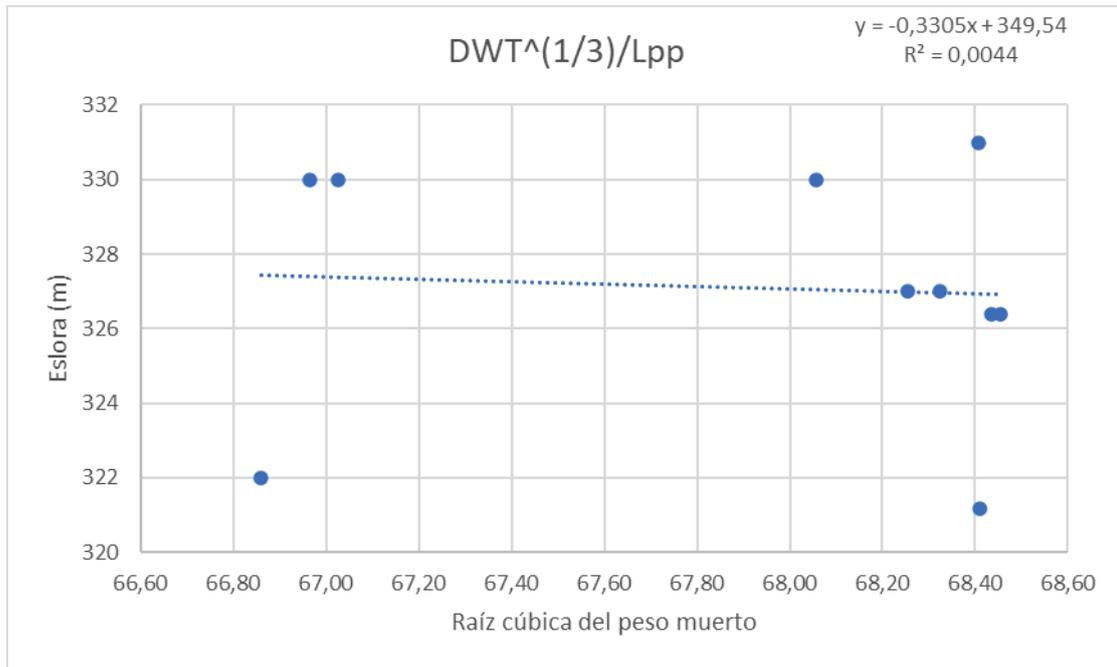
2 DIMENSIONAMIENTO

Este apartado será el proceso de cálculo que emplearemos para determinar el dimensionamiento inicial del buque. En él mostraremos las gráficas y fórmulas empleadas para calcular la eslora, la manga, el calado, el puntal y por último los resultados finales. Para alguna de las dimensiones calculadas no hay datos suficientes según nuestra base de datos por tanto serán menos precisas, aunque nos servirán igualmente para el planteamiento inicial de las dimensiones de nuestro barco. La base de datos es la siguiente:

NOMBRE	L _{pp} (m)	L _t (m)	D (m)	B (m)	T (m)	DWT (ton)
Dijilah	326.4	333	30.5	60	22.8	320500
Hunter Atlas	330	336	29.5	60	21.6	300300
Nissos Rhenia	327	333	30.4	60	22	318953
Almi Atlas	330	336	30.3	60	22.6	315221
Amphion	326.4	333	30.5	60	22.8	320784
DHT Bronco	327	333	30.4	60	22.6	317975
Amjad	322	333	29.4	60	21.6	298886
V. Trust	330	336	29.4	60	21.7	30100
BW Lotus	321.17	333	30.5	60	22.5	320141
DHT Opal	331	333	30.1	60	22.3	320105

2.1 Eslora.

En primer lugar, calcularemos la eslora entre perpendiculares (L_{PP}) de nuestro buque en función de las toneladas de peso muerto, que es nuestro dato de partida para el diseño. Teniendo en cuenta que nuestro dato de partida es de 300000 DWT y la gráfica siguiente que representará $DWT^{1/3}$ frente a la L_{PP} se obtiene que:



Con los gráficos de nuestra base de datos obtenemos la ecuación de nuestra eslora entre perpendiculares:

$$L_{pp} = -0.3305 x DWT^{\frac{1}{3}} + 349.59$$

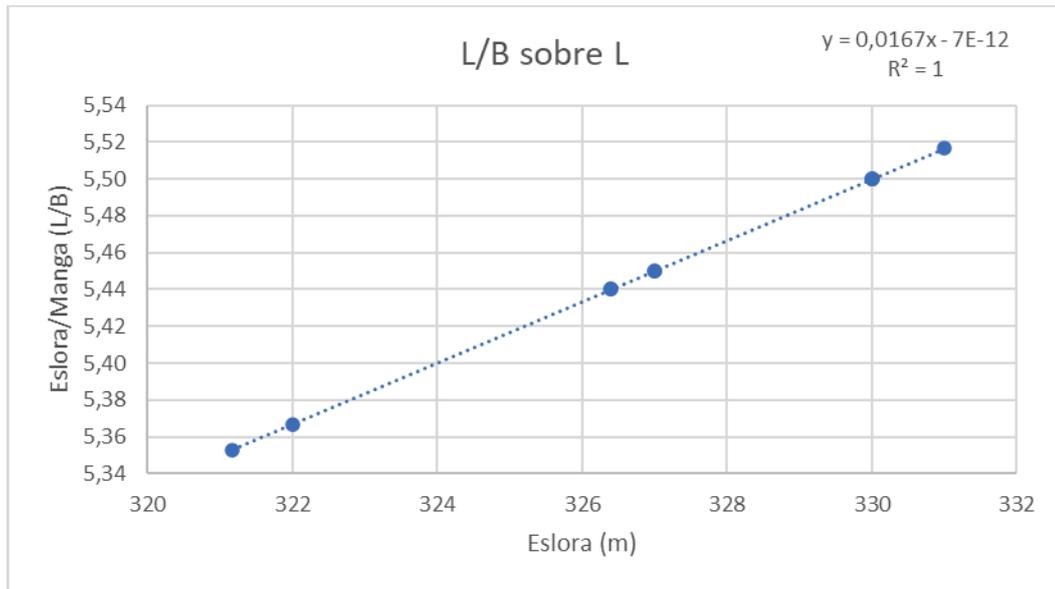
Como nuestro DWT es de 300000, obtenemos que nuestra eslora entre perpendiculares será:

$$L_{pp} = 327.465 \sim 327.5$$

Por tanto, nuestra medida de referencia para la eslora entre perpendiculares a partir de ahora será ésta.

2.2 Manga.

En este caso, para dimensionar la manga debemos calcular primero la relación eslora/manga adecuada. Para ello procedemos de forma análoga al cálculo de la eslora:



Por tanto, la ecuación resultante es:

$$\frac{L}{B} = 0.0167 \times L_{pp} - 7E^{-12}$$

Como nuestra esloira es de $L_{pp}=327.465$ nuestra manga será de:

$$\frac{L}{B} = 5.46$$



$$B = 59.97 \sim 60$$

La manga la aproximamos a 60 m dado que, si nos fijamos en el anexo de la base de datos, todos nuestros buques tienen una manga de 60 m. Esta limitación viene dada en muchos buques debido a las limitaciones del estrecho de Malaca (Malasia), el cual es un canal situado en los trayectos entre el golfo pérsico y China y sus condiciones de paso son 333 m de esloira, 60 m de manga y 20.5 m de calado. Dicho esto, nos ceñiremos a estas dimensiones como límites para nuestro buque

2.3 Calado.

Para hallar el calado de nuestro barco debemos hacer una media entre los dos calados correspondientes a los coeficientes de B/T y L/T, los cuales obtendremos mediante la base de datos del buque como los anteriores parámetros:

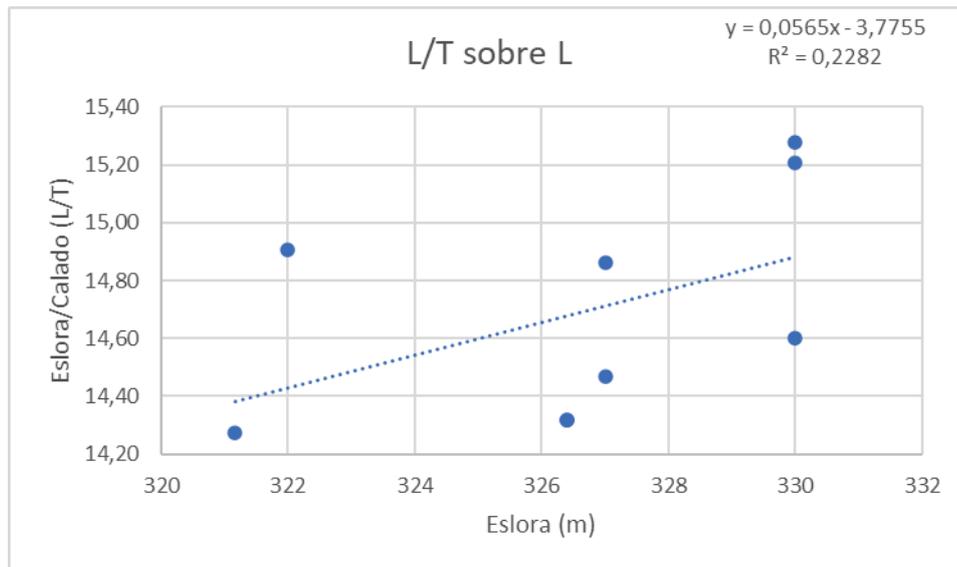
El gráfico de B/T sobre B será una línea vertical dado que la manga es la misma para todos los buques de nuestra base de datos. Por ello haremos simplemente la media de los valores del coeficiente y lo utilizaremos así.

$$\frac{B}{T} = 2.70$$

Por tanto, el primer valor de calado que obtenemos será:

$$T1 = \frac{B}{2.7} = \frac{60}{2.7} = 22.22m$$

Para el cálculo de L/T tenemos la siguiente gráfica:



Por tanto la ecuación de L/T queda como:

$$\frac{L}{T} = 0.0565 x Lpp - 3.7755$$

Como Lpp ya calculamos que será 327.465m, nos queda que:

$$\frac{L}{T} = 14.72$$

Por tanto:

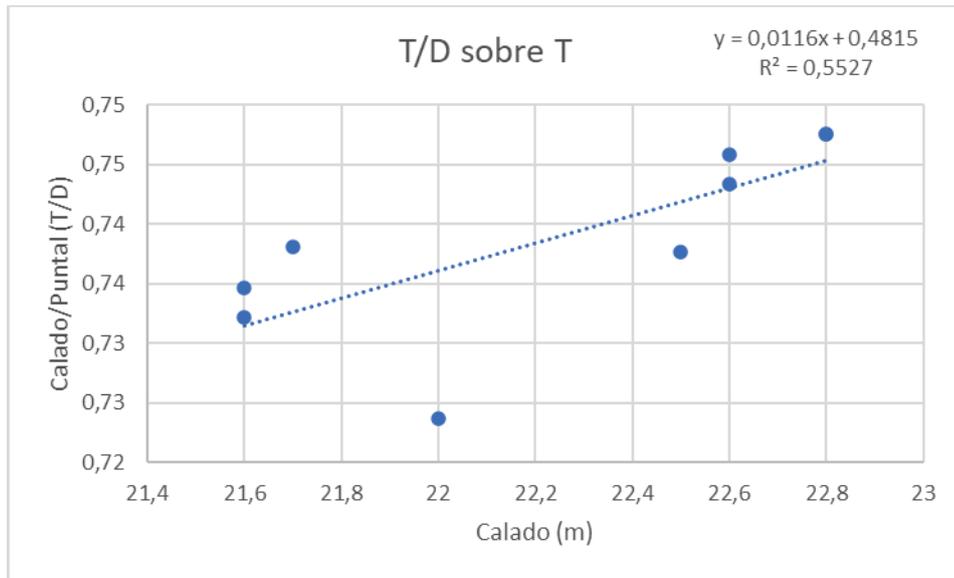
$$T2 = \frac{L}{14.720} = \frac{327.465}{14.72} = 22.24m$$

Por último, el paso final será hacer la media entre los dos valores de T calculados, lo cual evidentemente nos resultará en un calado medio de **T=22.23m**.

2.4 Puntal.

El puntal lo obtendremos de forma análoga al calado, pero con los coeficientes T/D, B/D y L/D.

La gráfica de T/D sobre T será:



Se obtiene pues la ecuación siguiente:

$$\frac{T}{D} = 0.0116 x T + 0.4815$$

Como nuestro calado es T=22.23m obtenemos que:

$$\frac{T}{D} = 0.739$$



$$D1 = 30.08m$$

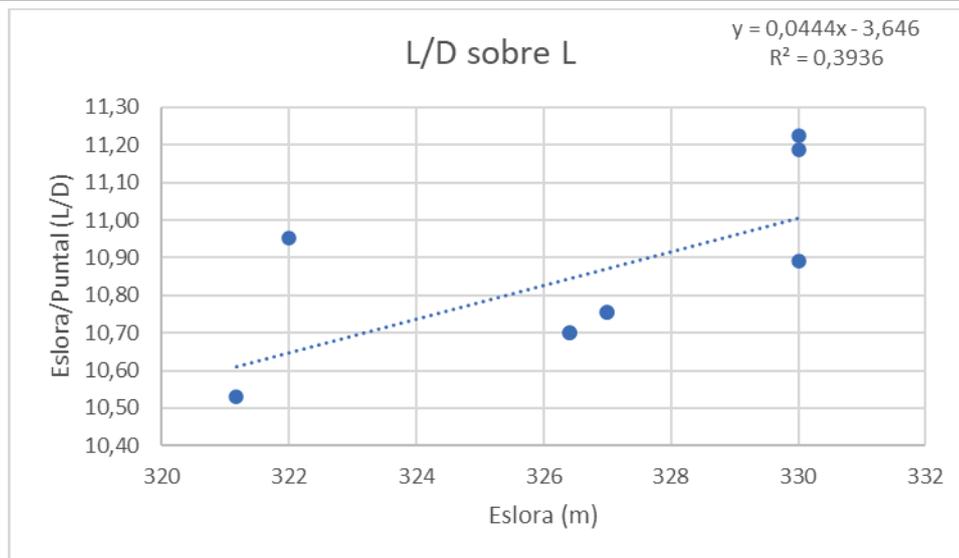
Por otro lado, la gráfica de B/D no la representamos directamente porque las mangas de nuestros buques de la base de datos son iguales, por tanto, haremos simplemente la media, que resulta como:

$$\frac{B}{D} = 1.99$$

Por tanto:

$$D2 = 30.15m$$

Por último, procedemos con la gráfica de L/D sobre L:



La ecuación queda como:

$$\frac{L}{D} = 0.0444 x L - 3.646$$

Como nuestra eslora es $L=327.465$ se obtiene:

$$\frac{L}{D} = 10.89$$

Por tanto:

$$D3 = 30.07m$$

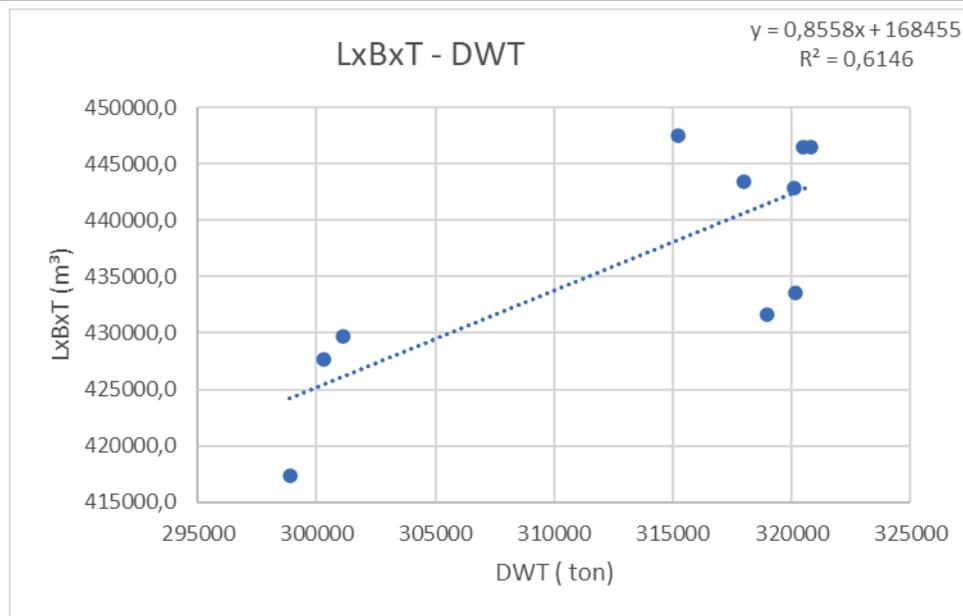
Dicho todo esto, nuestro puntal final será la media de los tres valores calculados, es decir, la media de $D1=30.08m$, $D2=30.15m$ y $D3=30.07m$.

Nuestro puntal final será:

$$D = 30.1m$$

2.5 Regresión LBT.

Esta regresión nos facilitará el parámetro LBT requerido para nuestro buque, que será el LBT mínimo que necesitaremos para el peso muerto de 300.000 toneladas.



Como se puede observar, la ecuación de la regresión será:

$$LBT = 0,8558 \times DWT + 168455$$

Nuestro peso muerto es un parámetro de diseño, serán 300.000 toneladas:

$$LBT_{requerido} = 425195 \text{ m}^3$$

Comprobamos pues, que nuestro LBT calculado con las dimensiones actuales sean superiores al requerido:

$$LBT_{REAL} = L \times B \times T = 327.5 \times 60 \times 22.23 = 436819,5 \text{ m}^3 > LBT_{requerido}$$

Por tanto, nuestro buque por el momento cumple los requerimientos necesarios.

2.6 Coeficiente de bloque.

Haremos el cálculo de coeficiente de Bloque como la media de tres valores independientes calculados por formulaciones universalmente aceptadas.

- En primer lugar, comenzaremos con la fórmula de Alexander:

$$CB = K - \frac{0.5 \times V_k}{\sqrt{L_f}}$$

Donde:

K = 1.03 para buques rápidos y K=1.12 para buques lentos.

V_k = velocidad del buque en nudos

L_f = eslora del buque en pies

En nuestro caso:

$$K = 1.12$$

$$V_k = 14.8$$

$$L_f = 327.47 \times 3.28084 = 1074 \text{ ft}$$

$$CB = 1.12 - \frac{0.5 \times 14.8}{\sqrt{1074}} = 0.894$$

- A continuación, utilizaremos la fórmula de la reunión de la R.I.N.A.:

$$CB = 0.968 - 0.269 \times \frac{v}{\sqrt{L}}$$

Donde:

V es la velocidad en m/s

L es la eslora entre perpendiculares en metros.

En nuestro caso:

$$v = 14.8 / 1.94384 = 7.6138 \text{ m/s}$$

$$L = 327.47 \text{ m}$$

$$CB = 0.968 - 0.269 \times \frac{7.6138}{\sqrt{327.47}} = 0.855$$

- Por último, utilizaremos la fórmula de Watson y Gilfillan:

$$CB = 0.7 + \frac{1}{8} \times \tan^{-1} \left(\frac{23 - 100 \times Fn}{4} \right)$$

Donde:

$$Fn = \frac{v}{\sqrt{g \times L}}$$

$$v = 7.6138 \text{ m/s}$$

$$g = 9.81 \text{ m/s}^2$$

$$L = 327.47 \text{ m}$$

Por tanto, el número de Froud será:

$$Fn = \frac{v}{\sqrt{g \times L}} = \frac{7.6138}{\sqrt{9.81 \times 327.47}} = 0.1343$$

Y el respectivo coeficiente de bloque:

$$CB = 0.7 + \frac{1}{8} \times \tan^{-1} \left(\frac{23 - 100 \times 0.1343}{4} \right) = 0.847$$

- Procedemos con el cálculo del valor final del coeficiente de bloque, haciendo una media de los tres calculados anteriormente:

$$CB_{final} = \frac{0.894 + 0.855 + 0.847}{3} = 0.865 \sim 0.87$$

2.7 Coeficiente de maestra.

Para el cálculo de este coeficiente recurrimos al libro "Proyectos de buques y artefactos" de Fernando Junco Ocampo, que lo define como:

$$Cm = 1 - 2 * Fn^4 \text{ si } 0 < Fn < 0,5$$

$$Cm = 0,75 - 2 * (1 - Fn^4) \text{ si } 0,5 < Fn < 1$$

Calculamos pues el número de Froude:

$$Fn = \frac{v}{\sqrt{g * L}} = \frac{7,6138}{\sqrt{9,81 * 327,5}} = 0,1343$$

Por tanto:

$$Cm = 1 - 2 * (0,1343)^4 = 0,9993$$

$$Cm = 0.99$$

2.8 Coeficiente prismático.

Su definición y cálculo es rápido y sencillo, simplemente es el cociente entre el coeficiente de bloque y el coeficiente de la maestra:

$$Cp = \frac{Cb}{Cm} = \frac{0.87}{0.99} = 0.88$$

$$Cp = 0.88$$

2.9 Resultados finales.

Finalmente se muestra una tabla resumen de la estimación inicial de las dimensiones de nuestro buque, que nos valdrán para comenzar el diseño del mismo.

DIMENSIONES INICIALES	
DWT	300000 ton
Lpp	327,5 m
B	60 m
T	22,23 m
D1	30,08 m
D2	30,15 m
D3	30,07 m
D	30,10 m
L*B*T _{requerido}	425195 m ³
L*B*T _{real}	436819,5 m ³
Lo	333 m (máximo)

PETROLERO VLCC DE 300.000 TPM

CUADERNO I: DIMENSIONAMIENTO. ELECCIÓN DE CIFRA DE MÉRITO, DEFINICIÓN DE ALTERNATIVAS Y SELECCIÓN DE LA MÁS FAVORABLE

PEDRO LEMOS GONZÁLEZ

Cb	0,87
Cm	0,99
Cp	0,88

3 PREDICCIÓN PRELIMINAR DE LA POTENCIA PROPULSORA.

Con los valores calculados hasta el momento vamos a hacer una primera aproximación de la potencia propulsora preliminar ajustándonos a la fórmula de Watson:

$$BHP = 0,889 \times \frac{\Delta^{\frac{2}{3}} \times \left(40 - \left(\frac{L}{61} \right) + 400 \times (K - 1)^2 - 12 \times Cb \right)}{15000 - 1,81 \times N \times \sqrt{L}} \times v^3$$

$v = 14,8$ Knots

$\Delta = Cb \times L \times B \times T \times 1,025 = 0,87 \times 327,5 \times 60 \times 22,23 \times 1,025 = 389533,79$ ton

K = constante de Alexander, cuya expresión es:

$$Cb = K - \left(0,5 \times \left(\frac{v}{\sqrt{3,28 \times L}} \right) \right)$$

$$K = 1.096$$

N = revoluciones por minuto del motor (cogemos 72rpm de nuestro buque de referencia; Dijilah)

Por tanto, la potencia propulsora preliminar de nuestro buque será:

$$BHP = 33897,63 \sim 34000 \text{ HP}$$

$$BKW = BHP \times 0.7457 = 25353,8 \text{ KW}$$

4 ESTIMACIÓN DE LOS PESOS DEL BUQUE.

En este apartado se va a calcular el peso muerto PM y en rosca PR del buque. Para dicho cálculo necesitaremos datos de nuestro buque de referencia, el DIJILAH, que podemos encontrar en el anexo de la base de datos. Se seguirá íntegramente el libro de Proyectos de Buques y Artefactos del profesor Fernando Junco Ocampo.

4.1 Peso muerto (PM ó DWT).

Como ya se sabrá, nuestro peso muerto de diseño es de 300.000 toneladas, por lo que a partir de este dato debemos hacer una estimación del total de las partidas en las que se compone el mismo. El peso muerto se divide en:

- Carga útil.
- Consumos.
- Tripulación.
- Pertrechos.

4.1.1 Consumos.

Como sabemos de la RPA, nuestro buque se diseñará para una autonomía total de 18.000 millas a la velocidad de servicio de 14,8 nudos. A partir de esos datos calcularemos el peso de los combustibles, de aceites, de agua dulce y de víveres.

4.1.1.1 Combustibles.

Para esta parte del diseño, se utilizará como combustible únicamente el HFO, pues el LNG se utilizará únicamente para movilidad a puerto y otros casos puntuales. El consumo específico de un motor lento se puede aproximar según el catálogo de motores de MAN a 171 g/kW*h. Por tanto:

$$\text{Consumo HFO Principal} = \frac{18000}{14,8} \times 171 \times 25353,8 \times \frac{1}{10^6} \times 0,85 = 4481,97 \text{ ton}$$

$$\text{Consumo total de HFO} = 4482 \text{ ton}$$

Como se dice en la RPA, nuestro buque dispondrá de combustible LNG, en esta fase de diseño preliminar se establece que el consumo de LNG se asumirá a los trayectos de puerto y de paso por el estrecho de Malaca, que como se verá luego más detalladamente en el cuaderno 4 (donde ya sabemos las propiedades técnicas del motor en detalle), corresponden a un trayecto aproximado máximo de 758 millas (1220 km).

Dicho esto, y como ya se explicará en detalle más adelante, la capacidad de combustible tipo LNG de nuestro buque será de 343 m³, lo cual corresponde a un peso de 154,21 toneladas.

$$\text{Consumo total de LNG} = 154,21 \text{ ton}$$

4.1.1.2 Aceite.

Para estimar el consumo de aceite se utilizará el 3% del total de combustible empleado, es decir:

$$\text{Consumo Aceite} = 3\% \times \text{Consumo total de HFO}$$

$$\text{Consumo Aceite} = 134,46 \text{ ton}$$

4.1.1.3 Agua dulce.

El agua dulce la consumirá principalmente la tripulación, se estima mediante la siguiente expresión:

$$\text{Consumo Agua Dulce} = 100 \text{ litros} \times \text{tripulación} \times \frac{\text{autonomía}}{\text{velocidad} \times \text{hora}}$$

$$\text{Consumo Agua Dulce} = 100 \times 30 \times \frac{18000 + 758}{14,8 \times 24} = 158429,05 \text{ litros}$$

$$\text{Consumo Agua Dulce} = 158.429,05 \text{ litros} \sim 158 \text{ ton}$$

4.1.1.4 Víveres.

Se estima recomendable un consumo de 5 kg por persona de víveres según el libro Proyectos del buque para buques mercantes. Por tanto:

$$\text{Consumo víveres} = 5 \times \text{tripulación} \times \frac{\text{autonomía}}{\text{velocidad} \times \text{horas}}$$

$$\text{Consumo víveres} = 5 \times 30 \times \frac{18000 + 758}{14,8 \times 24} = 7921,45 \text{ kg}$$

$$\text{Consumo víveres} = 7921,4 \text{ kg} \sim 7,9 \text{ ton}$$

4.1.1.5 Peso total de consumos.

La suma de todas las partidas será:

$$\text{Peso Consumos} = 4482 + 154,21 + 134,46 + 158 + 7,9$$

$$\text{Peso Consumos} = 4936,57 \text{ ton}$$

4.1.2 Tripulación.

Para estimar el peso de la tripulación estimamos un peso por persona de 125 kg, por tanto, teniendo en cuenta que son 30 tripulantes:

$$\text{Peso Tripulación} = 125 \times 30 = 3750 \text{ kg} = 3,75 \text{ ton}$$

4.1.3 Pertrechos.

Según lo visto en la asignatura de proyectos, esta partida puede variar entre 10 y 100 toneladas según el tamaño del buque. En nuestro caso, dado que estamos hablando de un buque VLCC, cogeremos un valor acorde con el tamaño de 80 toneladas.

4.1.4 Carga útil.

La carga útil final se puede deducir fácilmente a partir de todos los cálculos anteriores, solo tenemos que restar los pesos anteriores al valor de peso muerto de diseño de nuestro buque:

$$\text{Carga Útil} = \text{Peso Muerto} - \text{Peso Consumos} - \text{Peso Tripulación} - \text{Peso Pertrechos}$$

$$Carga \text{ Útil} = 300.000 - 4936,57 - 3,75 - 80$$

$$Carga \text{ Útil} = 294.979,68 \text{ ton}$$

4.2 Peso en rosca (PR).

El peso en rosca se compone a su vez de:

$$PR = P_{\text{aceros}} + P_{\text{máquinas}} + P_{\text{equipos}}$$

En primer lugar, calculamos el peso de los aceros (P_{aceros}):

$$P_{\text{aceros}} = k \times L \times B \times D \times \left(\frac{L}{D}\right)^{\frac{1}{2}}$$

Siendo $k=0.03$ y con los datos hasta ahora calculados tenemos que:

$$P_{\text{aceros}} = 0.03 \times 327,5 \times 60 \times 30,10 \times \left(\frac{327,5}{30,10}\right)^{\frac{1}{2}}$$

$$P_{\text{aceros}} = 58529,22 \text{ ton}$$

Procedemos con el cálculo del peso de las máquinas ($P_{\text{máquinas}}$):

$$P_{\text{máquinas}} = 9,38 \times \left(\frac{BHP}{n}\right)^{0,84} + 0,59 \times BHP^{0,7}$$

Con los datos calculados anteriormente se obtiene que:

$$P_{\text{máquinas}} = 9,38 \times \left(\frac{25353,8}{72}\right)^{0,84} + 0,59 \times 25353,8^{0,7}$$

$$P_{\text{máquinas}} = 2006,50 \text{ ton}$$

Por último, se puede estimar los pesos de los equipos (P_{equipos}) con la siguiente expresión:

$$P_{\text{equipos}} = 0,045 \times L^{1,3} \times B^{0,8} + D^{0,3}$$

$$P_{\text{equipos}} = 0,045 \times 327,5^{1,3} \times 60^{0,8} + 30,10^{0,3}$$

$$P_{\text{equipos}} = 2218,46 \text{ ton}$$

Por tanto, el peso en rosca de nuestro buque será:

$$PR = 62754,18 \text{ ton}$$

Calculado el peso en rosca inicial de nuestro buque, debemos aplicar un factor de corrección (K) para ser más precisos en el cálculo del mismo. Para hallar dicho factor de corrección debemos saber el peso en rosca (44200 ton) de nuestro buque de referencia. Así pues, el factor de corrección será:

$$K = \frac{PR_{real}}{P_{Restimado}}$$

El peso en rosca estimado de nuestro buque de referencia (DIJILAH) según las fórmulas anteriores sería:

$$P_{Paceros}^* = 58620,25 \text{ ton}$$

$$P_{máquinas}^* = 2101,99 \text{ ton}$$

$$P_{equipos}^* = 2208,79 \text{ ton}$$

$$P_{Restimado} = 62931,03 \text{ ton}$$

Por tanto, el factor de corrección quedará como:

$$K = \frac{44200}{62931,03} = \frac{44200}{62931,03} = 0,7024$$

Así pues, habrá que multiplicar este factor por el peso en rosca calculado inicialmente, obteniendo la estimación final del peso en rosca de nuestro buque. Por tanto:

$$PR_{final} = 0,7024 \times PR$$

$$PR_{final} = 0,7024 \times 62754,18$$

$$PR_{final} = 44078,53 \text{ ton}$$

Como nuestro peso muerto es un parámetro de diseño (300000 ton) procedemos a calcular el desplazamiento:

$$\Delta = 44078,53 + 300000$$

$$\Delta = 344078,53 \text{ ton}$$

Además, habrá que corregir nuestro calado:

$$T = \frac{\Delta}{L \times B \times Cb \times 1,025}$$

$$T = 19,64 \text{ m}$$

Como:

$$T_{CORRECCIÓN} = 19,64 \text{ m} < 22,23 = T_{REAL}$$

PETROLERO VLCC DE 300.000 TPM

CUADERNO I: DIMENSIONAMIENTO. ELECCIÓN DE CIFRA DE MÉRITO, DEFINICIÓN DE ALTERNATIVAS Y SELECCIÓN DE LA MÁS FAVORABLE

PEDRO LEMOS GONZÁLEZ

Por tanto, estamos por encima del calado mínimo para que el desplazamiento correspondiente cumpla.

Se verá más adelante que el calado definitivo será de 22 metros.

5 ELECCIÓN DE CIFRA DE MÉRITO Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVA.

5.1 Introducción.

Para decidir cuál de las alternativas es la más favorable tenemos que hacer un proceso de evaluación económica en el cual la alternativa que menos costes genere será la que se elija. Para ello, primero debemos hacer la elección de la cifra de mérito. Los criterios más usados son:

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

Para el presente caso se elegirá como cifra de mérito el coste de construcción, cuya principal ventaja es la fiabilidad del método, pues tiene pocos elementos aleatorios. Así pues, la alternativa más favorable será aquella en la que el coste de construcción sea mínimo.

5.2 Coste de construcción.

Basándonos en el libro “Proyectos de buques y artefactos. Criterios de evaluación técnica y económica del proyecto de un buque” de Fernando Junco Ocampo, el coste se calculará como:

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

Donde:

CMg: coste de los materiales a granel.

CEq: coste de los equipos del buque.

CMo: coste de mano de obra.

CVa: costes varios

Procedemos a calcularlos a continuación.

5.2.1 Coste de los materiales a granel.

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

Donde:

cmg: coeficiente de coste del material a granel (básicamente chapas y perfiles de acero).

ccs: coeficiente ponderado de las chapas y perfiles de distintas calidades de acero. Se toma un valor de 1.30 ya que se utiliza un acuerdo de alta resistencia en más del 50% del total de la construcción.

PS: peso de aceros del buque.

cas: coeficiente de aprovechamiento del acero en relación con el pedido de materiales PES BRUTO/PESO NETO ($1.08 < cas < 1.15$). El valor más pequeño se asocia a buques más grande, por ello escogemos 1.08.

cem: coeficiente de incremento por equipo metálico incluido en la estructura tales como tecele, registros escotilla, barandillas, etc ($1.03 < cem < 1.10$). De forma análoga al coeficiente anterior cogemos 1.03.

ps: precio unitario del acero para referencia (600 €/ton para acero de calidad normal grado A, dato 2008).

$$PS = 0,034 \times L \times B \times D \times \left(\frac{L}{D}\right)^{0,5}$$

$$PS = 0,034 \times 327,5 \times 60 \times 30,1 \times \left(\frac{327,5}{30,1}\right)^{0,5}$$

$$PS = 66333,112 \text{ ton}$$

Obtenido el valor de PS procedemos a calcular el coste de los materiales a granel:

$$CMg = 1,30 \times 1,08 \times 1,03 \times 600 \times 66333,112$$

$$CMg = 57.555.383,96 \text{ €} \sim 57,55 \text{ M €}$$

5.2.2 Coste de los equipos CEq y de su montaje CMe.

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

Donde:

CEc: coste de los equipos y manipulación de la carga, montaje incluido. Carecemos de fórmula para calcular este coste, aunque como en principio no varía según las dimensiones del buque, podemos ignorarlo y calcular la diferencia de costes.

CEp: coste de los equipos de propulsión, de sus auxiliares y su montaje.

$$CEp = cep \times BP$$

Donde $300 < cep < 400$. Tomamos un valor medio de 350 KW.

$$CEp = 350 \times 25353,8 = 8.873.830 \text{ €} \sim 8,87 \text{ M€}$$

CHf: coste de la habilitación y fonda incluido su montaje.

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

Donde:

chf: coeficiente unitario de la habilitación por tripulante (aquí será de 35000 €/tripulante).

nch: coeficiente de nivel de calidad de la habilitación ($0.9 < nch < 1.20$), en este caso elegimos la calidad máxima de 1,20.

NT: número de tripulantes (30 tripulantes).

Así pues:

$$CHf = 35000 \times 1,20 \times 30 = 1.260.000 \text{ €} \sim 1,26 \text{ M €}$$

CEr: coste de equipo restante.

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

Donde:

ccs = 1,30

ps = 600 €/ton

Per: peso de equipos restantes.

$$PEr = K \times Lpp^{1,3} \times B^{0,8} \times D^{0,3} \text{ con } (K = 0.04)$$

$$PEr = 0.04 \times 327.5^{1,3} \times 60^{0,8} \times 30.1^{0,3} = 5469,22 \text{ ton}$$

Por tanto:

$$CEr = 1,30 \times 600 \times 5469,22 = 4.265.991,6 \text{ €} \sim 4,27 \text{ M€}$$

Finalmente, el coste de los equipos del buque y su montaje será:

$$CEq + CMe = 0 + 8.873.830 + 1.260.000 + 4.265.991,6$$

$$CEq + CMe = 14.399.821,6 \sim 14,4 \text{ M€}$$

5.2.3 Coste de la mano de obra CMo.

$$CMo = CMm + CMe$$

Donde:

CMm: coste de la mano de obra de montaje del material a granel.

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

chm: coste horario medio del astillero. Se tomará un valor medio de 30€/hora.

csh: coeficiente de horas por unidad de peso (20/30<chm<80/100 HORAS/TONELADA). Se toma un valor de 50h/t.

$$CMm = 30 \times 50 \times 66333,112$$

$$CMm = 99.499.668 \text{ €} \sim 99,5 \text{ M€}$$

CMe: coste de la mano de obra de montaje de los equipos e instalaciones del buque. Ya lo calculamos anteriormente.

Por tanto:

$$CMo = CMm = 99.499.668 \text{ €} \sim 99,5 \text{ M€}$$

5.2.4 Costes varios aplicados CVa.

En estos costes se incluyen los costes que no se han incluido anteriormente como los ensayos en canal, seguros, etc. Los calcularemos a partir de la siguiente fórmula:

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

Donde:

cva: corresponde al porcentaje aplicable sobre el coste total de construcción, en este caso será de un 7,5% .

Por tanto:

$$CVa = 0,075 \times (57.555.383,96 + 14.399.821,6 + 99.499.668)$$

$$CVa = 12.859.115,52 \text{ €} \sim 12,86 \text{ M€}$$

5.2.5 Coste final de construcción.

Calculados todos los costes especificados en el libro de Fernando Junco Ocampo mencionado anteriormente, el coste de construcción definitivo será:

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

$$CC = 57.555.383,96 + 14.399.821,6 + 99.499.668 + 12.859.115,52$$

$$CC = 184.313.989,1 \text{ €} \sim 184,3 \text{ M€}$$

5.3 Variación de las dimensiones.

Para variar las dimensiones y generar las alternativas entre las cuales escogeremos la más favorable debemos modificar las dimensiones principales del buque hasta encontrar aquella que se ajuste a nuestras limitaciones y tenga el coste menor. Para ello nos apoyamos

en una tabla que hemos generado en Excel que nos ayudará a hacer los cálculos de forma más rápida y eficiente.

Con respecto a nuestras limitaciones, la primera será que los valores de las relaciones dimensionales estén dentro de los límites calculados para nuestros buques de la base de datos, se presentan a continuación:

	L/B	B/T	L/T	T/D	B/D	L/D	LxBxT
MAX	5,52	2,78	15,28	0,75	2,04	11,22	447480
MIN	5,35	2,63	14,27	0,72	1,97	10,53	425195

Una vez se cumpla la primera condición de límites adimensionales, la siguiente condición será la definitiva, es decir, como ya hemos dicho en el primer apartado de la elección de la cifra de mérito, la alternativa que se escogerá será aquella cuyo coste de construcción total sea el mínimo y que a su vez cumpla que el parámetro LBT sea mayor que el requerido calculado en el apartado 2.5 del presente cuaderno (425195 m³).

Para cada alternativa se calcularán una serie de parámetros según las siguientes fórmulas:

- Desplazamiento.

$$\Delta = C_B \times L \times B \times T \times 1.025$$

- Peso de aceros.

$$P_{\text{aceros}} = k \times L \times B \times D \times \left(\frac{L}{D}\right)^{\frac{1}{2}}$$

- Peso de máquinas.

$$P_{\text{máquinas}} = 9,38 \times \left(\frac{BHP}{n}\right)^{0,84} + 0,59 \times BHP^{0,7}$$

- Peso de equipos.

$$P_{\text{equipos}} = 0,045 \times L^{1,3} \times B^{0,8} + D^{0,3}$$

- Peso en rosca.

$$PR = P_{\text{aceros}} + P_{\text{máquinas}} + P_{\text{equipos}}$$

- Costes según las fórmulas vistas en el apartado anterior.

- Potencia efectiva.

$$BKW = \text{Factor de potencia} \times \Delta^{\frac{2}{3}}$$

Donde:

$$\text{Factor de potencia} = \frac{POTENCIA_{\text{BUQUE DE REFERENCIA}}}{(L_{REF} \times B_{REF} \times T_{REF} \times 1,025)^{\frac{2}{3}}}$$

$$\text{Factor de potencia} = \frac{26890}{(326,4 \times 60 \times 22,8 \times 1,025)^{\frac{2}{3}}} = 4,53$$

5.4 Elección de la alternativa más favorable.

Una vez hecho el Excel y jugando con las dimensiones se obtienen un total de 4704 alternativas distintas. El método empleado ha sido variar las dimensiones de eslora y puntal en un 10% del valor original calculado en apartados anteriores y un 3% con respecto al coeficiente de bloque. Además, cabe destacar que no hemos modificado la manga dado que la limitación del canal de Maraca lo limita a 60 m como máximo, lo dejaremos así para aprovechar el máximo de espacio limitado.

A mayores, se debe mencionar que las restricciones mencionadas en el apartado anterior eran demasiado restrictivas, por tanto, tuvimos que reducirlas notablemente a lo siguiente:

	L/B	B/T	L/D	LxBxT
MAX	5,52	3,50	11,22	447480
MIN	5,35	2,00	10,53	425195

Tras modificar las restricciones y siendo más flexivos en cuanto a los valores limitadores nos encontramos con 28 alternativas que cumplen las condiciones anteriores. Entre ellas, 16 cumplen nuestra condición de peso muerto, es decir, que la resta del desplazamiento menos el peso en rosca sea mayor que nuestro peso muerto de diseño, que es de 300.000 toneladas.

Si nos centramos en el coste de construcción, lo cierto es que entre la alternativa más barata y la más cara hay a lo sumo 5 millones de euros de diferencia, lo cual en las cantidades que nos movemos no parece ser un factor tan importante (el precio medio de estos buques sobrepasa los 150 millones de euros). Además, teniendo en cuenta que la media de eslora entre perpendiculares de nuestra base de datos se aproxima a 325 metros de eslora, elegiremos las que se encuentren en esta categoría, reduciendo el número de alternativas a solamente seis.

Finalmente, entre las seis alternativas restantes no hay grandes diferencias y nos ceñiremos estrictamente al coste de construcción final mínimo y al coeficiente de bloque más próximo al de nuestro buque de referencia (0.80 en el caso del DIJILAH), el cual corresponde a la alternativa número 3048.

A continuación, pondremos todos los datos calculados en Excel de la alternativa escogida:

L	325 m	L/B	5,42
B	60 m	B/T	2,73
D	29 m	L/T	14,77
T	22 m	T/D	0,76
Cb	0,83	B/D	2,07
Cm	0,86	L/D	11,21
Cp	0,96	LxBxT	429000 m ³

PETROLERO VLCC DE 300.000 TPM

CUADERNO I: DIMENSIONAMIENTO. ELECCIÓN DE CIFRA DE MÉRITO, DEFINICIÓN DE ALTERNATIVAS Y SELECCIÓN DE LA MÁS FAVORABLE

PEDRO LEMOS GONZÁLEZ

Δ	363265,99 ton	BKW	23051,57 kW
Prozca	60850,84 ton	CC	154.879.283 €

La comprobación de condición de peso muerto es la siguiente:

$$\Delta - P_{ROSCA} > P_{MUERTO}$$
$$363.265,99 - 60.850,84 > 300.000$$
$$302.415,15 > 300.000 ; \text{Cumple!}$$

6 COMPROBACIÓN DEL FRANCOBORDO.

El francobordo se define como la distancia vertical, medida en la sección media del buque, entre el borde superior de la línea de cubierta y el borde superior de la línea francobordo.

Para calcularlos acudimos al “Convenio internacional sobre líneas de carga de 1966 y protocolo de 1988”. En ellos se precisan los cálculos simplificados para la comprobación del francobordo. Sin embargo, nosotros nos apoyaremos en un documento Excel de la asignatura de Proyectos del Buque y Artefactos Marinos I, la cual a partir de ciertos datos de nuestra alternativa elegida, nos dirá qué reglas aplicar y cuales no.

Nuestro buque es de tipo A, pues se engloba dentro de la categoría de transporte de cargas líquidas a granel. Los datos del buque son:

L	325 m	L/B	5,42
B	60 m	B/T	2,73
D	29 m	L/T	14,77
T	22 m	T/D	0,76
Cb	0,83	B/D	2,07
Cm	0,86	L/D	11,21
Cp	0,96	LxBxT	429000 m ³
Δ	363265,99 ton	BKW	23051,57 kW
Proscia	60850,84 ton	CC	154.879.283 €

La superestructura se considera una caseta, con lo cual no se incluye en el cálculo del francobordo.

6.1 Cálculo simplificado por medio de tablas y fórmulas.

Si acudimos a las tablas del convenio ya mencionado en este apartado vemos que, dada nuestra eslora de 325m, nuestro francobordo tabular correspondiente será:

$$FBT = 3345 \text{ mm}$$

La tabla de donde sale el dato se presenta a continuación:

Eslora del buque (metros)	Francobordo (milímetros)	Eslora del buque (metros)	Francobordo (milímetros)	Eslora del buque (metros)	Francobordo (milímetros)
240	2946	277	3163	314	3312
241	2953	278	3167	315	3315
242	2959	279	3172	316	3318
243	2966	280	3176	317	3322
244	2973	281	3181	318	3325
245	2979	282	3185	319	3328
246	2986	283	3189	320	3331
247	2993	284	3194	321	3334
248	3000	285	3198	322	3337
249	3006	286	3202	323	3339
250	3012	287	3207	324	3342
251	3018	288	3211	325	3345
252	3024	289	3215	326	3347
253	3030	290	3220	327	3350
254	3036	291	3224	328	3353
255	3042	292	3228	329	3355
256	3048	293	3233	330	3358
257	3054	294	3237	331	3361
258	3060	295	3241	332	3363
259	3066	296	3246	333	3366
260	3072	297	3250	334	3368
261	3078	298	3254	335	3371
262	3084	299	3258	336	3373
263	3089	300	3262	337	3375
264	3095	301	3266	338	3378
265	3101	302	3270	339	3380
266	3106	303	3274	340	3382

Tabla A del Convenio internacional de líneas de carga de 1966.

Ahora tendremos que aplicar una serie de correcciones, obviaremos la corrección por eslora menor de 100 m porque nuestro buque mide 322 m y la corrección por arrufo dado que no existe superestructura cerrada en el centro del buque.

6.1.1 Corrección por coeficiente de bloque.

La condición para aplicar esta corrección es que el 85% del coeficiente de bloque del buque sea mayor que 0.68.

Para hacer la comprobación se utiliza la siguiente ecuación:

$$FB(C_B) = FB \times C1 = FB \times \left(\frac{C_B + 0,68}{1,36} \right)$$

$$C1 = 1,11$$

$$FB(C_B) = 3345 \times 1,11 = 3712,95 \text{ mm}$$

6.1.2 Corrección por puntal.

Si el puntal de nuestro buque excede L/15, se deberá aplicar la siguiente corrección:

$$C2 = \left(D - \frac{L}{15} \right) * R$$

Donde:

R= 250 mm (para esloras mayores de 120 m)

En nuestro caso se cumple que D es mayor que L/15, por tanto, se aplica la corrección.

$$C2 = \left(29 - \frac{325}{15} \right) * 250$$

$$C2 = 1833,33 \text{ mm}$$

6.1.3 Corrección por superestructuras.

Basándonos en nuestro buque de referencia podemos suponer que le eslora efectiva de la superestructura es aproximadamente un 10% de la eslora total del barco, por tanto, según las tablas del convenio para buques de tipo A:

Porcentaje de reducción para buques de tipo "A"

	Longitud efectiva total de superestructuras y troncos										
	0	0,1 L	0,2 L	0,3 L	0,4 L	0,5 L	0,6 L	0,7 L	0,8 L	0,9 L	1,0 L
Porcentaje de reducción para todos los tipos de superestructuras	0	7	14	21	31	41	52	63	75,3	87,7	100

Por tanto, nuestro porcentaje de reducción será del 7% del francobordo según el convenio.

$$C3 = 0.07 * 3345 = 234,15 \text{ mm}$$

6.2 Francobordo de Verano.

Ahora ya podemos calcular nuestro francobordo total de verano, lo cual haremos ajustando el inicial calculado y aplicando las correcciones anteriores.

$$FB = (FBT \times C1) + C2 - C3$$

$$FB = (3345 \times 1,11) + 1833,33 - 234,15$$

$$FB_{\text{verano}} = 5312,13 \text{ mm}$$

Por tanto, el calado de verano será:

$$T_{\text{verano}} = D + 0,02 - FB = 29 + 0,02 - 5,312 = 23,708 \text{ m}$$

El coeficiente de flotación:

$$C_{\text{flotación}} = \frac{1 + 2 \times C_B}{3} = 0,886$$

Se adjunta a continuación la tabla del Excel mencionada en la introducción de este apartado.

INTERNATIONAL CONVENTION ON LOAD LINES 1966/1988						
Moulded Breadth (B)				60	m	
Least Moulded Depth				29	m	
85% Least Moulded Depth				24,65	m	
Freeboard deck thickness at side				10	mm	
Freeboard Depth (D)				29,01	m	
Lenght of the waterline at 24,65 m of depth				325	m	
Lenght betw. Perp. at 24,65 m of depth				325	m	
Freeboard Lenght (L)				325	m	
Volume without appendages at 24,65 m of depth				398960,25	m ³	
Block coefficient				0,83		
Recess in freeboard deck, side to side, of				0	m < 1m	
<i>Upper line of the exposed deck is the freeboard deck</i>						

PETROLERO VLCC DE 300.000 TPM

CUADERNO I: DIMENSIONAMIENTO. ELECCIÓN DE CIFRA DE MÉRITO, DEFINICIÓN DE ALTERNATIVAS Y SELECCIÓN DE LA MÁS FAVORABLE

PEDRO LEMOS GONZÁLEZ

R-27 Types of ships						Applicable
Type of ship (A,B,Br,B60)						A
R-28 Tabular Freeboard						Applicable
<i>Table</i>						
<i>L</i>		<i>freeboard</i>		<i>L</i>		<i>freeboard</i>
325		3345		325		3345
325		3345				R-28 3345
R-29 Correction for ships under 100 m in length						Not Applicable
Effective length of superstructure (E)						23 m
Length of trunks						0 m
Effective length of superstructure (E1)						23 m
						R-29
R-30 Correction for block coefficient						Applicable
R-28 3345		Factor		1,1103		
R-29						
<i>freeboard</i> 3345						R-30 369
R-31 Correction for depth						Applicable
Enclosed superstructure length						23 m <0.6*L
Height of superstructure						2,5 m
Standard Height						1,7 m
R 250		Standard Height correction		1		
Correction 1836						R-31 1836
R-32 Correction for position of deck line						Not Applicable
						R-32
R-32.1 Correction for recess in freeboard deck (not side to side)						Not Applicable
Volume of the recess						m ³
Waterplane area at 24,65 m draft						m ²
						R-32.1
R-33 Standard height of superstructure (in m)						Applicable
		<i>Raised quarterdeck</i>		<i>All Other superstructures</i>		
		1,8		2,3		
R-34/35 Effective length of superstructure (in m)						Applicable
<i>Superstructure</i>	<i>Length (S)</i>	<i>Sup. br. (b)</i>	<i>Ship br. (Bs)</i>	<i>Height</i>	<i>Effective Length (E)</i>	
Forecastle	23,000	60,000	60,000	2,500	23,000	
center						
Poop						
<i>Raised quarterdeck</i>	<i>Length (S)</i>	<i>Sup. br. (b)</i>	<i>Ship br. (Bs)</i>	<i>Height</i>	<i>Effective Length (E)</i>	

PETROLERO VLCC DE 300.000 TPM

CUADERNO I: DIMENSIONAMIENTO. ELECCIÓN DE CIFRA DE MÉRITO, DEFINICIÓN DE ALTERNATIVAS Y SELECCIÓN DE LA MÁS FAVORABLE

PEDRO LEMOS GONZÁLEZ

R-39.1 Minimum bow height				Applicable	
Waterplane area forward of L/2 at draught d1 (Awf)		889,31 m ²			
L	325	d1	24,65		
B	60	Cb	0,83		
		Cwf	0,89		
Minimum bow height (Fb)		6728 mm			
Bow depth corrected for R39		31,5 m			
Minimum bow height freeboard		4238 mm			
Salt water freeboard		6766 mm		R-39.1	0
R-39.2 Reserve of buoyancy				Not Applicable	
F0	3345	mm			
f1	1,1103				
f2	1836	mm			
fmin	5550	mm			
Minimum projected area		m ²			
Actual projected area		110,45 m ²			
Freeboard correction		0 mm		R-39.2	0
R-40 Minimum freeboards				Applicable	
Minimum freeboard without R-32		50 mm			
R-28	3345	mm	Freeboard in Salt Water	6766	mm
R-29		mm			
R-30	369	mm	Minimum Summer Freeboard	6766	mm
R-31	1836	mm	Maximum Summer Draught	22244	mm
R-32.1		mm			
R-37	162	mm	Maximum Scantling Draught	23000	mm
R-38	1054	mm	Maximum Stability Draught	23000	mm
Sum	6766	mm			

Podemos comprobar que, según la hoja Excel, el francobordo mínimo de verano es de 6.766 mm y el calado máximo de verano es de 22.244 mm. Por tanto, podemos confirmar que para nuestro calado de diseño (T=22 m) se cumplen los criterios de francobordo.

7 ESTIMACIÓN DE LA POTENCIA PROPULSORA Y ELECCIÓN DE MOTOR.

Para la estimación de la potencia final del motor usaremos el programa NavCad, donde introduciremos los parámetros de nuestro buque y el propio programa nos estimará la misma. Dado que estamos en una fase preliminar de diseño muchos de los datos del programa serán estimados por la propia base de datos del programa (en la mayoría de los casos escogeremos el método de estimación de Holtrop).

Los datos que introduciremos en el programa son:

DATOS GENERALES	
Eslora Total	333 m
Eslora en la flotación	325 m
Eslora entre perpendiculares	325 m
Manga máxima de flotación	60 m
Puntal a cubierta principal	29 m
Desplazamiento	363.265,99 ton
Superficie mojada	27.585,1 m ² (estimación HOLTROP)
Área de flotación	14.345,3 m ² (estimación SERIES B)
LCB	162,5 m (Mid-LWL)
LCF	162,5 m
Semi-ángulo de entrada	17,30 ° (estimación HOLTROP)
Forma de popa	U
Forma de proa	U
Velocidad de diseño	14,8 nudos
Factor de forma del casco	1,259 (estimación HOLTROP)
BULBO	
Área transversal	0 m ²
Nariz longitudinal	0 m
Altura del centro desde la flotación	0 m
ESTAMPA	
Área mojada de estampa	0 m ²
Manga de estampa en la línea de agua	0 m
Altura de estampa mojada	0 m
MÁRGENES Y APÉNDICES	
Apéndices	5 %
Margen de mar	10%
PROPULSIÓN Y PUNTO DE DISEÑO ÓPTIMO	

PETROLERO VLCC DE 300.000 TPM

CUADERNO I: DIMENSIONAMIENTO. ELECCIÓN DE CIFRA DE MÉRITO, DEFINICIÓN DE ALTERNATIVAS Y SELECCIÓN DE LA MÁS FAVORABLE

PEDRO LEMOS GONZÁLEZ

Número de palas	5
Número de propulsores	1
Relación área disco-área de palas	0,830 (size)
Diámetro máximo del propulsor	10.400 mm
Diámetro del propulsor	10.400 mm
Paso de la hélice	9.069,5 mm (size)
Eficiencia de transmisión	1
Relación de reducción	1
Eficiencia del eje	0,97
RPM de referencia	79 rpm
RPM de cálculo	57,4 rpm

Las velocidades para las cuales se hará el análisis variarán entre 9,8 nudos y 16,8 nudos, de forma que se pueda ver un abanico de respuesta del buque para velocidades entorno a los 14,8 nudos que es la de diseño y a la que normalmente navegará el buque en servicio.

Todos los valores que impliquen áreas, los aproximaremos según nos recomienda el programa pues a estas alturas del proyecto, no tenemos establecidas las formas definitivas del buque.

En primer lugar, adjuntaremos capturas con todos los datos introducidos en el programa. Comenzamos con el apartado de cálculo de resistencia:

PETROLERO VLCC DE 300.000 TPM

CUADERNO I: DIMENSIONAMIENTO. ELECCIÓN DE CIFRA DE MÉRITO, DEFINICIÓN DE ALTERNATIVAS Y SELECCIÓN DE LA MÁS FAVORABLE

PEDRO LEMOS GONZÁLEZ

Vessel drag		Calc	ITTC-78 (CT)
Technique:			Prediction
Prediction:			Holtrop
Reference ship:			
Model LWL:	[m]		
Viscous			
Expansion:			Standard
Friction line:			ITTC-57
Hull form factor:	On	1,259	
Speed corr:	Off		
Spray drag corr:	Off		
Corr allowance:			ITTC-78 (v2008)
Roughness [mm]:	Off		
Catamaran			
Interference:	Off		
Added drag			
Appendage:	Off		
Wind:	Off		
Seas:	Off		
Shallow/channel:	Off		
Towed:	Off		
Margin:	Calc		Hull drag only [10%]

Type	Task
<input type="checkbox"/>	Right-click to add a task..

Project		
Project ID:	Petrolero 300000T...	
Description:		
Summary		
Scope:	ITTC-78 (CT)	
Configuration:	Monohull	
Chine type:	Round/multiple	
Length on WL:	325,000	m
Displacement:	363265,99	t
Propulsor type:	Propeller	
Count:	1	
Water properties		
Water type:	Salt	
Density:	1026,00	kg/m3
Viscosity:	1,18920e-6	m2/s
Speeds		
Speed [01]	9,80	kt
Speed [02]	10,80	kt
Speed [03]	11,80	kt
Speed [04]	12,80	kt
Speed [05]	13,80	kt
Speed [06]	14,80	kt
Speed [07]	15,00	kt
Speed [08]	15,80	kt
Speed [09]	16,00	kt
Speed [10]	16,80	kt
Design condition		
Design speed:	14,80	kt

PETROLERO VLCC DE 300.000 TPM

CUADERNO I: DIMENSIONAMIENTO. ELECCIÓN DE CIFRA DE MÉRITO, DEFINICIÓN DE ALTERNATIVAS Y SELECCIÓN DE LA MÁS FAVORABLE

PEDRO LEMOS GONZÁLEZ

Hull		
Configuration:	Monohull	▼
Chine type:	Round/multiple	▼
General		
Length on WL:	325,000	m
Max beam on WL:	60,000	m
Max molded draft:	29,000	m
Displacement:	363265,99	t
Wetted surface:	27585,100	m ²
Demi-hull spacing:		m
ITTC-78 (CT)		
LCB fwd TR:	143,000	m
LCF fwd TR:	162,500	m
Max section area:	1686,110	m ²
Waterplane area:	14345,300	m ²
Bulb section area:	0,000	m ²
Bulb ctr below WL:	0,000	m
Bulb nose fwd TR:	0,000	m
Imm transom area:	0,000	m ²
Transom beam WL:	0,000	m
Transom immersion:	0,000	m
Half entrance angle:	17,30	deg
Bow shape factor:	-1,0	[BTK flow]
Stern shape factor:	1,0	[WL flow]

Appendage		
Definition:	Percentage	▼
Percent of hull drag:	5,00	%

Wind		
Wind speed:	0,00	kt
Angle off bow:	0,00	deg
Gradient correction:	Off	
Exposed hull		
Transverse area:	1440,000	m ²
VCE above WL:	25,000	m
Profile area:	4753,125	m ²
Superstructure		
Superstructure shape:	Tanker/Bulker	
Transverse area:	972,000	m ²
VCE above WL:	38,000	m
Profile area:	4753,125	m ²
Seas		
Significant wave ht:	0,000	m
Modal wave period:	0,0	sec
Shallow/channel		
Water depth:	0,000	m
Type:	Shallow water	
Channel width:		m
Channel side slope:		deg
Hull girth:		m

Margin		
Design margin:	10	%
Basis:	Hull drag only	

Con respecto a los datos de propulsión se introduce lo siguiente:

PETROLERO VLCC DE 300.000 TPM

CUADERNO I: DIMENSIONAMIENTO. ELECCIÓN DE CIFRA DE MÉRITO, DEFINICIÓN DE ALTERNATIVAS Y SELECCIÓN DE LA MÁS FAVORABLE

PEDRO LEMOS GONZÁLEZ

Hull-propulsor		Calc	
Technique:		Prediction	▼
Prediction:		Holtrop	...
Reference ship:			
Max prop diam:	[mm]	10400,0	
Corrections			
Viscous scale corr:	Off	▼	
Rudder location:			
Friction line:			
Hull form factor:			
Corr allowance:			
Roughness [mm]:	Off		
Ducted prop corr:	Off	▼	
Tunnel stern corr:	Off	▼	
Effective diam:	[m]		
Recess depth:	[m]		
System analysis			
Cavitation criteria:		Keller eqn	▼
Analysis type:		Free run	▼
CPP method:		Fixed RPM	
Engine RPM:			
Mass multiplier:			
RPM constraint:			
Limit [RPM/s]:			

Type	Task
<input type="checkbox"/>	Right-click to add a task...

Propulsor			
Count:	1	▼	
Propulsor type:	Propeller series	▼	
Propeller type:	FPP	▼	
Propeller series:	B Series	▼	
Propeller sizing:	By thrust	▼	
Reference prop:			
Blade count:	5	▼	
Expanded area ratio:	0,8299		
Propeller diameter:	10400,0		mm
Propeller mean pitch:	9069,5		mm
Hub immersion:	0,0	...	mm
Engine/gear			
Drive line:	Direct drive	▼	
Gear input:	No gearbox		
Engine data:	None defined	▼	
Rated RPM:			RPM
Rated power:			kW
Primary fuel:	Defined	▼	
Secondary fuel:	None		
Gear efficiency:	1,000		
Load correction:	Off		
Gear ratio:	1,000		
Shaft efficiency:	0,970	...	
Propeller options			
Oblique angle corr:	Off	▼	
Shaft angle to WL:	0,00		deg
Added rise of run:	0,00		deg
Propeller cup:	0,0	...	mm
KTKQ corrections:	Standard	▼	

Propeller sizing

To size			
Shaft RPM:	Size	▼	57,4 RPM
Expanded area ratio:	Size	▼	0,830
Propeller diameter:	Size	▼	10400,0 mm
Propeller mean pitch:	Size	▼	9069,5 mm
Design condition [By thrust]			
Design speed:		▼	14,80 kt
Reference thrust:		...	2424,33 kN
Design point:		...	1,000
Reference RPM:		...	79,0
Design point:		...	1,000
Max prop diam:			10400,0 mm
Review			
Tip speed:			0,00 m/s

Una vez introducidos todos los datos, los resultados del programa se adjuntan en las siguientes hojas.

Resistance

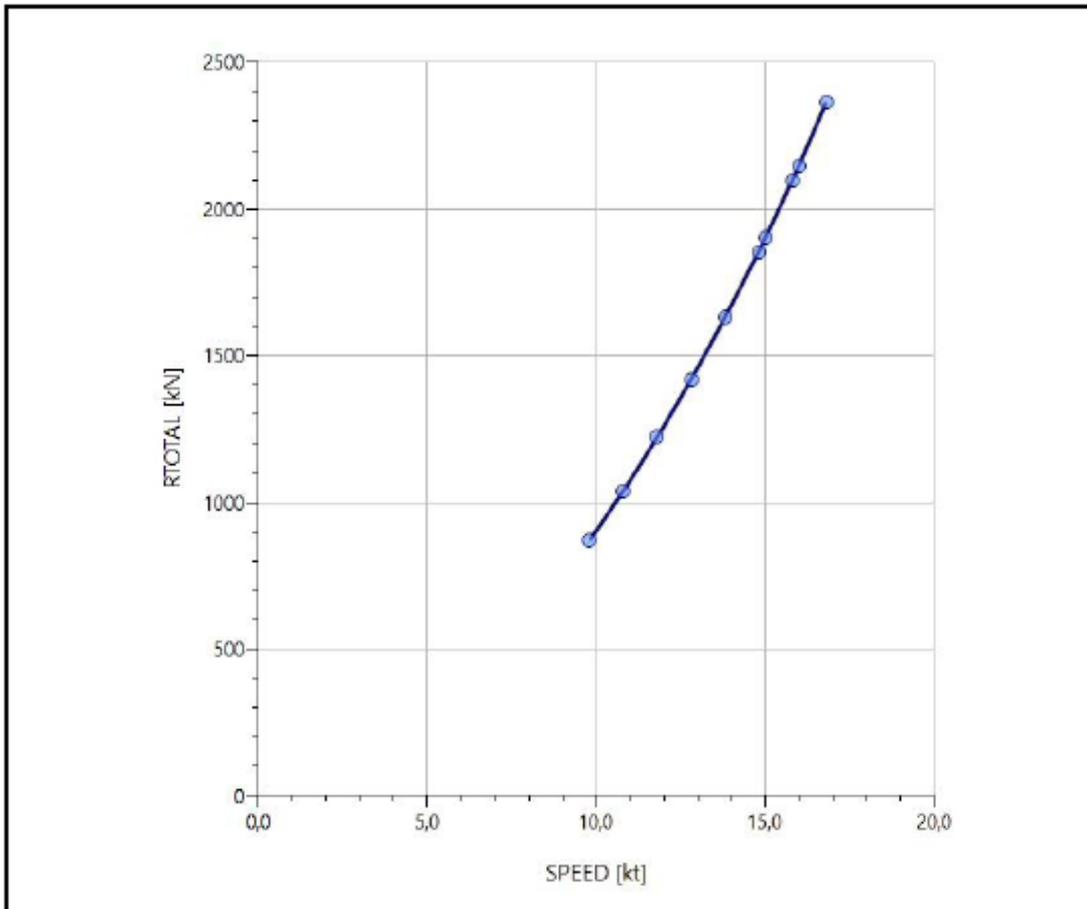
26 ene 2022 06:57
HydroComp NavCad 2018

Project ID Petrolero 300000TPM
Description
File name Petrolero.hcnc

Analysis parameters

Vessel drag		ITTC-78 (C1)		Added drag	
Technique:	[Calc] Prediction			Appendage:	[Off]
Prediction:	Holtrop			Wind:	[Off]
Reference ship:				Seas:	[Off]
Model LWL:				Shallow/channel:	[Off]
Expansion:	Standard			Towed:	[Off]
Friction line:	ITTC-57			Margin:	[Calc] Hull drag only [10%]
Hull form factor:	[On] 1,259			Water properties	
Speed corr:	[Off]			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]:	[Off]				

Predicted resistance



Report ID:00020126-1057

HydroComp NavCad 2018 10.04.0073.0039 U1002

PETROLERO VLCC DE 300.000 TPM

CUADERNO I: DIMENSIONAMIENTO. ELECCIÓN DE CIFRA DE MÉRITO, DEFINICIÓN DE ALTERNATIVAS Y SELECCIÓN DE LA MÁS FAVORABLE

PEDRO LEMOS GONZÁLEZ

Resistance

24 ene 2022 08:52
HydroComp NavCad 2018

Project ID Petrolero 300000TPM
Description
File name Petrolero.hcnc

Analysis parameters

Vessel drag		ITTC-78 (CT)	Added drag	
Technique:	[Calc]	Prediction	Appendage:	[Off]
Prediction:		Holtrop	Wind:	[Off]
Reference ship:			Seas:	[Off]
Model LWL:			Shallow/channel:	[Off]
Expansion:		Standard	Towed:	[Off]
Friction line:		ITTC-57	Margin:	[Calc] Hull drag only [10%]
Hull form factor:	[On]	1,259	Water properties	
Speed corr:	[Off]		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]:	[Off]			

Prediction method check [Holtrop]

Parameters	FN [design]	CP	LWL/BWL	BWL/T	Lambda
Value	0,13	0,65	5,42	2,07	0,77
Range	0,06-0,40	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
9,80	0,089	0,191	1,38e9	0,001472	1,259	0,000001	0,000000	0,000266	0,002120
10,80	0,098	0,211	1,52e9	0,001454	1,259	0,000001	0,000000	0,000253	0,002086
11,80	0,108	0,230	1,66e9	0,001439	1,259	0,000002	0,000000	0,000241	0,002055
12,80	0,117	0,250	1,80e9	0,001425	1,259	0,000003	0,000000	0,000230	0,002027
13,80	0,126	0,270	1,94e9	0,001412	1,259	0,000005	0,000000	0,000220	0,002002
+ 14,80 +	0,135	0,289	2,08e9	0,001400	1,259	0,000009	0,000000	0,000209	0,001982
15,00	0,137	0,293	2,11e9	0,001398	1,259	0,000011	0,000000	0,000207	0,001978
15,80	0,144	0,309	2,22e9	0,001390	1,259	0,000018	0,000000	0,000200	0,001967
16,00	0,146	0,313	2,25e9	0,001388	1,259	0,000020	0,000000	0,000198	0,001965
16,80	0,153	0,328	2,36e9	0,001380	1,259	0,000032	0,000000	0,000191	0,001960
RESISTANCE									
SPEED [kt]	RBARE [kN]	RAPP [kN]	RWIND [kN]	RSEAS [kN]	RCHAN [kN]	RTOWED [kN]	RMARGIN [kN]	RTOTAL [kN]	
9,80	789,88	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	78,99	868,87	
10,80	943,76	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	94,38	1038,14	
11,80	1109,83	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	110,98	1220,82	
12,80	1288,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	128,82	1416,98	
13,80	1479,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	147,92	1627,12	
+ 14,80 +	1684,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	168,41	1852,51	
15,00	1726,91	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	172,69	1899,60	
15,80	1905,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	190,50	2095,55	
16,00	1951,45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	195,15	2146,60	
16,80	2145,66	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	214,57	2360,22	
EFFECTIVE POWER									
SPEED [kt]	PEBARE [kW]	PETOTAL [kW]	CTLR	CTLT	RBARE/W				
9,80	3982,2	4380,4	0,00002	0,02780	0,00022				
10,80	5243,5	5767,9	0,00002	0,02735	0,00026				
11,80	6737,2	7410,9	0,00002	0,02694	0,00031				
12,80	8482,4	9330,6	0,00003	0,02658	0,00036				
13,80	10501,3	11551,4	0,00006	0,02626	0,00042				
+ 14,80 +	12822,4	14104,6	0,00012	0,02599	0,00047				
15,00	13326,0	14658,6	0,00014	0,02595	0,00048				
15,80	15484,7	17033,1	0,00023	0,02580	0,00053				
16,00	16062,6	17668,9	0,00026	0,02577	0,00055				
16,80	18544,2	20398,6	0,00042	0,02570	0,00060				

Report ID:0020124-2052

HydroComp NavCad 2018 16.04.0073.0536 U1002

PETROLERO VLCC DE 300.000 TPM

CUADERNO I: DIMENSIONAMIENTO. ELECCIÓN DE CIFRA DE MÉRITO, DEFINICIÓN DE ALTERNATIVAS Y SELECCIÓN DE LA MÁS FAVORABLE

PEDRO LEMOS GONZÁLEZ

Resistance

24 ene 2022 08:52

HydroComp NavCad 2018

Project ID **Petrolero 300000TPM**

Description

File name **Petrolero.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:	325,000 m	LCG fwd TR:	[XCG/LP 0,000] 0,000 m
Max beam on WL:	[LWL/BWL 5,417] 60,000 m	VCG below WL:	0,000 m
Max molded draft:	[BWL/T 2,089] 29,000 m	Aft station (fwd TR):	0,000 m
Displacement:	[CB 0,828] 363265,99 t	Deadrise:	0,00 deg
Wetted surface:	[CS 2,864] 28573,800 m2	Chine beam:	0,000 m
ITTC-78 (CT)		Chine ht below WL:	0,000 m
LCB fwd TR:	[XCB/LWL 0,500] 162,500 m	Fwd station (fwd TR):	0,000 m
LCF fwd TR:	[XCF/LWL 0,500] 162,500 m	Deadrise:	0,00 deg
Max section area:	[CX 0,989] 1686,110 m2	Chine beam:	0,000 m
Waterplane area:	[CWP 0,738] 14345,300 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:	0,0 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:	17,30 deg	Device count:	0
Bow shape factor:	[BTK 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 ID00220124-2052

HydroComp NavCad 2018 18.04.0073.0536 U1002

PETROLERO VLCC DE 300.000 TPM

CUADERNO I: DIMENSIONAMIENTO. ELECCIÓN DE CIFRA DE MÉRITO, DEFINICIÓN DE ALTERNATIVAS Y SELECCIÓN DE LA MÁS FAVORABLE

PEDRO LEMOS GONZÁLEZ

Resistance

24 ene 2022 08:52
HydroComp NavCad 2018

Project ID Petrolero 300000TPM
Description
File name Petrolero.hcnc

Appendage data

General		Skeg/Keel	
Definition:	Percentage	Count:	0
Percent of hull drag:	10,00 %	Type:	Skeg
Planing influence		Mean length:	0,000 m
LCE fwd TR:	0,000 m	Mean width:	0,000 m
VCE below WL:	0,000 m	Height aft:	0,000 m
Shafting		Height mid:	0,000 m
Count:	1	Height fwd:	0,000 m
Max prop diameter:	0,0 mm	Projected area:	0,000 m2
Shaft angle to WL:	0,00 deg	Wetted surface:	0,000 m2
Exposed shaft length:	0,000 m	Stabilizer	
Shaft diameter:	0,000 m	Count:	0
Wetted surface:	0,000 m2	Root chord:	0,000 m
Strut bossing length:	0,000 m	Tip chord:	0,000 m
Bossing diameter:	0,000 m	Span:	0,000 m
Wetted surface:	0,000 m2	T/C ratio:	0,000
Hull bossing length:	0,000 m	LE sweep:	0,00 deg
Bossing diameter:	0,000 m	Wetted surface:	0,000 m2
Wetted surface:	0,000 m2	Projected area:	0,000 m2
Strut (per shaft line)		Dynamic multiplier:	1,00
Count:	0	Bilge keel	
Root chord:	0,000 m	Count:	0
Tip chord:	0,000 mm	Mean length:	0,000 m
Span:	0,000 m	Mean base width:	0,000 m
T/C ratio:	0,000	Mean projection:	0,000 m
Projected area:	0,000 m2	Wetted surface:	0,000 m2
Wetted surface:	0,000 m2	Tunnel thruster	
Exposed palm depth:	0,000 m	Count:	0
Exposed palm width:	0,000 m	Diameter:	0,000 m
Rudder		Sonar dome	
Count:	0	Count:	0
Rudder location:	Behind propeller	Wetted surface:	0,000 m2
Type:	Balanced foil	Miscellaneous	
Root chord:	0,000 m	Count:	0
Tip chord:	0,000 m	Drag area:	0,000 m2
Span:	0,000 m	Drag coef:	0,00
T/C ratio:	0,000		
LE sweep:	0,00 deg		
Projected area:	0,000 m2		
Wetted surface:	0,000 m2		

Environment data

Wind		Seas	
Wind speed:	0,00 kt	Significant wave ht:	0,000 m
Angle off bow:	0,00 deg	Modal wave period:	0,0 sec
Gradient correction:	Off	Shallow/channel	
Exposed hull		Water depth:	0,000 m
Transverse area:	1440,000 m2	Type:	Shallow water
VCE above WL:	25,000 m	Channel width:	0,000 m
Profile area:	4753,125 m2	Channel side slope:	0,00 deg
Superstructure		Hull girth:	0,000 m
Superstructure shape:	Tanker/Bulker		
Transverse area:	972,000 m2		
VCE above WL:	38,000 m		
Profile area:	4753,125 m2		

Report ID:00020124-2082

HydroComp NavCad 2018 10.04.0073.0539 U1902

Resistance

24 ene 2022 08:52

HydroComp NavCad 2018

Project ID **Petrolero 300000TPM**

Description

File name **Petrolero.hcnc**

Symbols and values

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

Report ID00220124-2092

HydroComp NavCad 2018 10.04.0073.0639_U1002

Se puede observar que para una velocidad de diseño de 14,8 nudos (knot) se obtiene una resistencia igual a:

$$R_{TOTAL} = 1852,51 \text{ kN}$$

Visto esto, procedemos a realizar el estudio de propulsión nuevamente en NavCad. Los resultados se presentan igual que para el apartado anterior de resistencia.

Propulsion

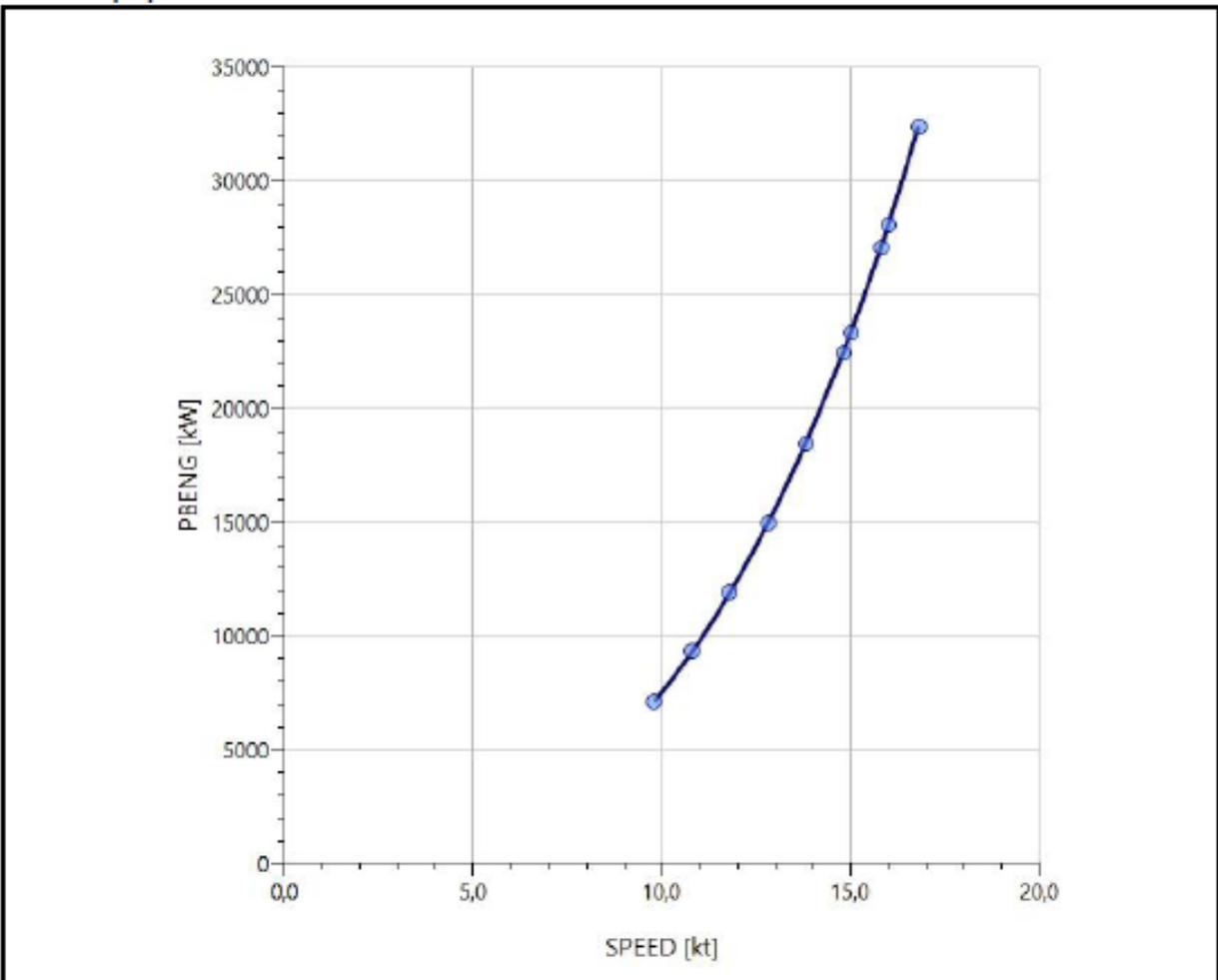
26 ene 2022 06:56
HydroComp NavCad 2018

Project ID Petrolero 300000TPM
Description
File name Petrolero.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:	10400,0 mm	Engine RPM:	
Corrections		Mass multiplier:	
Viscous scale corr:	[Off]	RPM constraint:	
Rudder location:		Limit [RPM/s]:	
Friction line:		Water properties	
Hull form factor:		Water type:	Salt
Corr allowance:		Density:	1026,00 kg/m3
Roughness [mm]:		Viscosity:	1,18920e-6 m2/s
Ducted prop corr:	[Off]		
Tunnel stern corr:	[Off]		

Predicted propulsion



PETROLERO VLCC DE 300.000 TPM

CUADERNO I: DIMENSIONAMIENTO. ELECCIÓN DE CIFRA DE MÉRITO, DEFINICIÓN DE ALTERNATIVAS Y SELECCIÓN DE LA MÁS FAVORABLE

PEDRO LEMOS GONZÁLEZ

Propulsion

24 ene 2022 09:07
HydroComp NavCad 2018

Project ID Petrolero 300000TPM
Description
File name Petrolero.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:	10400,0 mm	Engine RPM:	
Corrections		Mass multiplier:	
Viscous scale corr:	[Off]	RPM constraint:	
Rudder location:		Limit (RPM/s):	
Friction line:		Water properties	
Hull form factor:		Water type:	Salt
Corr allowance:		Density:	1026,00 kg/m3
Roughness [mm]:		Viscosity:	1,18920e-6 m2/s
Ducted prop corr:	[Off]		
Tunnel stern corr:	[Off]		

Prediction method check [Holtrop]

Parameters	FN [design]	CP	LWL/BWL	BWL/T
Value	0,13	0,65	5,42	2,07
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]
9,80	4380,4	0,2952	0,2399	0,9911	39	7436,6	0,0	—	—
10,80	5767,9	0,2948	0,2399	0,9911	43	9753,8	0,0	—	—
11,80	7410,9	0,2945	0,2399	0,9911	47	12487,7	0,0	—	—
12,80	9330,6	0,2942	0,2399	0,9911	50	15672,0	0,0	—	—
13,80	11551,4	0,2939	0,2399	0,9911	54	19347,1	0,0	—	—
+ 14,80 +	14104,6	0,2936	0,2399	0,9911	58	23568,2	0,0	—	—
15,00	14658,6	0,2936	0,2399	0,9911	59	24484,3	0,0	—	—
15,80	17033,1	0,2934	0,2399	0,9911	62	28413,9	0,0	—	—
16,00	17668,9	0,2934	0,2399	0,9911	63	29467,5	0,0	—	—
16,80	20398,6	0,2932	0,2399	0,9911	66	34001,6	0,0	—	—
SPEED [kt]	EFFICIENCY			THRUST					
	EFFO	EFFOA	MERIT	THRPROP [kN]	DELTHR [kN]				
9,80	0,5681	0,5890	0,579	1143,07	868,87				
10,80	0,5706	0,5913	0,57654	1365,76	1038,14				
11,80	0,5730	0,5935	0,57427	1606,10	1220,82				
12,80	0,5751	0,5954	0,5722	1864,16	1416,97				
13,80	0,5769	0,5971	0,57034	2140,61	1627,11				
+ 14,80 +	0,5785	0,5985	0,56877	2437,14	1852,51				
15,00	0,5787	0,5987	0,5685	2499,10	1899,60				
15,80	0,5796	0,5995	0,5676	2756,89	2095,55				
16,00	0,5798	0,5996	0,56742	2824,04	2146,59				
16,80	0,5803	0,5999	0,56696	3105,07	2360,21				
SPEED [kt]	POWER DELIVERY							TRANSP	
	RPMPROP [RPM]	QPROP [kN-m]	QENG [kN-m]	PDPROP [kW]	PSPROP [kW]	PSTOTAL [kW]	PBTOTAL [kW]		
9,80	39	1742,73	1742,73	7213,5	7436,6	7436,6	7436,6	—	
10,80	43	2084,53	2084,53	9461,2	9753,8	9753,8	9753,8	—	
11,80	47	2453,85	2453,85	12113,1	12487,7	12487,7	12487,7	—	
12,80	50	2850,80	2850,80	15201,8	15672,0	15672,0	15672,0	—	
13,80	54	3276,33	3276,33	18766,6	19347,1	19347,1	19347,1	—	
+ 14,80 +	58	3732,87	3732,87	22861,1	23568,2	23568,2	23568,2	—	
15,00	59	3826,25	3826,25	23749,7	24484,3	24484,3	24484,3	—	
15,80	62	4224,89	4224,89	27561,5	28413,9	28413,9	28413,9	—	
16,00	63	4328,14	4328,14	28583,5	29467,5	29467,5	29467,5	995,1	
16,80	66	4759,88	4759,88	32981,5	34001,6	34001,6	34001,6	905,5	

Report ID02020124-2107

HydroComp NavCad 2018 16.04.0073.0539 U1002

PETROLERO VLCC DE 300.000 TPM

CUADERNO I: DIMENSIONAMIENTO. ELECCIÓN DE CIFRA DE MÉRITO, DEFINICIÓN DE ALTERNATIVAS Y SELECCIÓN DE LA MÁS FAVORABLE

PEDRO LEMOS GONZÁLEZ

Propulsion

24 ene 2022 09:07
HydroComp NavCad 2018

Project ID Petrolero 300000TPM
Description
File name Petrolero.hcnc

Prediction results [Propulsor]

SPEED [kt]	CAVITATION								
	SIGMAV	SIGMAN	SIGMA07R	TIPSPEED [m/s]	MINBAR	PRESS [kPa]	CAVAVG [%]	CAVMAX [%]	PITCHFC [mm]
9,80	15,38	4,21	0,82	21,33	0,497	16,21	2,0	2,0	7494,5
10,80	12,65	3,50	0,69	23,39	0,555	19,37	2,0	2,0	7508,2
11,80	10,59	2,96	0,58	25,44	0,617	22,78	2,0	2,0	7520,7
12,80	8,99	2,54	0,50	27,48	0,684	26,44	2,3	2,3	7532,1
13,80	7,73	2,20	0,43	29,52	0,756	30,36	3,0	3,0	7542,3
+ 14,80 +	6,71	1,92	0,38	31,56	0,833	34,57	3,9	3,9	7550,9
15,00	6,54	1,87	0,37	31,97	0,849	35,45	4,1	4,1	7552,4
15,80	5,89	1,70	0,33	33,62	0,916	39,10	5,1	5,1	7557,4
16,00	5,74	1,65	0,32	34,04	0,934	40,06	5,3	5,3	7558,3
16,80	5,20	1,50	0,29	35,71	1,007	44,04	6,7	6,7	7560,9
SPEED [kt]	PROPULSOR COEFS								
	J	KT	KQ	KT/J2	KQ/J3	CTH	CP	RNPROP	
9,80	0,5233	0,2234	0,03275	0,8158	0,22854	2,0774	3,6894	5,14e7	
10,80	0,5262	0,2220	0,03258	0,80172	0,2236	2,0416	3,6096	5,64e7	
11,80	0,5289	0,2207	0,03242	0,78902	0,21917	2,0092	3,5381	6,13e7	
12,80	0,5313	0,2195	0,03228	0,77762	0,21522	1,9802	3,4743	6,63e7	
13,80	0,5335	0,2185	0,03215	0,76761	0,21177	1,9547	3,4186	7,12e7	
+ 14,80 +	0,5353	0,2176	0,03204	0,7593	0,20891	1,9335	3,3724	7,61e7	
15,00	0,5356	0,2174	0,03202	0,75787	0,20842	1,9299	3,3645	7,71e7	
15,80	0,5367	0,2169	0,03196	0,75313	0,2068	1,9178	3,3383	8,11e7	
16,00	0,5369	0,2168	0,03195	0,75222	0,20648	1,9155	3,3333	8,21e7	
16,80	0,5374	0,2165	0,03192	0,74982	0,20566	1,9094	3,32	8,61e7	

Report ID00220124-2107

HydroComp NavCad 2018 10.04.0073.0839 U1002

PETROLERO VLCC DE 300.000 TPM

CUADERNO I: DIMENSIONAMIENTO. ELECCIÓN DE CIFRA DE MÉRITO, DEFINICIÓN DE ALTERNATIVAS Y SELECCIÓN DE LA MÁS FAVORABLE

PEDRO LEMOS GONZÁLEZ

Propulsion

24 ene 2022 09:07

HydroComp NavCad 2018

Project ID Petrolero 300000TPM

Description

File name Petrolero.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:	325,000 m	LCG fwd TR:	[XCGLP 0,000] 0,000 m
Max beam on WL:	[LWL/BWL 5,417] 60,000 m	VCG below WL:	0,000 m
Max molded draft:	[BWL/T 2,089] 29,000 m	Aft station (fwd TR):	0,000 m
Displacement:	[CB 0,628] 363265,99 t	Deadrise:	0,00 deg
Wetted surface:	[CS 2,664] 28573,800 m ²	Chine beam:	0,000 m
ITTC-78 (CT)		Chine ht below WL:	0,000 m
LCB fwd TR:	[XCB/LWL 0,500] 162,500 m	Fwd station (fwd TR):	0,000 m
LCF fwd TR:	[XCF/LWL 0,500] 162,500 m	Deadrise:	0,00 deg
Max section area:	[CX 0,988] 1686,110 m ²	Chine beam:	0,000 m
Waterplane area:	[CWP 0,738] 14345,300 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:	10400,0 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:	17,30 deg	Device count:	0
Bow shape factor:	[BTK 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:	Standard
Reference prop:		Scale correction:	Full ITTC
Blade count:	5	KT multiplier:	1,000
Expanded area ratio:	0,8299 [Size]	KQ multiplier:	1,000
Propeller diameter:	10400,0 mm [Size]	Blade T/C [0.7R]:	Standard
Propeller mean pitch:	[P/D 0,9010] 9370,3 mm [Size]	Roughness:	Standard
Hub immersion:	0,0 mm	Cav breakdown:	Off
Engine/gear		Design condition [By thrust]	
Drive line:	Direct drive	Max prop diam:	10400,0 mm
Gear input:	No gearbox	Design speed:	14,80 kt
Engine data:		Reference thrust:	2424,33 kW
Rated RPM:	0 RPM	Design point:	1,000
Rated power:	0,0 kW	Reference RPM:	79,0 RPM
Primary fuel:	Defined	Design point:	1,000
Secondary fuel:	None	Shaft RPM:	57,9 RPM [Size]
Gear efficiency:	1,000		
Load correction:	Off		
Gear ratio:	1,000		
Shaft efficiency:	0,970		

Report ID00220124-2107

HydroComp NavCad 2018 10.04.0073.0039 U1002

Propulsion

24 ene 2022 09:07

HydroComp NavCad 2018

Project ID Petrolero 300000TPM

Description

File name Petrolero.honc

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
TIPSPPEED = 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

Report: IC00020124-2107

HydroComp NavCad 2018 10.04.0073.0839 U1002

Como se puede observar en los resultados, la potencia de freno necesaria para desplazar nuestro buque a 14,8 nudos (knot) será:

$$PB_{TOTAL} = 23.568,2 \text{ kW}$$

Cabe destacar también las revoluciones óptimas, cuya referencia es de 72 rpm (sacadas del buque de referencia DIJILAH). Para nuestro caso serán:

$$RPM_{ÓPTIMAS} = 58 \text{ rpm}$$

Dicho esto, para la elección del motor deberemos calcular una potencia a mayores. En este caso es la ya calculada por el programa, pero con un porcentaje aplicado para que el motor no trabaje al 100% constantemente para mantener la velocidad de servicio, sino que trabaje entre el 80% y el 90% que es, además, donde normalmente se encuentra el punto de rendimiento óptimo en este tipo de motores.

Así pues, la potencia con la que entraremos en el catálogo será:

$$BKW_{motor} = \frac{PB_{total}}{RM} = \frac{23.568,2}{0,85}$$

$$BKW = 27.727,29 \text{ KW}$$

Por tanto, la potencia requerida mínima será de alrededor de 28.000 kW.

Ahora procedemos a entrar en el catálogo de motores MAN que adjuntamos en los anexos.

En nuestro caso escogeremos el motor MAN B&W S80ME-C9.5 puesto que en su versión de 7 cilindros puede alcanzar los 31.570 kW, por tanto, es válido para nuestro caso. Además, se ha de tener en cuenta en este buque particularmente que el motor pueda funcionar con gas licuado del petróleo (GLP), lo cual el catálogo garantiza que es posible.

En la página siguiente adjuntamos las características del motor elegido.

PETROLERO VLCC DE 300.000 TPM

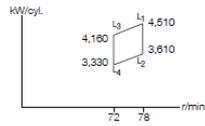
CUADERNO I: DIMENSIONAMIENTO. ELECCIÓN DE CIFRA DE MÉRITO, DEFINICIÓN DE ALTERNATIVAS Y SELECCIÓN DE LA MÁS FAVORABLE

PEDRO LEMOS GONZÁLEZ

MAN B&W S80ME-C9.5

Tier II

Cyl.	L ₁ kW	Stroke: 3,450 mm/L ₁ MEP: 20.0 bar
6	27,060	
7	31,570	
8	36,080	
9	40,590	



Fuel oil

MAN B&W S80ME-C9.5

L ₁ SFOC [g/kWh]			
Opt. load range	50%	75%	100%
High-load	164.5	162.0	166.0
Part-load EGB	161.5	160.5	167.5
Low-load EGB	159.5	161.5	167.5

GI (Methane)

MAN B&W S80ME-C9.5-GI

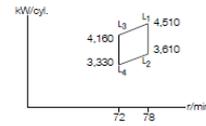
L ₁ dual fuel mode (SGC+SPOC)/fuel oil mode (SFOC) [g/kWh]			
Opt. load range	50%	75%	100%
High-load	133.7+3.9/164.5	132.5+3.0/164.5	138.8+2.5/171.0

Note: Also available for GIE and LGIP, see page 12.

Tier III

MAN B&W S80ME-C9.5

Cyl.	L ₁ kW	Stroke: 3,450 mm/L ₁ MEP: 20.0 bar
6	27,060	
7	31,570	
8	36,080	
9	40,590	



Fuel oil

MAN B&W S80ME-C9.5-EcoEGR

L ₁ SFOC [g/kWh]			
Opt. load range	50%	75%	100%
Tier II mode	157.5	157.0	164.0
Tier III mode	166.5	164.0	168.0

MAN B&W S80ME-C9.5-EGRTC

L ₁ SFOC [g/kWh]			
Opt. load range	50%	75%	100%
Tier II mode	159.5	161.5	167.0
Tier III mode	166.5	165.0	170.0

MAN B&W S80ME-C9.5-HPSCR

L ₁ SFOC [g/kWh]			
Opt. load range	50%	75%	100%
Tier II mode	159.5	161.5	167.5
Tier III mode	161.0	162.5	168.0

MAN B&W S80ME-C9.5-LPSCR

L ₁ SFOC [g/kWh]			
Opt. load range	50%	75%	100%
Tier II mode	159.5	161.5	167.5
Tier III mode	160.5	162.5	168.5

36

MAN Energy Solutions
MAN B&W two-stroke propulsion engines

37

PETROLERO VLCC DE 300.000 TPM

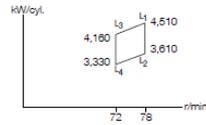
CUADERNO I: DIMENSIONAMIENTO. ELECCIÓN DE CIFRA DE MÉRITO, DEFINICIÓN DE ALTERNATIVAS Y SELECCIÓN DE LA MÁS FAVORABLE

PEDRO LEMOS GONZÁLEZ

MAN B&W S80ME-C9.5

Tier III

Cyl.	L ₁ kW	Stroke: 3,450 mm/L ₁ MEP: 20.0 bar
6	27,060	
7	31,570	
8	36,080	
9	40,590	



GI (Methane)

MAN B&W S80ME-C9.5-GI-EcoEGR

L ₁ dual fuel mode (SGC+SPOC)/fuel oil mode (SFOC) [g/kWh]	50%			75%			100%					
	Tier II mode			Tier III mode			Tier II mode			Tier III mode		
	131.1+4.0/157.5	131.5+3.1/159.5	137.9+2.5/169.0	138.8+4.0/166.5	137.4+3.1/166.5	141.3+2.5/173.0						

MAN B&W S80ME-C9.5-GI-EGRTC

L ₁ dual fuel mode (SGC+SPOC)/fuel oil mode (SFOC) [g/kWh]	50%			75%			100%					
	Tier II mode			Tier III mode			Tier II mode			Tier III mode		
	132.8+4.0/159.5	135.4+3.1/164.0	140.4+2.6/172.0	138.7+4.0/166.5	138.4+3.1/167.5	143.0+2.6/175.0						

MAN B&W S80ME-C9.5-GI-HPSCR

L ₁ dual fuel mode (SGC+SPOC)/fuel oil mode (SFOC) [g/kWh]	50%			75%			100%					
	Tier II mode			Tier III mode			Tier II mode			Tier III mode		
	132.8+4.0/159.5	135.4+3.1/164.0	140.9+2.5/172.5	134.1+4.0/161.0	136.3+3.1/165.0	141.3+2.5/173.0						

MAN B&W S80ME-C9.5-GI-LPSCR

L ₁ dual fuel mode (SGC+SPOC)/fuel oil mode (SFOC) [g/kWh]	50%			75%			100%					
	Tier II mode			Tier III mode			Tier II mode			Tier III mode		
	132.8+4.0/159.5	135.4+3.1/164.0	140.9+2.5/172.5	133.6+4.0/160.5	136.3+3.1/165.0	141.7+2.5/173.5						

Note: Also available for GIE and LGIP, except GIE and EGR, see pages 12-14.

38 MAN Energy Solutions
MAN B&W two-stroke propulsion engines

Tier II Tier III

MAN B&W S80ME-C9.5

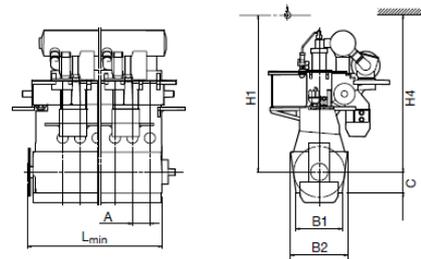
Specifications	A	B ₁	B ₂	C	H ₁	H ₄
Dimensions:						
mm	1,334	5,180	5,374	1,890	15,175	15,500

Cylinders:	6	7	8	9
L _{min} mm	10,100	11,434	12,768	14,102

Dry mass	Tier II	Tier III	Tier II	Tier III
t	833	933	1,043	1,153

Tier III (added)	EcoEGR	EGR	HPSCR	LPSCR
t	11	11	6	-
t	12	12	10	-
t	13	13	10	-
t	14	14	10	-

Dual fuel (added)	GI	GI	GI	GI
t	7	8	9	10



39

8 DESCRIPCIÓN GENERAL, DISPOSICIÓN GENERAL Y CUADERNA MAESTRA.

La disposición general de este buque será la típica de este tipo de buques.

Se dispone de una cubierta principal con castillo de proa. La superestructura se sitúa en la zona de popa, bajo la cual, a su vez, está situada la cámara de máquinas y la cámara de bombas, además del guardacalor y la chimenea. Destacamos que la chimenea colinda con la superestructura por zona de popa.

Con respecto a la zona de carga se disponen 15 tanques de carga, cinco filas de popa a proa de tres tanques cada una. Los tanques de lastre se sitúan en el doble fondo y en costado.

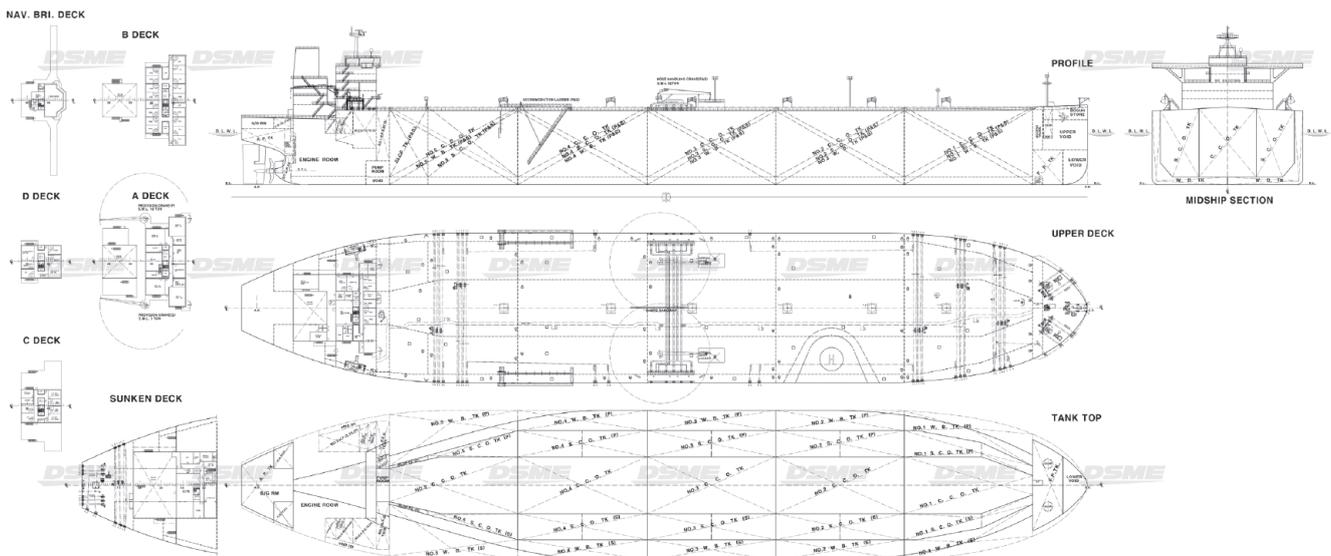
La distribución principal de los espacios más importantes será:

- Pique de popa.
- Cámara de máquinas.
- Cámara de bombas.
- Habitación (por encima de la cubierta principal).
- Espacios de carga.
- Pique de proa.

Se adjunta una disposición general de un barco de la base de datos que corresponde al buque de referencia HUNTER ATLA, pues su trata de un buque de prácticamente las mismas características que el nuestro, pero cuya disposición en la revista “*Significant Ships of 2019*” es mucho más detallada.

Se pueden observar las vistas de la sección longitudinal y en planta de distintas cubiertas, así como su distribución, además de una visión clara de la cuaderna maestra.

Para futuros trabajos sobre plano en el buque del proyecto, se tomarán como referencia muchos de los valores de dicho buque, pues proporcionalmente estos buques suelen ser muy parecidos, variando únicamente en lo que se refiere a ingeniería constructiva de detalle.



PETROLERO VLCC DE 300.000 TPM

CUADERNO I: DIMENSIONAMIENTO. ELECCIÓN DE CIFRA DE MÉRITO, DEFINICIÓN DE ALTERNATIVAS Y SELECCIÓN DE LA MÁS FAVORABLE

PEDRO LEMOS GONZÁLEZ

9 ANEXOS.

9.1 Significant Ships of 2019.



DIJILAH: Crude oil tanker

Shipbuilder: Samsung Heavy Industries
 Vessel's name: Dijilah
 Owner/Operator: Al-Iraqia Shipping Services & Oil Trading (AISSOT)
 Country: UAE
 Designer: Samsung Heavy Industries
 Country: Republic of Korea
 Flag: Marshall Islands
 IMO number: 9629629
 Total number of sister ships already completed (excluding ship presented): 4
 Total number of sister ships still on order: Nil

Originally ordered by Singapore-based BW Group, the 320,596dwt VLCC *Dijilah* debuted in January as the first newbuilding owned and operated by the 2017-formed Iraqi company Al-Iraqia Shipping Services & Oil Trading (AISSOT). *Dijilah* is the first in a series of four identical sisters built by South Korean builder Samsung Heavy Industries. The other three ships – *Ninawa*, *Diyala* and *Kirkuk* – were delivered shortly afterwards in March, April and May respectively. BW's order for the vessels was made in May 2017, one month after the new vessel to which they would be sold while still under construction was founded. The order was also notable for Samsung as it marked the first VLCCs the yard had secured in nearly a decade.

Cargo arrangements are typical for a VLCC, with five sets of port, centre and starboard tanks, making 15 in all. Three SHINCO steam cargo pumps of 5,300m³/h capacity allow for three grade segregation of the cargo.

The ship has a vertical bow form with no bulb. Hull dimensions are a length of 330m, a beam of 60m and a moulded depth of 30.5m.

The power and propulsion system features a Doosan-built MAN B&W 7G80ME-C9 main engine with an output of 26,890kW. It is directly connected to a 10.4m diameter fixed pitch propeller turning at 72rpm. The arrangement gives the ship a service speed of 14.5knots on a fuel consumption of 70.5tonnes per day.

Dijilah is fitted with a variety of Samsung's in-house energy saving devices and systems. Included in these are a rudder bulb, SAVER Fins and a SAVER Stator. The SAVER Fins, which are attached to the hull, produces a series of strong vertical streams making inflow of the propeller more uniformly distributed. Meanwhile, the SAVER Stator improves the propeller's rotational energy efficiency. The ship also features Samsung's En-Saver performance monitoring and trim optimisation software.

TECHNICAL PARTICULARS

Length oa: Approx. 333m
 Length bp: 326.4m
 Breadth moulded: 60.0m
 Depth moulded
 to upper deck 30.5m
 Width of double skin side: 3.4m

bottom: 3.0m
 Draught scanting: 22.8m
 design: 21.0m
 Gross: 161,960gt
 Displacement: 364,700t
 Lightweight: 44,200t
 Deadweight scanting: 320,500t
 design: 288,400t
 Block co-efficient: 0.788 at design draught
 Speed, service: 14.8knots incl. 15% power margin (65.9% DMCR)

Cargo capacity (m³)
 Liquid volume: 354,000
 Bunkers (m³)
 Heavy oil: 6,700
 Diesel oil: 1,100
 Water ballast (m³): 96,000
 Tankers – percentage segregated ballast: 100%
 Daily fuel consumption (tonnes/day)
 Main engine only: 64.6
 Classification society and notations: Lloyd's Register of Shipping
 φ100A1, Double Hull Oil Tanker, CSR, ESP, ShipRight(ACS(B,C), CM), LI, φLMC, UMS, ECD/BWT, IHM, P, VECG-L, CDW(LR), *IWS(no seachest blanking device), with Descriptive Notes : ShipRight(BWMP(T), SCM, SERG)

% high-tensile steel used in construction: 75%
 Propulsion
 Design: MAN Energy Solutions
 Model: MAN B&W 7G80ME-C9.5
 Manufacturer: HSD Engine
 Number: 1
 Type of fuel: HFO or MGO
 Output of each engine: 26,890kW
 Is this a diesel-electric or hybrid?: No
 Propeller(s)
 Material: Ni-Al-Bronze
 Designer/Manufacturer: Samsung Heavy Industries/Silla Metal
 Number: 1
 Fixed/Controllable pitch: Fixed
 Diameter: 10.4m
 Speed: 72rpm at DMCR

Diesel-driven alternators
 Number: 3
 Engine make/type: Hyundai Heavy Industries/7H21/32
 Type of fuel: HFO or MGO
 Alternator make/type: Hyundai / HFJ7 568-08P
 Output/speed of each set: 1,812.5kVA / 900rpm

Boilers
 Number: 3
 Type: Oil fired x 2sets, composite x 1set
 Make: Kangrim
 Output, each boiler: 40,000kg/h x 2sets,
 1,800(oil fired side)/1,500(exh. gas side) kg/h x 1set
 Stem appendages/special rudders: Full spade rudder

Deck machinery
 Cargo cranes/cargo gear
 Number: 2
 Make: Oriental Precision
 Type: High pressure, electro-hydraulic self-contained, single jib type
 Performance: 20.0tons SWL, each
 Other cranes
 Number: 2
 Make: Oriental Precision
 Type: High pressure, electro-hydraulic self-contained, single jib type
 Tasks: For provision / engine room equipment handling
 Performance: 1x 10.0t SWL, 1x 3.0t SWL

Mooring equipment
 Number: 2x - 1 CL + 2 M/D + 1 W/H, each, 8x - 2 M/D + 1 W/H, each
 Make: Flutek
 Type: High pressure, electro-hydraulic driven
 Special lifesaving equipment
 Number of each and capacity: 2x 30 persons
 Make: Hyundai Lifeboat (HLB)
 Type: Totally enclosed conventional

Cargo tanks
 Number: 15
 Grades of cargo carried: 3x segregations
 Product range: Crude oil
 Coated tank – make and type: PPG, Epoxy A/C according to PSPC

Cargo pumps
 Number: 3
 Type: Centrifugal, steam turbine driven
 Make: SHINCO
 Capacity (each): 5,500m³/h x 150m at S.G 1.025

Cargo control system
 Make: KSB Seal
 Type: Hydraulic type valve remote control
 Ballast control system
 Make: KSB Seal
 Type: Hydraulic type valve remote control
 Ballast water treatment system
 Make: Samsung Heavy Industries
 Capacity: 6,000m³/h

Complement
 Officers: 14 persons
 Crew: 16 persons
 Suez/Repair Crew: 6 persons
 Single/double/other rooms: 30 cabins (single), 1 cabin (3 double)

Navigation and other equipment
 Bridge control system
 Make/Type: Nablesco/M-800-V
 Is bridge fitted for one-man operation? No
 Integrated bridge system?: Yes
 If yes, make: Furuno
 Model: FMD-3300 and etc

Radars
 Number: 2
 Make: Furuno
 Model(s): 1 x FAR-2837S + 1 x FAR-2827

Fire detection system
 Make/Type: Consilium/Salwico
 Fire extinguishing systems
 Engine room: NK / High expansion form
 Cabins: Fire hydrants
 Public spaces: Fire hydrants

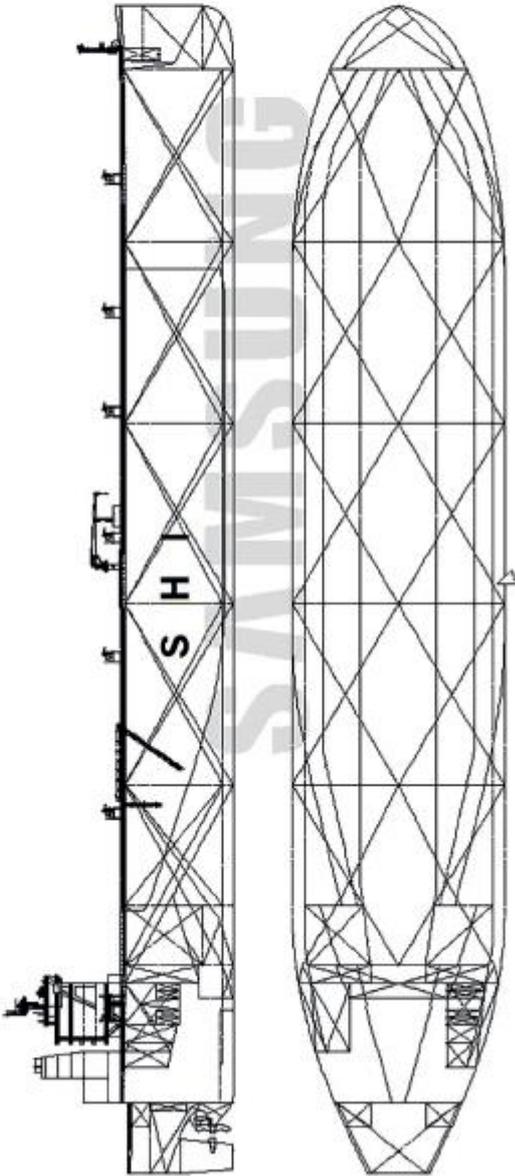
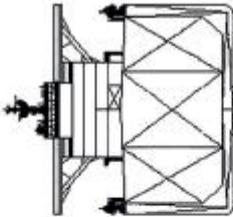
Waste disposal plant
 Incinerator
 Make/Model: HMMCO/MAXI 150GL WS
 Sewage plant
 Make/Model: IL Seung/ISB-03

Efficiency
 Attained EEDI value: 2.14
 Required EEDI value: 2.256 (Phase 1)
 Installed Fuel Meters: Volumetric type for fuel oil
 Energy Saving Technologies*: SAVER Fins, Rudder bulb, SAVER Stator with Partial Duct, En-Saver

Performance Monitoring Regime: En-Saver of Optimum weather routing / Trim optimisation

Contract date: 28 April 2017
 Launch/float-out date: 1 November 2018
 Delivery date: 17 January 2019

DIJILAH





HUNTER ATLA: Very large crude carrier

Shipbuilder: ... Daewoo Shipbuilding & Marine Engineering Co., Ltd. (DSME)
 Vessel's name: ... Hunter Atla
 Hull No.: ... 5455
 Owner/Operator: ... Hunter Tanker AS
 Country: ... Norway
 Designer: ... DSME
 Country: ... Republic of Korea
 Model test establishment used: ... Korea Research Institute of Ships and Ocean Engineering (KRISO)
 Flag: ... Marshall Islands
 IMO number: ... 9851830
 Total number of sister ships already completed (excluding ship presented): ... 4
 Total number of sister ships still on order: ... 5

Hunter Tankers took delivery of *Hunter Atla*, the first of seven identical 300,300dwt ECO design VLCC newbuilds, from Daewoo Shipbuilding & Marine Engineering in South Korea in September. Two sisters, *Hunter Saga* and *Hunter Laga*, followed at monthly intervals and the remaining four ships are due for delivery in 2020. The yard also has a separate order for a pair of the vessels from Oman Shipping company.

Justifying their ECO design label, *Hunter Atla* has been equipped with a comprehensive range of environmental protection systems. There is a Wärtsilä scrubber treating exhaust from the main, auxiliary engines and boilers for compliance with 2020 SOx rules, and an SCR system for main engine and generator engines to meet NOx Code Tier III levels.

The hull dimensions are a loa of 336m, a beam of 60m and a depth of 29.5m. The hull form features DSME's streamlined DS flow and various energy saving devices such as DSME duct, long cap and rudder bulb, all helping to reduce fuel consumption. The main engine is a derated MAN B&W 7G80ME-C9.5 model producing 24,510kW at 66.4rpm at MCR and 17,160kW at 70% MCR running at 59rpm. A 10.6m fixed pitch propeller directly coupled allows for a 12knots service speed, or a 14.8knots maximum speed consuming 590tonnes HFO daily.

DSME's Crosstie-less design has been applied to cargo tanks for preventing potential fatigue cracking of crosstie and permitting easy tank cleaning due to the simpler structure. As is typical for a VLCC, there are five tanks split into port starboard and centre for a total of 15 cargo tanks and two slop tanks. Three Shinko cargo pumps each with a capacity of 5,500m³/h are installed. All seven vessels will be operated in the Tankers International Scrubber Pool and will trade in the spot market.

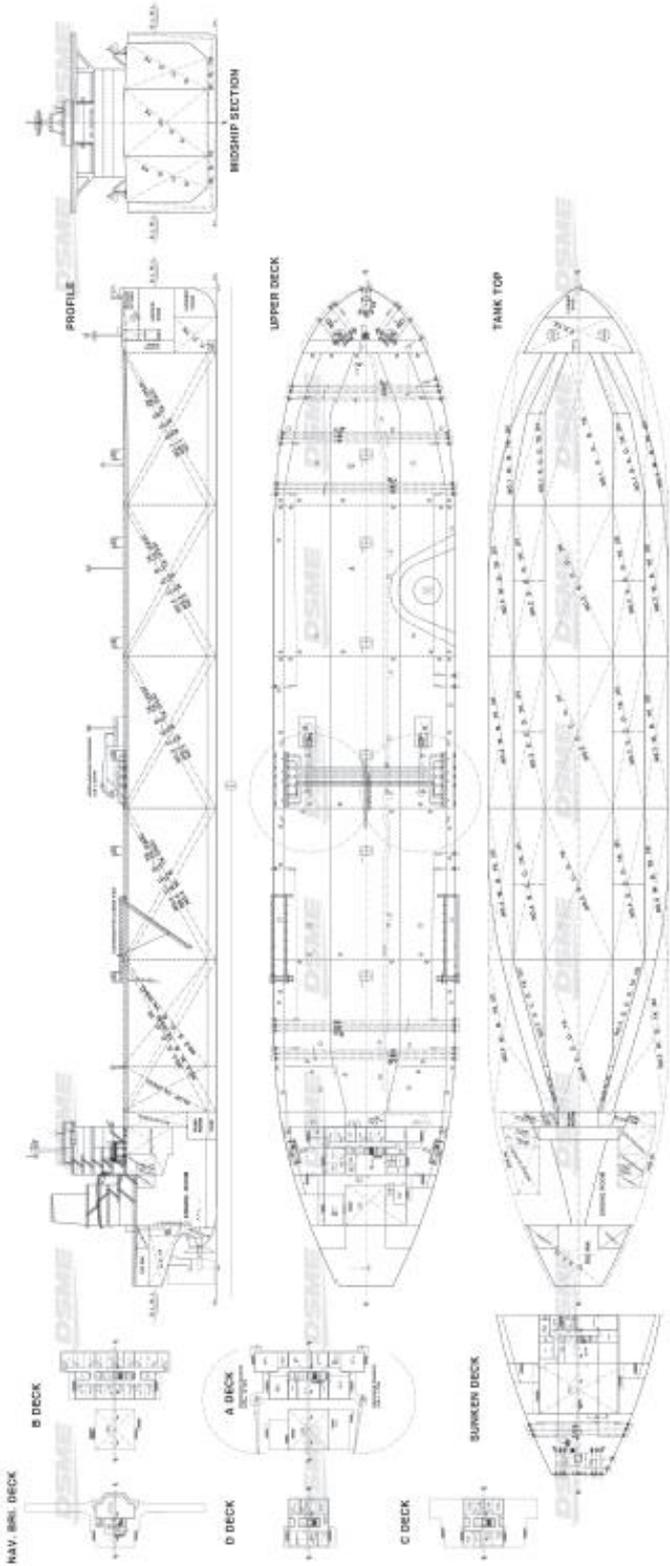
TECHNICAL PARTICULARS

Length oa: ... 336.0m
 Length bp: ... 330.0m
 Breadth moulded: ... 60.0m
 Depth moulded
 to main deck: ... 29.5m
 to upper deck: ... 29.0m

Width of double skin
 side: ... 3.0m
 bottom: ... 3.0m
 Draught
 scantling: ... 21.6m
 design: ... 20.5m
 Gross: ... 156,452gt
 Deadweight
 Design: ... 280,760t
 scantling: ... 300,300t
 Block co-efficient (at Scantling draft): ... Approx. 0.78
 Speed, service (70%MCR output): ... 14.8knots
 Cargo capacity (m³)
 Liquid volume: ... 341,870
 Bunkers (m³)
 Heavy oil: ... 6,435
 Diesel oil: ... 650
 Water ballast (m³): ... 94,032
 Tankers - percentage segregated ballast: ... Approx. 100% (ballast tank only)
 Daily fuel consumption (tonnes/day)
 Main engine only: ... 62.9
 Classification society and notations: ... Lloyd's Register (LR)
 +100A1, Double Hull Oil Tanker, CSR, ESP, ShipRight (ACS/B, C), CM, FDA Plus(40,WW), *IWS, LJ, DGP(M, L), LMC, IGS, EGCS(OPEN), UMS, NAV1, with the descriptive notes COW(LR), ShipRight (BWMP(T), VECS, SCM, IHM) DNV-GL +A1, Tanker for oil, CSR, ESP, COAT-PS/PC(B,C), CMON, BIS, LCS, SPM, EO, NAUT(NAV), BWM(T), VCS(2), TMON, Recyclable, CLEAN, ER/EGCS OPEN), descriptive note on "Target fatigue life of 40 years in worldwide operation basis"
 % high-tensile steel used in construction: ... 61.5%
 % aluminium used in hull/superstructure: ... 0%
 Main engine(s)
 Design: ... MAN Energy Solutions
 Model: ... MAN B&W 7G80ME-C9.5 (derated)
 Manufacturer: ... HHI
 Number: ... 1
 Type of fuel: ... HFO, ULSD and LSMGO
 Output of each engine: 24,510kW at 66.4rpm at MCR, 17,160kW at 59.0rpm at NCR (70% MCR)
 Propeller(s)
 Material: ... Ni-Al-Bronze
 Designer/Manufacturer: ... Nakashima
 Number: ... 1
 Fixed/Controllable pitch: ... Fixed
 Diameter: ... 10.6m
 Speed: ... 66.4rpm at MCR, 59rpm at NCR
 Special adaptations: ... Propeller ESCAP (manufacturer: MMG)
 Diesel-driven alternators
 Number: ... 3
 Engine make/type: ... STX-MAN/4-stroke, trunk piston, in-line
 Type of fuel: ... HFO, ULSD and LSMGO
 Output/speed of each set: ... 1,540kW

at 900rpm
 Alternator make/type: ... Hyundai electric / HFJ7 834-08P
 Output/speed of each set: 1,460kW / 900rpm
 Exhaust-gas scrubbing equipment
 Manufacturer: ... Wärtsilä
 Type: ... Open, venturi, SW scrubbing
 On main engines?: ... One(1) set for ME, GEs, aux. boilers and donkey boiler
 Auxiliary Boilers
 Number: ... 2
 Type/Make: ... Vertical/Kangrim
 Output, each boiler: ... 45,000kg/h, 20bar g, saturated (working pressure)
 Donkey Boilers
 Number: ... 1
 Type/Make: ... Vertical/Kangrim
 Output, each boiler: ... 3,000kg/h, 6bar g, saturated (working pressure)
 Cargo cranes/cargo gear
 Number: ... 2 sets
 Make: ... Oriental
 Type: ... Electro-hydraulic, single jib, cylinder luffing
 Performance: ... 20t (SWL)
 Other cranes
 Number: ... 2 sets
 Make: ... Oriental
 Type: ... Electro-hydraulic, single jib, cylinder luffing
 Tasks: ... For handling provisions and engine spare parts
 Performance: ... 10 & 3t (SWL)
 Mooring equipment
 Number: ... 11 sets
 Make/Type: ... Mirae Industries/Hydraulic
 Cargo tanks
 Number: ... 5 pairs of side cargo tanks, 5 center cargo tanks, 2 slop tanks
 Grades of cargo carried: ... Crude oil
 Cargo pumps
 Number: ... 3
 Type: ... Centrifugal, vertical, single stage
 Make: ... Shinko
 Stainless steel: ... Impeller shaft
 Capacity (each): ... 5,500m³/h x 150mTH
 Cargo control system
 Make: ... Emerson
 Type: ... Conventional control console type
 Water ballast Treatment System
 Make: ... Techross
 Capacity: ... 3,000m³/h x 2 units
 Complement
 Officers: ... 15
 Crew: ... 15
 Suez/Repair Crew: ... 6
 Single/double/other rooms: ... 31 cabins (Autochief 600)
 Stern appendages/special rudders: ... DSME duct, long cap and rudder bulb
 Bridge control system
 Make: ... Kongsberg
 Type: ... Bridge manoeuvring system (Autochief 600)
 Is bridge fitted for one-man operation? ... Yes
 Fire detection system
 Make: ... Consilium
 Type: ... Addressable type
 Engine room:
 Make/Type: ... NK/ high-expansion foam
 Radars
 Number: ... S-band, X-band radar (2 sets)
 Make: ... Furuno
 Model(s): ... S-band: FAR-2338S-NXT-BB, X-band: FAR-2228-BB
 Integrated bridge system?: ... No
 Waste compactor
 Make/Model: ... Uson/UBP-30S
 Sewage plant
 Make/Model: ... IL Seung/ISB-02
 Efficiency
 Attained EEDI value: ... 2.18
 Required EEDI value: ... 2.33
 Other installed monitoring tools: ... Cargo/ballast monitoring system, remote level & draft gauging system, shaft horsepower meter
 Energy Saving Technologies: ... DSME Duct, Long cap, Rudder bulb
 Contract date: ... 2 February 2018
 Launch/float-out date: ... 1 June 2019
 Delivery date: ... 24 September 2019

HUNTER ATLA





NISSOS RHENIA: Very large crude carrier

Shipbuilder: Hyundai Heavy Industries
 Vessel's name: *Nissos Rhenia*
 Hull No.: 3012
 Owner/Operator: Kyklades
 Country: Greece
 Designer: Hyundai Heavy Industries
 Country: Republic of Korea
 Model test establishment used: Hyundai Maritime Research Institute (HMRI)
 Flag: Marshall Island
 IMO number: 9845685
 Total number of sister ships already completed (excluding ship presented): 7
 Total number of sister ships still on order: nil

First in a series of what was initially four ships, *Nissos Rhenia* is a 319,000dwt VLCC constructed by Hyundai Heavy Industries in Ulsan and managed by Kyklades Maritime Corporation. The series was later extended to eight ships and a further three vessels of the same type have been constructed for a different owner. Of the eight vessels operated by Kyklades, seven were delivered in 2019 and the last in January 2020. The ship is owned by Okeanis Eco Tankers (OET).

The vessel's dimensions are a loa of 333m, a beam of 60m and a draught of 22.6m. *Nissos Rhenia* has 15 cargo tanks – five centre tanks and five pairs of side tanks – and two slop tanks. There are three cargo pumps each capable of 5,000m³/h and the ship is fitted with two 3,000m³/h Sunrut ballast water treatment systems.

Nissos Rhenia and its sisters are all fitted with seven cylinder Hyundai-built WinGD X82-B engines with a power rating of 33,250kW at 84rpm, although it will normally be run at 66rpm with a 24,500kW output. The engine drives a 10.4m diameter fixed pitch propeller for a service speed of 11.2knots and a consumption of 83tonnes HFO per day. Its maximum speed is 14knots.

OET's strategy is to operate eco vessels that are scrubber equipped for meeting IMO 2020 rules. *Nissos Rhenia* has been claimed to be the first eco-friendly VLCC with both SCR and a scrubber installed at the newbuilding stage. The SCR system needed to meet IMO Tier III is a high pressure type on the main engine, while the three Himsen auxiliaries have a low pressure system.

The scrubber fitted to the vessel is an Alfa Laval PureSox open loop type with multi inlet to treat exhaust from the main engine, auxiliaries and the boiler.

TECHNICAL PARTICULARS

Length oa: 332.995m
 Length bp: 327.0m
 Breadth moulded: 60.0m
 Depth moulded to main deck: 30.4m
 Width of double skin side: 3.0m
 bottom: 2.9m
 Draught scanting: 22.6m
 design: 21.0m
 Gross: 160,457gt
 Deadweight design: 290,353t
 scanting: 318,953t

Speed, service (– %MCR output): .. 14.4knots at scanting draught (72.2%)

Cargo capacity (m³)
 Liquid volume: abt. 355,800m³
 Bunkers (m³)
 Heavy oil: abt. 4,600m³
 Diesel oil: abt. 800m³
 Water ballast (m³): abt. 90,900m³

Daily fuel consumption (tonnes/day)
 Main engine only: .. 65.2MT/day (tier II mode without scrubber operation)

Classification society and notations:..... DNV GL, +1A, tanker/or oil, ESP, CSR, CIMON, BIS, BWM(T), BWM(E(s)), VCS(2E), COAT-PSPOB, C, LCS, ED, TMON, SPM, BMON, Clean, Recyclable.

Main engine(s)
 Design: Hyundai-WinGD
 Model: 7X82-B
 Manufacturer: Hyundai Heavy Industries (engine & machinery division)
 Number: 1
 Type of fuel : HFO, ULSFO or MGO
 Output of each engine: 33,250kW x 84

Propeller(s)
 Material: Ni-Al-Bronze
 Designer/Manufacturer: Hyundai Heavy Industries (engine & machinery division)
 Number: 1
 Fixed/Controllable pitch: Fixed
 Diameter: 10.4m

Diesel-driven alternators
 Number: 3
 Engine make/type: Hyundai, HIMSEN 8H21/S2
 Type of fuel : HFO, ULSFO or MGO
 Output/speed of each set: .. 1,780kW x 900rpm
 Alternator make/type: Hyundai, HIMSEN 8H21/S2
 Output/speed of each set: .. 1,670kW x 900rpm

Exhaust-gas scrubbing equipment
 Manufacturer: Alfa Laval
 Type: Multi-inlet, S.W. wet cleaning, open loop type, Utype
 On main engines?: Applied
 On auxiliary engines?: Applied

Boilers
 Number: 2
 Type: .. Automatic, forced draught, heavy fuel oil burning, marine boiler
 Output, each boiler: 4,000kg/h

Cargo cranes/cargo gear : Hose handling crane
 Number: 2
 Type: Electro-hydraulic type
 Performance: 20t SWL

Other cranes
 Number: 2
 Type: Electro-hydraulic type
 Tasks: Provision Handling Crane
 Performance: SWL 10t (Port)/ 3t (Stbd)

Mooring equipment
 Number: 2 windlass, 11 mooring winch
 Type: Electro-hydraulic type
 Special lifesaving equipment
 Number of each and capacity: 2 lifeboat, 40 person each

Cargo tanks
 Number: 5 center cargo oil tanks, 5 pairs of side cargo oil tanks, one(1) pair of slop tanks
 Grades of cargo carried: Crude oil having flash points at or below 60°C

Cargo pumps
 Number: 3
 Type: Vertical, centrifugal, single stage
 Capacity (each): 5,000m³/h

Cargo control system
 Type: Control console of piano type

Ballast control system
 Type: Control console of piano type

Water ballast Treatment System
 Make: Sunrut
 Capacity: 2x 3,000m³/h

Complement
 Officers: 19
 Crew: 12
 Suez/Repair Crew: 6

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

Fire detection system
 Make: Consilium
 Type: Salwico

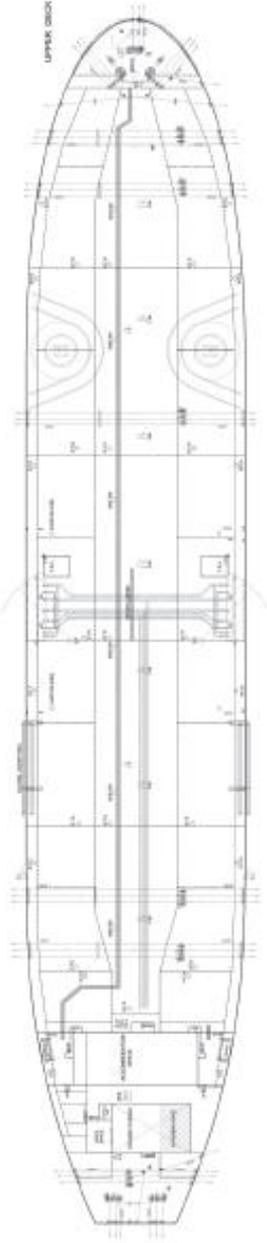
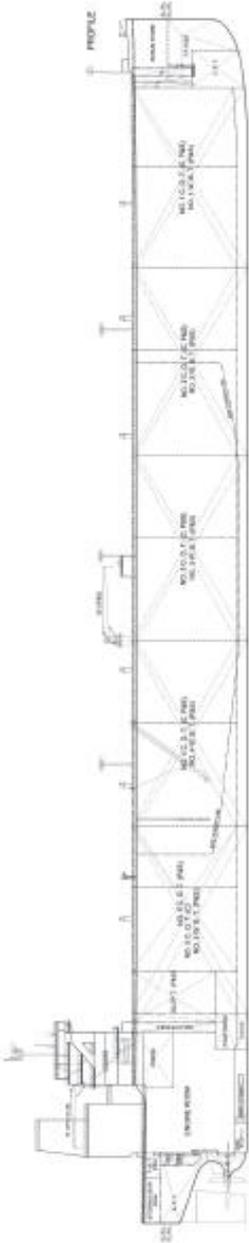
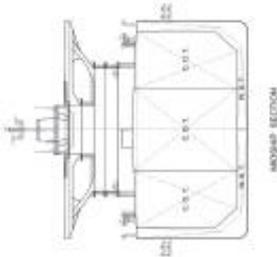
Fire extinguishing systems
 Cargo holds:
 Make/Type: Foam, Sea water
 Engine room:
 Make/Type: CO₂, Sea water
 Cabins:
 Make/Type: Sea water
 Public spaces:
 Make/Type: Sea water

Radars
 Number: 2 sets (X-band radar x 1set, S-band radar x 1set)
 Make: Furuno
 Model(s) : FAR-3320, FAR3330S-SSD
 Integrated bridge system: Yes
 If yes, make: Furuno
 Model: FMD-3300

Waste disposal plant
 Waste handled: ...Incinerator & sewage plant

Contract date: 8 December 2017
 Launch/float-out date: 28 February 2019
 Delivery date: 4 May 2019

NISSOS RHENIA



9.2 Significant Ships of 2018.



ALMI ATLAS: Very large crude carrier

Shipbuilder: Hyundai Samho Heavy Industries Co. Ltd.
 Vessel's name: Almi Atlas
 Hull No: S913
 Owner/Operator: Almi Tankers
 Country: Greece
 Designer: Hyundai Samho Heavy Industries Co. Ltd.
 Country: Republic of Korea
 Model test establishment used: Hyundai Maritime Research Institute
 Flag: Liberia
 IMO number: 9816323
 Total number of sister ships already completed (excluding ship presented): 1
 Total number of sister ships still on order: nil

Delivered in March 2018, Almi Atlas is one of the earliest vessels in this edition of Significant Ships, but planning for her and her sister Almi Titan's (delivered in June 2018) environmental credentials began almost two years previously when the pair were ordered from Hyundai Samho Heavy Industries.

The most obvious deviation from the usual VLCC profile is the large casing behind the stack of the vessel. This is necessary as the 315,221dwt ship features an Alfa Laval PureSOx ECA Open Loop U-type exhaust gas cleaning system underlining the owner's foresight in preparing for the 2020 sulphur cap some time before the surge of scrubber ordering in earnest began last year.

In fact the vessel is the first VLCC to feature a scrubber and is therefore a trailblazer for the technology – even more so considering that the vessel was ordered just weeks after the IMO decision to opt for a 2020 date. At the time of ordering, the competitive advantage that scrubbers are expected to deliver was less anticipated than it is now.

The scrubber fitted treats the exhaust from both main and auxiliary engines allowing the ship to operate full time on HFO as desired. Among other eco-friendly technologies on board, the vessel is also equipped with the Hyundai HiBallast HiB 6000ex Ballast Water Treatment System.

Almi Atlas features a Hyundai-built B&W 7G80ME-C9.5 - EGRTC (Tier III) engine – she is one of the first vessels of her size with a Tier III engine and the order for it in 2016 marked the 1500th order for MAN's G-series engines. The auxiliary engines are a trio of Hyundai's in-house engine division's Himsen 9H21/32 units. The EGRTC suits for the main engine fitted to the Almi Atlas indicates that it is fitted for exhaust gas recirculation in order to meet IMO Nox Tier III emissions, and also features a turbocharger cut-out.

The G-type is an ultra-long stroke engine, which, in conjunction with a larger diameter propeller, offers significant fuel savings and produces less emissions than

engines with the same output, thus classifying it as one of the most environmentally efficient propulsion systems. Almi Atlas flies the Liberian flag and is classed by DNV GL.

TECHNICAL PARTICULARS

Length oa: 336.08m
 Length bp: 330m
 Breadth moulded: 60m
 Depth moulded: 30.3m
 To upper deck: 30.3m
 Width of double skin: 3.0m
 Side: 2.9m
 Bottom: 2.9m
 Draught
 Scantling: 22.6m
 Design: 21m
 Gross: 162,306gt
 Displacement: 138,911t
 Lightweight: 46,974t
 Deadweight
 Design: 286,489dwt
 Scantling: 315,221dwt
 Block co-efficient: 0.7063

Speed, service: 15.2knots at design draught

Cargo capacity
 Liquid volume: 357,777.8m³
 Bunkers
 Heavy oil: 4,609.2m³
 Diesel oil: 1,002.7m³
 Water ballast: 93,901.6m³
 Daily fuel consumption (tonnes/day)
 Main engine only: 169.59 g/kW-hr (MCR)

Classification society and notations: DNVGL
 #1A1, Tanker for oil, BIS, BWM (T, E(S)), CLEAN, COAT-PSPC (B, C), CSA (FLS1), CSR, ED, ESP, NAUT (OC), Recyclable, SPM, TMON (oil lubricated), VCS (2B)

% high-tensile steel used in construction: 49.8%

Main engines
 Design: Hyundai-B&W
 Model: 7G80ME-C9.5-EGRTC
 Manufacturer: Hyundai Heavy Industries Co., Ltd, Engine & Machinery Division
 Number: 1
 Type of fuel: HFO
 Output of each engine: 26,000kW

Propellers
 Material: Ni-Al-Bronze
 Designer/Manufacturer: Hyundai Heavy Industries Co., Ltd, Engine & Machinery Division
 Number: 1

Fixed/controllable pitch: Fixed
 Diameter: 10.5m
 Diesel-driven alternators
 Number: 3
 Engine make/type: Hyundai Heavy Industries Co., Ltd, Engine & Machinery Division /Himsen 9H21/32
 Type of fuel: HFO
 Output/speed of each set: 1,940kW / 900rpm
 Alternator make/type: Hyundai Electric & Energy Systems Co., Ltd /HFC7 638-BP
 Output/speed of each set: 1,830kW / 900rpm
 Exhaust-gas scrubbing equipment
 Manufacturer: Alfa Laval Nijmegen B.V.
 Type: PureSOx ECA Open Loop U-type system
 On main engines: Yes
 On auxiliary engines: Yes
 Boilers
 Number: 3
 Type: MAC-45B x 2 / Aalborg OC-TCI x 1
 Make: Mitsubishi Heavy Industries Co., Ltd / Alfa Laval
 Output, each boiler: 45,000kg/hr x 2 / 4,400kg/hr x 1

Cargo cranes/cargo gear
 Number: 2
 Make: Dongnam Marine Crane Co., Ltd.
 Type: Electro-hydraulic
 Performance: 20t SWL

Other cranes
 Number: 2
 Make: Dongnam Marine Crane Co., Ltd.
 Type: Electro-hydraulic
 Tasks: Provision crane
 Performance: 10t, 3t SWL

Other cranes
 Number: 1
 Make: Dongnam Marine Crane Co., Ltd.
 Type: Electro-magnetic
 Tasks: Engine room crane
 Performance: 10t SWL

Mooring equipment
 Number: 10
 Make: Rolls-Royce
 Type: Hydraulic

Special lifesaving equipment
 Number of each and capacity: 2 / 36 persons
 Make: Hyundai Lifeboats Co., Ltd.
 Type: Totally enclosed

Cargo tanks
 Number: 17
 Grades of cargo carried: Crude oil
 Coated tanks: Hempel / Hempadur XO 178/70

Cargo pumps
 Number: 3
 Type: KV450-4
 Make: Shinko Industries Ltd.
 Capacity: 5,000m³/h each

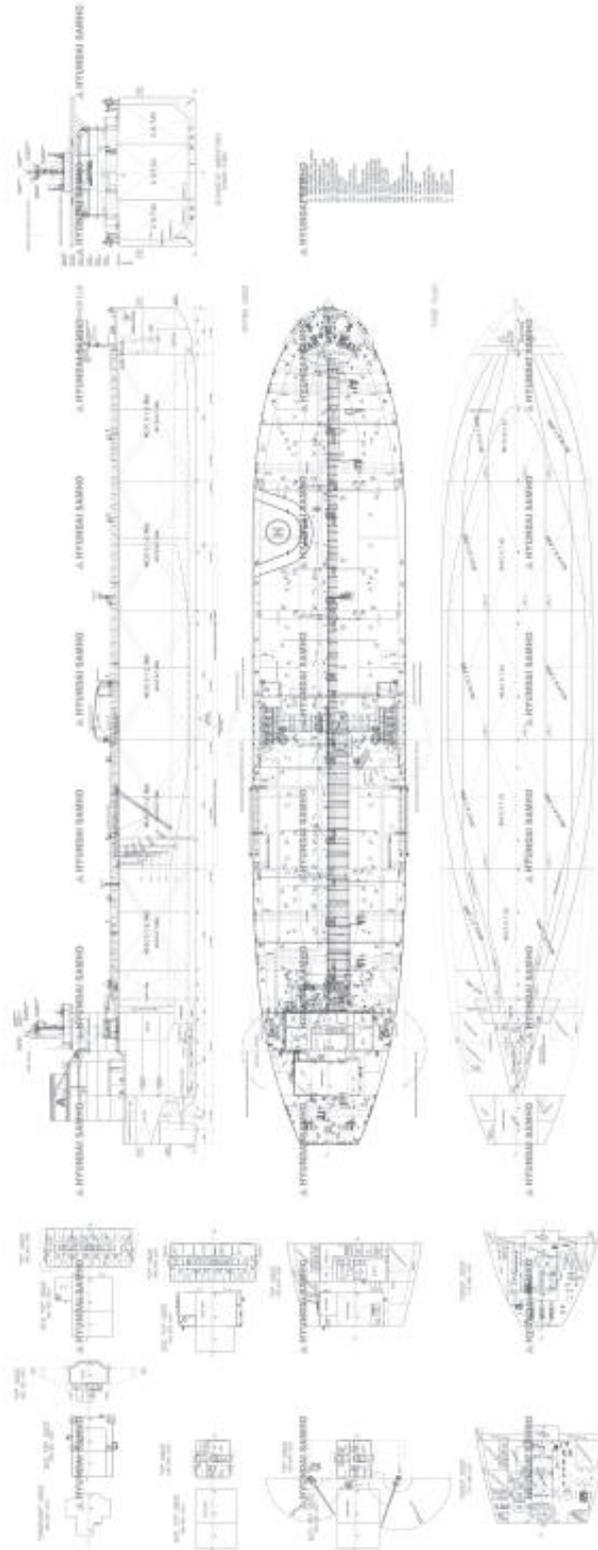
Cargo control system
 Make: KSB Sell Co., Ltd.
 Type: Electro-hydraulic remote control
 Ballast control system
 Make: KSB Sell Co., Ltd.
 Type: Hydraulic and remote control

Water Ballast Treatment System
 Make: Hyundai Heavy Industries Co., Ltd, Engine & Machinery Division
 Capacity: 6,000m³/h

Complement
 Officers: 14
 Crew: 22
 Stern appendages/special rudders: Half Duct Bridge control system
 Make: Hyundai Electric & Energy Systems Co., Ltd.
 Type: Console
 One-man operation: Yes

Radars
 Number: 2
 Make: JRC
 Model: JMR-9225-6X
 Integrated bridge system: No
 Contract date: 3 August 2016
 Launch/float-out date: 30 December 2017
 Delivery date: 13 March 2018

ALMI ATLAS





AMPHION: Very large crude carrier

Shipbuilder: **Samsung Heavy Industries Co., Ltd.**
 Vessel's name: **Amphion**
 Hull No: **SN2225**
 Owner/Operator: **CVLC One Carrier Corp.**
 Country: **Greece**
 Designer: **Samsung Heavy Industries Co., Ltd.**
 Country: **Republic of Korea**
 Model test establishment used: **Samsung Ship Model Basin**
 Flag: **Liberia**
 IMO number: **9830795**
 Total number of sister ships already completed (excluding ship presented): **nil**
 Total number of sister ships still on order: **3**

Completed in late 2018, *Amphion* was handed over by Samsung Heavy Industries to its owners Capital Maritime early in January 2019. The 320,784dwt VLCC is the first of four ships delivered under a contract signed in May 2017 which includes the option of four further vessels.

The ship is described by its owner as an eco-type VLCC crude oil tanker in line with the company's long term ambition which has seen it win many environmental industry awards. In 2009, Capital developed a plan that commits the business to reduce GHG emissions by 30% on a 2009 baseline over an 11-year period until 2020. The company has sought to further improve its energy efficiency through active voyage management, including weather routing and speed optimisation. It has also been an enthusiastic supporter of the OCIMF 'virtual arrival' concept.

Samsung, the designer and builder of the vessel, describe it as a fuel-efficient and technically advanced crude oil tanker. The new vessel is fitted with an electronically controlled MAN B&W 7G80ME-C9 two-stroke engine producing 26,890kW at 72rpm and driving a fixed-pitch propeller to give a service speed of 13knots.

The vessel also features significant improvements in hull design, which increase fuel efficiency. From the growing list of the various Samsung in-house energy saving devices, *Amphion* is fitted with the SAVER fin for directing flow along the hull to the propeller, the SAVER Stator located directly in front of the propeller which optimises the flow, STAR (Samsung Tip Advanced Rake) propeller and SARIB (Samsung Asymmetric Rudder Inboard). Between them these devices reduce fuel consumption by a claimed 6%. To allow the ship to run on HFO after the 2020 sulphur cap kicks in, the ship is scrubber ready.

The cargo tank configuration is standard for a VLCC comprising five each of port side, centre and starboard side tanks for a total of 15 tanks along with a port and starboard slop tank. There are three cargo pumps each with a 5,000m³/h capacity.

TECHNICAL PARTICULARS

Length oa: 333m
 Length bp: 326.4m
 Breadth moulded: 60m
 Depth moulded to upper deck: 30.5m

Draught
 Scantling: 22.8m
 Gross: 191,683gt
 Deadweight Scantling: 320,784dwt

Speed, service: 14.5knots

Cargo capacity
 Liquid volume: 360,000m³

Bunkers
 Heavy oil: 6,000m³
 Diesel oil: 1,000m³
 Water ballast: 96,000m³
 Tankers - percentage segregated ballast: 100%

Classification society and notations: ABS
 A1, Oil Carrier, ESP, AMS, ACCU, CSR, CPS, RHD, IHM, POT, BWE, SPMA, UWILD, CRC(I), ENVIRO, TCM, BWT, VEC, PORT, NBL Unrestricted Service

Main engines
 Model: MAN B&W 7G80ME-C9.5
 Manufacturer: MAN Diesel
 Number: 1
 Type of fuel: HFO or MDO

Propellers
 Material: Ni-Al-Bronze
 Number: 1
 Fixed/controllable pitch: Fixed

Diesel-driven alternators
 Number: 3
 Type of fuel: HFO or MDO

Bollers
 Number: 2
 Type: Oil fired

Cargo cranes/cargo gear
 Number: 2
 Type: Electro-hydraulic with Jib rest

Other cranes
 Number: 2
 Type: Electro-hydraulic with Jib rest
 Tasks: Provision & equipment handling

Mooring equipment
 Number: 10
 Type: Electro-hydraulic driven (high pressure)

Special lifesaving equipment
 Number: 2
 Type: Totally enclosed / Gravity type lifeboat

Cargo tanks
 Number: 15
 Grades of cargo carried: Crude oil

Cargo pumps
 Number: 3
 Type: Centrifugal, Steam turbine driven

Water Ballast Treatment System: Applied

Complement
 Officers: 11
 Crew: 19
 Suz/Repair Crew: 6

Bridge control system
 One-man operation: Yes

Fire detection system
 Make: Consilium
 Type: Salwico Fire Alarm System CCP

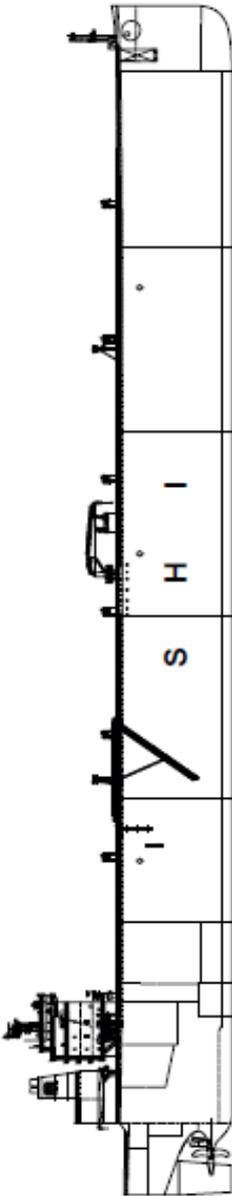
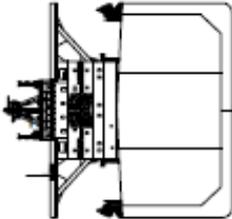
Fire extinguishing systems
 Engine room:
 Type: High expansion foam
 Cabins:
 Type: Fire hydrants
 Public spaces:
 Type: Fire hydrants

Raders
 Number: 2 sets

Waste disposal plant
 Incinerator: Applied
 Sewage plant
 Type: Biological

Contract date: May 2017
 Delivery date: 13 January 2019

AMPHION





DHT BRONCO: Very large crude carrier

Shipbuilder: Hyundai Heavy Industries
 Vessel's name: DHT Bronco
 Hull No: 2957
 Owner/Operator: DHT
 Country: Norway
 Designer: Hyundai Heavy Industries
 Country: Republic of Korea
 Flag: Hong Kong
 IMO number: 9822994
 Total number of sister ships already completed (excluding ship presented): 1
 Total number of sister ships still on order: nil

TECHNICAL PARTICULARS

Length oa: 333m
 Length bp: 327m
 Breadth moulded: 60m
 Depth moulded
 To main deck: 30.4m
 Draught
 Scantling: 22.6m
 Design: 21m
 Deadweight
 Scantling: 317,975dwt
 Speed, service: 14.8knots
 Cargo capacity
 Liquid volume: 353,900m³
 Bunkers
 Heavy oil: 5,500m³
 Diesel oil: 1,200m³
 Water ballast: 91,600m³
 Classification society and notations: ABS +A1(E), Oil Carrier, +AMS, +ACCU, ESP, CSR, AB-CM, UWILD, TCM, SPMA, CPS, VEC, BWE, BWT, RW, ENVIRO+, POT, IHM, NBLES, DWA
 Main engine:
 Model: 7G80ME-C9.5-HPSCR
 Manufacturer: Hyundai-MAN B&W
 Number: 1
 Type of fuel: HFO or MGO
 Output of each engine: 24,500KW x 66.1rpm
 Propeller(s)
 Material: Ni-Al-Bronz
 Designer/Manufacturer: Hyundai
 Number: 1
 Fixed/Controllable pitch: Fixed
 Diameter: 10.4m
 Diesel-driven alternators
 Number: 3
 Engine make/type: Hyundai, HIMSEN 7H21/32
 Type of fuel: HFO or MGO
 Output/speed of each set: 1,400KW x 900rpm
 Alternator make/type: Hyundai
 Output/speed of each set: 1,400KW x 900rpm
 Exhaust-gas scrubbing equipment:
 Manufacturer: Alfa Laval
 Type: Open loop

Hyundai Heavy Industries' first order of 2017 was for a pair of 319,000dwt VLCCs from DHT Holdings. The two vessels of which DHT Bronco was the first delivered are built to a Hyundai Heavy Industries design with a number of proprietary energy saving features.

DHT has decided on scrubbers as the solution to the 2020 sulphur cap and while most vessels in the DHT fleet are still to be retrofitted, DHT Bronco and its sister DHT Mustang were each delivered with an Alfa Laval PureSOx system installed. The scrubber treats exhausts from the main engine, auxiliary engines and the boilers. In case of scrubber failure the ship has a low-sulphur MGO tank. The ship's ballast treatment system is a 6,000m³/h Hyundai HiBallast which achieved US Coast Guard type-approval in October 2018 three months after DHT Bronco was delivered.

The main engine is a Hyundai-built MAN B&W 7G80ME-C9.5-HPSCR rated at 32,970kW at 72rpm. To meet NOx Tier III rules the engine – as the HPSCR suffix shows – is fitted with a high-pressure selective catalyst reduction system. The auxiliaries are a pair of HIMSEN 7H21/32, with an output of 1490kW at 900rpm.

To maximise the ship's fuel efficiency, the hull features a Hyundai Hi-Flow design which effectively reduces resistance in waves. At the aft of the ship the Hi-PSD propeller swirl duct generates additional thrust and compensates for propeller rotational energy losses by the pre-swirl flow in front of the propeller. The resulting uneven wake distribution to the propeller plane can also reduce the levels of hull vibration and propeller cavitation.

The cargo tank layout of 12 tanks – five centre tanks, five tanks on each side and two slop tanks – is a typical VLCC configuration. The tank coatings are Iouin's Jotacote Universal N10 epoxy paint over a standard primer. The cargo pumps supplied by Shinko Industries are rated at 5,000m³/hour, with two sets of cargo ejectors running at 600m³. The pumps give DHT Bronco a maximum loading capacity of 20,500m³/hour and a discharge rate of 15,000m³/hour.

Boilers
 Number: 2
 Type: standard Vertical two-drum
 Make: Alfa Laval
 Output, each boiler: 40,000kg/h

Cargo cranes/cargo gear: Hose handling crane
 Number: 2
 Make: Oriental Precision
 Type: Electro-hydraulic
 Performance: 20t SWL

Other cranes
 Number: 2
 Make: Oriental Precision
 Type: Electro-hydraulic
 Tasks: Provision handling crane
 Performance: 10t SWL (port) / 3t SWL (stbd)

Mooring equipment
 Number: 2 windless, 1 SPM winch, 8 mooring winch
 Make: MacGregor
 Type: Electro-hydraulic

Special lifesaving equipment
 Number of each and capacity: 2x 30 persons each
 Make: Hyundai Lifeboat
 Type: Conventional

Cargo tanks
 Number: COT-15EA / SLOP-2EA
 Grades of cargo carried: 3
 Product range: Crude oil

Cargo pumps
 Number: 3
 Type: Vertical, Centrifugal, Steam turbine driven
 Make: Shinko
 Stainless steel: Not applied
 Capacity (each): 5,000m³/h x 150mTH

Cargo control system
 Make: Nakakita
 Type: Hydraulic

Ballast control system
 Make: Nakakita
 Type: Hydraulic

Water ballast Treatment System
 Make: HiBallast (Hyundai)
 Capacity: 6,000m³/h

Complement
 Officers: 12
 Crew: 18

Bridge control system
 Make: Kongsberg
 One-man operation: Yes

Fire detection system
 Make: Constium-Iijin
 Type: addressable

Fire extinguishing systems
 Cargo holds: Deck foam
 Make/Type: NK
 Engine room: H.P. CO₂
 Make/Type: NK

Radars
 Number: 2
 Make: JRC
 Model(s): JMR-9282-S for S-band / JMR-9225-6X for X-band

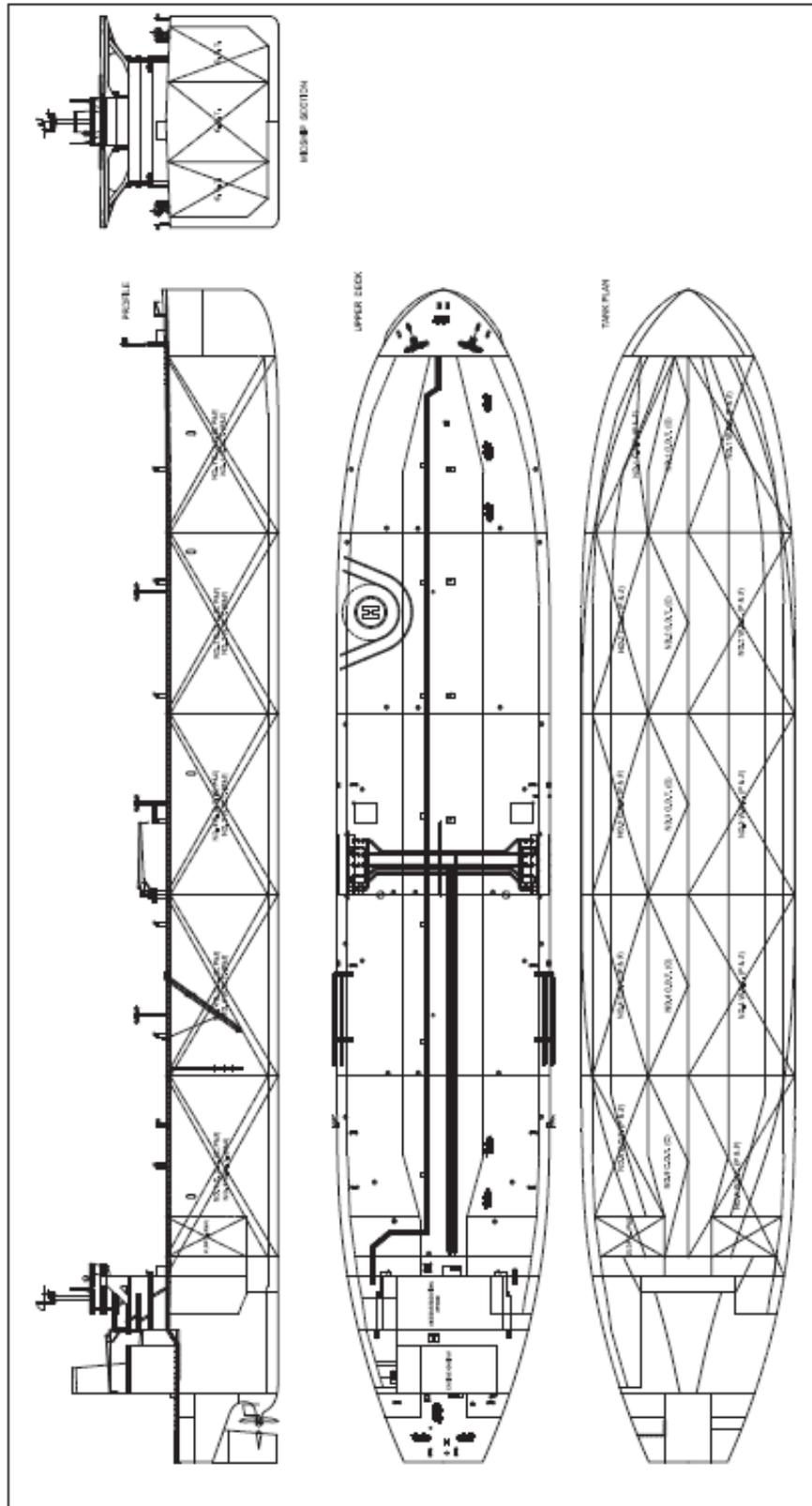
Integrated bridge system: Yes
 Make: JRC
 Model: JAN-9201

Contract date: 20 January 2017

Launch/float-out date: 11 May 2018

Delivery date: 27 July 2018

DHT BRONCO



9.3 Significant Ships of 2017.



AMJAD: Very large crude carrier

Shipbuilder: **Hyundai Samho Heavy Industries Co., Ltd**
 Vessel's name: **Amjad**
 Hull No.: **S842**
 Owner/Operator: **The National Shipping Company of Saudi Arabia Kingdom of Saudi Arabia**
 Designer: **Hyundai Samho Heavy Industries Co., Ltd**
 Country: **Republic of Korea**
 Model test establishment used: **SSPA**
 Flag: **Saudi Arabia**
 IMO number: **9779800**
 Total number of sister ships already completed (excluding ship presented): **4**

AMJAD is the first in class of a total of 10 Very Large Crude Carriers (VLCCs) which are being built by Hyundai Samho Heavy Industries (HHI) and are to be owned by Saudi Arabia's state-run shipping company, Bahri Ship Management. Amjad – which means 'Glory' in Arabic – is 333 metres long and 60 metres wide. It is capable of carrying 300,000 tons of oil. Each of the vessels in the class is worth an estimated US\$85-95 million and they are being delivered to the Saudi company under a contract signed in 2015. Delivery of all vessels is due by the end of 2018.

These VLCCs will boast a number of devices designed to save energy and improve performance. These include a HHI pre-swirl duct and a Hyundai end-plated cap fin (Hi-Pin), which saves fuel by breaking up the hub vortex generated behind the rotating propeller, resulting in improved hydrodynamic performance. A full-spade rudder with Hyundai X-twisted leading edge also features, and all will be fitted with a Hyundai Ballast Water Treatment System which is stated to offer economy of operation.

TECHNICAL PARTICULARS

Length oa: 332.97m
 Length bp: 322m
 Breadth moulded: 60.00m
 Depth moulded to upper deck: 29.4m
 Width of double skin: 3.0m
 Side: 2.9m
 Bottom: 2.9m
 Draught: 21.6m
 Scantling: 21.6m
 Design: 20.5m
 Gross: 154,252t
 Displacement: 132,524t
 Lightweight: 43,756t

Deadweight: Design: 279,405dwt
 Scantling: 298,886dwt
 Block co-efficient (please state relevant draught): 0.7208
 Speed, service: 14.72knots at design draught
 Liquid volume: 342,058.6
 Bunkers (m³): Heavy oil: 7401.8
 Diesel oil: 1,033.9
 Water ballast (m³): 91,421.7
 Daily fuel consumption (tonnes/day): Main engine only: 169.17 g/kW-hr (MCR)

Classification society and notations: LR +100A1 Double Hull Oil Tanker, CSR, ESP, ShipRight (CM, FDA plus (40, WW), ACS (B,C)), *IWS, LI, DSPM4, ECO (BWT, IHM, P, SEEMP) +LMC, IGS, UMS, NAV1, Descriptive Note: ShipRight (BWMP (S, T), SCM, SERS, VECS)

% high-tensile steel used in construction: 49.7

Main engine: Design: Hyundai-Wartsila
 Model: W7X82
 Manufacturer: Hyundai Heavy Industries Co., Ltd, Engine & Machinery Division
 Number: 1
 Type of fuel: HFO
 Output: 24,000kW

Propeller: Material: Ni-Al-Bronze
 Designer/Manufacturer: Hyundai Heavy Industries Co., Ltd, Engine & Machinery Division
 Number: 1
 Fixed/Controllable pitch: Fixed
 Diameter: 10,300mm

Diesel-driven alternators: Number: 3
 Engine make/type: Hyundai Heavy Industries Co., Ltd, Engine & Machinery Division/Himsen 7H21/32
 Type of fuel: HFO
 Output/speed of each set: 1,490kW / 900rpm
 Alternator make/type: Hyundai Electric & Energy Systems Co., Ltd / HFC7 632-06P
 Output/speed of each set: 1,400kW / 900rpm

Boilers: Number: 3
 Type: MAC-50B x 2 / Aalborg OS-TCI x 1

Make: Mitsubishi Heavy Industries Co., Ltd / Alfa Laval
 Output, each boiler: 50,000kg/h x 2 / 2,400kg/h x 1

Cargo cranes/cargo gear: Number: 2
 Make: Oriental Precision & Engineering Co., Ltd.
 Type: Electro-Hydraulic type
 Performance: SWL 20t

Other cranes: Number: 2
 Make: Oriental Precision & Engineering Co., Ltd.
 Type: Electro-hydraulic type
 Tasks: Provisions crane
 Performance: SWL 9.5t, 3t

Other cranes: Number: 1
 Make: Dongnam Marine Crane Co., Ltd.
 Type: Magnetic disc brake
 Tasks: Engine room crane
 Performance: SWL 9.5t

Mooring equipment: Number: 9
 Make: Macgregor
 Type (electric/hydraulic/steam): Hydraulic

Special lifesaving equipment: Number of each and capacity: 2 / 36 persons
 Make: Hyundai Lifeboats Co., Ltd
 Type: Totally enclosed lifeboat

Cargo tanks: Number: 17
 Grades of cargo carried: Crude oil
 Coated tanks – make and type of coating: Jotun / Jotacole Universal N10

Cargo pumps: Number: 3
 Type: KV450-4
 Make: Shinko Industries Ltd.
 Capacity (each): 5,000m³/h

Cargo control system: Make: WAF Instruments
 Type: OILCON MAPK 6M

Ballast control system: Make: Nakakita Selsakusho Co., Ltd
 Type: Hydraulic and remote control
 Water ballast treatment system: Make: Hyundai Heavy Industries Co., Ltd, Engine & Machinery Division
 Capacity: 6,000m³/h

Complement: Officers: 17
 Crew: 19

Bridge control system: Make: Hyundai Electric & Energy Systems Co., Ltd.
 Type: Console
 Is bridge fitted for one-man operation? Yes

Fire detection system: Make: Consilium Marine AB
 Type: Unit of control panel

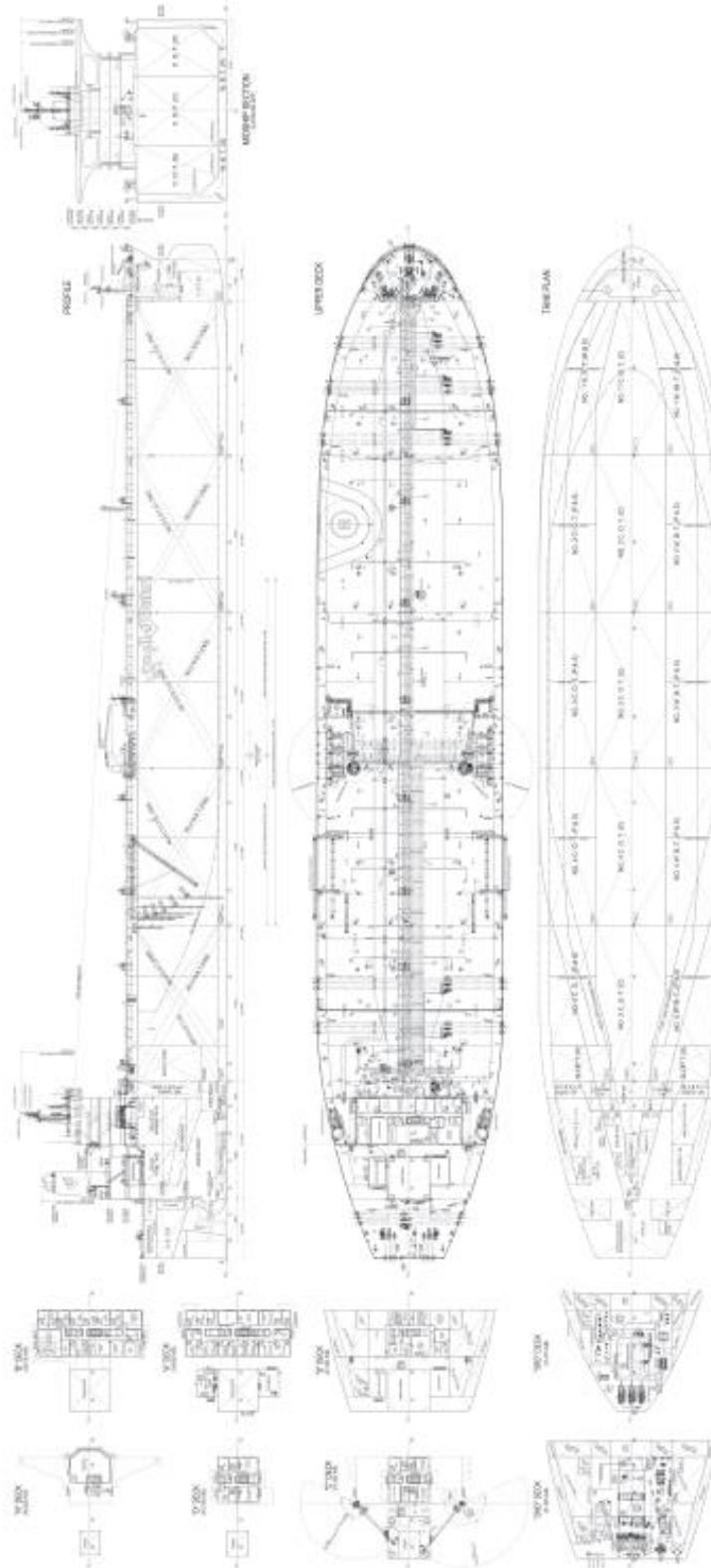
Fire extinguishing systems: Cargo holds: Fixed Foam
 Make/Type: NK Co., Ltd. / foam
 Engine room: CO₂
 Make/Type: NK Co., Ltd. / high-pressure
 Cabins: Water spray system

Radars: Number: 2
 Make: JRC
 Model: JMR-9225-6X/S

Waste disposal plant: Incinerator: Make: Hyundai Marine Machinery Co., Ltd
 Model: MAXI 1500SL WS
 Sewage plant: Make: Il Seung Co., Ltd.
 Model: ISB-06

Contract date: 21 May 2015
 Launch/float-out date: 16 December 2016
 Delivery date: 7 February 2017

AMJAD





V.TRUST: Crude oil tanker

Shipbuilder: **Hyundai Heavy Industries**
 Vessel's name: **V.Trust**
 Hull No: **2910**
 Owner/Operator: **Oriental Shipping**
 Country: **Hong Kong, China**
 Designer: **Hyundai Heavy Industries**
 Country: **Republic of Korea**
 Flag: **Panama**
 IMO number: **9794812**
 Total number of sister ships already completed (excluding ship presented): **1**

V.TRUST is a 300,000dwt crude oil tanker. Built by Hyundai Heavy Industries Co., Ltd (HHI), it was delivered to Oriental Shipping in August 2017.

The vessel has an overall length of 336m, a width of 60m, a depth of 29.4m and a design draught of 21.7m. There are 17 cargo oil tanks, including two slop tanks, with total capacity of 345,000m³. Five pairs of water ballast tanks combine with a double bottom to form a double hull structure. V.Trust has been built according to the latest SOLAS/MARPOL requirements and also meets the IACS's new harmonised Common Structural Rules (New CSR) and enhanced EEDI minimum power requirements.

The design maximises efficiency by reducing fuel consumption. HHI used a Hi-PSD (Hyundai Preswirl Duct) and the newly developed Hi-Bow bow shape. The Hi-Bow has a sharpened bow shape above the waterline. By comparison with a conventional blunt bulbous bow it reduces the added wave resistance in rough seas. Sea-keeping performance in heavy weather conditions is improved without degrading calm sea performance.

TECHNICAL PARTICULARS	
Length oa:	abt. 336m
Length bp:	330m
Breadth moulded:	60m
Depth moulded	
To main deck:	29.4m
Draught	
Scantling:	21.7m
Design:	20.5m
Deadweight	
Scantling:	301,100dwt
Speed, service:	15.8knots
Cargo capacity (m ³)	
Liquid volume:	ca. 345,000
Bunkers (m ³)	
Heavy oil:	ca. 5,750
Diesel oil:	ca. 450
Water ballast (m ³):	ca. 90,000

Classification society and notations: **KR: +KRS1-Oil Tanker (Double Hull) 'ESP', (FBC), (CSR), Crude Sealtrust(HCM), VEC-2, IGS, COW, CLEAN1, IWS, BWT, LI, EQ-SPM, +KRM1-UMA, STCM, PSPC, ERS LR: +100A1 Double hull oil tanker, CSR, ESP, ShipRight (CM, ACS(B,C)), *IWS, LI, DSPM4, +LMC, UMS, IGS, ShipRight (SCM, BWMP(T))**

Main engine
 Model: **7XB2**
 Manufacturer: **Hyundai-Wartsila**
 Number: **1**
 Type of fuel: **HFO or MGO**
 Output of each engine: **25,600 kW x 67rpm**

Propeller
 Material: **Ni-Al-Bronze**
 Designer/Manufacturer: **Hyundai**
 Number: **1**
 Fixed/Controllable pitch: **Fixed**
 Diameter: **10.6 m**

Diesel-driven alternators
 Number: **3**
 Engine make/type: **Hyundai, Himsen 6H21/32**
 Type of fuel: **HFO or MGO**
 Output/speed of each set: **1,280kW x 90 rpm**
 Alternator make/type: **Hyundai**
 Output/speed of each set: **1,200kW x 900rpm**

Boilers
 Number: **2**
 Type: **Cylindrical**
 Make: **Alla Laval**
 Output, each boiler: **40,000kg/h**

Cargo cranes/cargo gear: **Hose-handling crane**
 Number: **2**
 Make: **Oriental Precision**
 Type: **Electro-hydraulic**
 Performance: **25t SWL**

Other cranes
 Number: **2**
 Make: **Oriental Precision**
 Type: **Electro-hydraulic**
 Tasks: **Provision crane**
 Performance: **10t SWL (port) / 3t SWL (starboard)**

Mooring equipment
 Number: **2 windlasses, 8 mooring winches**
 Make: **Flutek**
 Type: **Electro-hydraulic**

Special lifesaving equipment
 Number of each and capacity: **2, 35 persons each**
 Make: **HLB (Hyundai Lifeboat)**
 Type: **Conventional**

Cargo tanks
 Number: **15 + 2 slop**
 Grades of cargo carried: **3**
 Product range: **Crude oil**

Cargo pumps
 Number: **3**
 Type: **Vertical centrifugal, steam turbine-driven**

Make: **Shinko**
 Capacity (each): **5,000m³h x 150m³H**
 Cargo control system
 Make: **Emerson Marine**
 Type: **Conventional console control**

Ballast control system
 Make: **Emerson Marine**
 Type: **Conventional console control**

Water ballast treatment system
 Make: **Techcross**
 Capacity: **6,360 m³h**

Complement
 Officers: **12**
 Crew: **18**
 Suez/Repair Crew: **1 cabin for 6 Suez crew**

Bridge control system
 Make: **Nabtesco**
 Type: **M-800-V**
 Is bridge fitted for one-man operation? **Yes**

Fire detection system
 Make: **AUTRONICA**
 Type: **AutoSafe (Addressable)**

Fire extinguishing systems
 Cargo holds: **Deck foam**
 Make/Type: **NK**
 Engine room: **High-pressure CO₂**
 Make/Type: **NK**

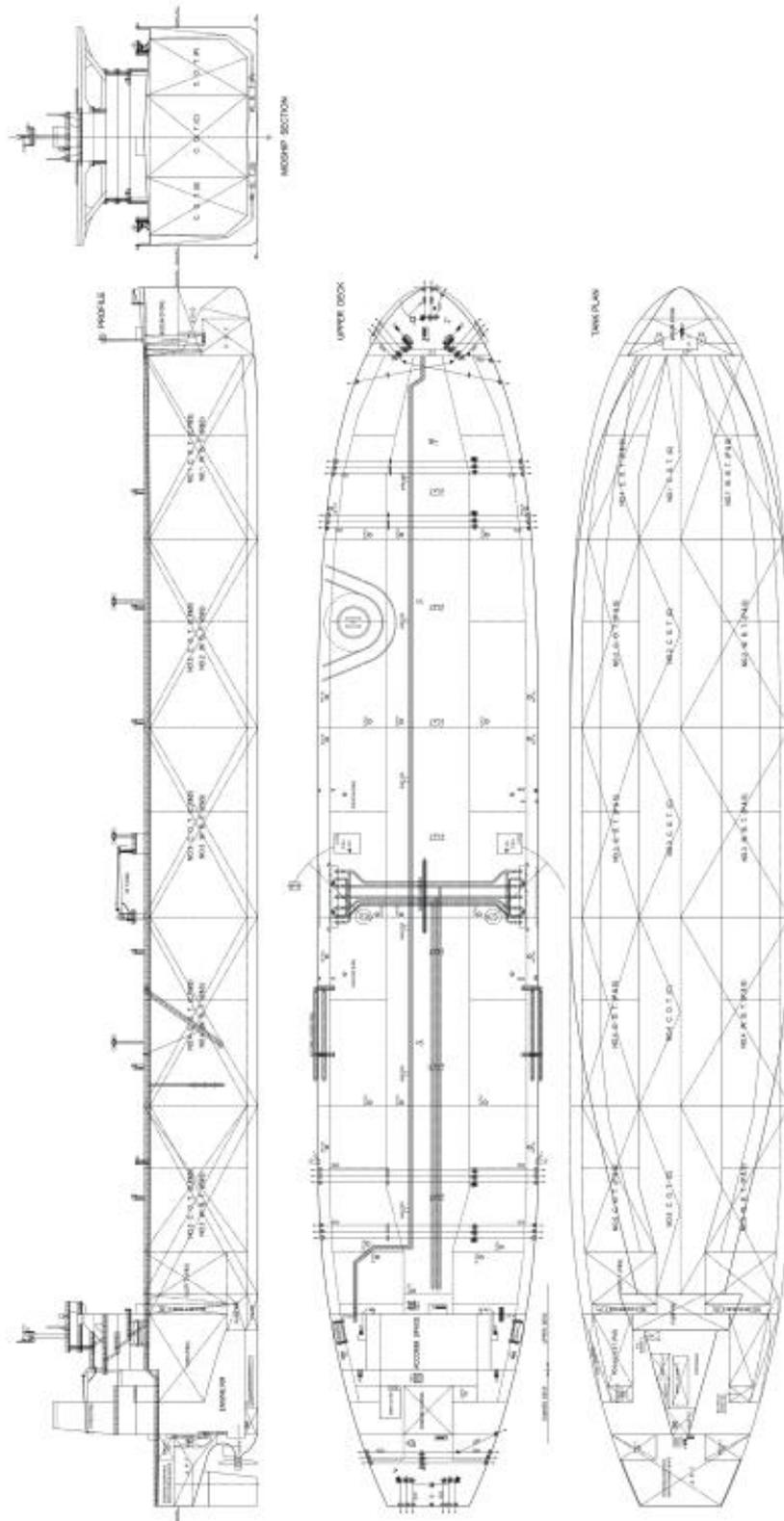
Radars
 Number: **2**
 Make: **JRC**
 Models: **JMR-92B2-S for S-band / JMR-9225-6X for X-band**

Integrated bridge system: **Yes**
 Make: **JRC**
 Model: **JAN-9201**
 Delivery date: **31 August 2017**

PETROLERO VLCC DE 300.000 TPM

CUADERNO I: DIMENSIONAMIENTO. ELECCIÓN DE CIFRA DE MÉRITO, DEFINICIÓN DE ALTERNATIVAS Y SELECCIÓN DE LA MÁS FAVORABLE

PEDRO LEMOS GONZÁLEZ



9.4 Bibliografía.

- Página Web de Marine Traffic: <https://www.marinetraffic.com>
- “Proyecto básico del Buque” de Fernando Junco Ocampo.
- Catálogo de motores marinos MAN.

Ferrol, junio de 2022

Fdo.: Pedro Lemos González