



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

Trabajo Fin de Grado
CURSO 2020/2021

Bulkcarrier 100 000 TPM

Grado en Ingeniería Naval y Oceánica

ALUMNA/O

Sofia Fraga Ludeiro

TUTORAS/ES

Marcos Míguez González

FECHA

Julio 2021

1 RESUMEN

1.1 Castellano

En este cuaderno se recogen los diferentes procedimientos necesarios para la predicción de la potencia propulsora así como el cálculo y dimensionamiento de timón y codaste y sus respectivas características.

1.2 Gallego

Neste caderno recollense os diferentes procedementos necesarios para a predicción da potencia propulsora así coma o cálculo e dimensionamiento de timón y codaste e as súas respectivas características.

1.3 Inglés

The next document show the calculations needed to size the propulsive power as well as the dimensions of the rudder. In this project there will be defined the main features of the propulsive part of the vessel.



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

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

Bulkcarrier 100 000 TPM

Grado en Ingeniería Naval y Oceánica

Cuaderno 6

**“PREDICCIÓN DE POTENCIA PROPULSORA Y DISEÑO DEL
PROPULSOR Y TIMÓN”**



GRADO EN INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA
TRABAJO FIN DE GRADO

CURSO 2020-2021

PROYECTO NÚMERO

TIPO DE BUQUE: Bulkcarrier

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

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

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

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

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

TRIPULACIÓN Y PASAJE: 13 tripulantes

OTROS EQUIPOS E INSTALACIONES:

Lo habitual en este tipo de buques

Ferrol, 2 Octubre 2020

ALUMNO/A: **D^a SOFÍA FRAGA LUDEIRO**

Índice

1 Resumen	2
1.1 Castellano.....	2
1.2 Gallego	2
1.3 Inglés.....	2
2 Introducción	6
3 Estimación de la Potencia Propulsora	7
3.1 Cálculo de Resistencia al Avance mediante NAVCAD	7
3.1.1 Resistencia de formas	7
3.1.2 Resistencia por Apéndices	9
3.1.3 Resistencia Aerodinámica	10
3.1.4 Resistencia Total	11
4 Estimación de la Potencia Propulsiva	12
4.1 Potencia propulsiva “ by trusth”.....	12
4.2 Elección de motor propulsor	14
4.3 Diseño del propulsor y Análisis de Alternativas.....	14
4.3.1 Conclusiones	16
4.4 Claras del Codaste	16
5 diseño del timón.....	18
5.1 Dimensiones del timón.....	18
5.1.1 Tipo de Perfil	19
5.2 Centros de presión.....	19
5.3 Potencia del servo-motor del timón.....	20
6 ANEXO I	22
7 Anexo II.....	23

2 INTRODUCCIÓN

En este cuaderno se llevará a cabo un cálculo más exhaustivo de la potencia propulsora del buque proyecto, similar a la ya efectuada en el Cuaderno 1 y el diseño del timón. Este cálculo será mucho más preciso debido a la existencia de muchos más datos relacionados con el buque proyecto conseguidos en los cuadernos anteriores.

Las características principales del buque obtenidas en el cuaderno 3 son las siguientes:

Parámetros de forma del buque	
Eslora entre Perpendiculares	241 m
Manga	38 m
Calado	15.15 m
Puntal	21 m
Desplazamiento (Δ)	119786 t
Superficie Mojada	14483,269 m ²
Coefficiente de Bloque	0,838
Coefficiente Prismático	0,845
Coefficiente de la Maestra	0,996
Coefficiente de Flotación	0,908
Velocidad	15 nudos
Semi ángulo de entrada	36

Para la estimación de esta potencia se utilizará el software “NavCad”, y mediante una predicción basada en el método Holtrop, basado en una estimación estadística cuyo planteamiento se basa en la teoría de resistencia por formación de olas, obtendremos la potencia propulsiva del buque proyecto.

3 ESTIMACIÓN DE LA POTENCIA PROPULSORA

Como ya se ha mencionado en la introducción, el software a utilizar va a ser “NavCad”. En los siguientes apartados se desglosa las partes más importantes del report obtenido por dicho programa, pero el report completo se puede encontrar en el **Anexo I**, al final de este documento.

El método elegido para realizar el análisis ha sido **Holtrop**. Para utilizar este método es necesario cumplir con los siguientes requisitos:

1. Valores entre 0.6-0.26, en este caso el valor del F_n del buque proyecto es 0.15 por tanto CUMPLE.
2. El valor de CP tiene que estar entre 0.55-0.85, en el caso del buque proyecto es de 0.841 por tanto CUMPLE.
3. LWL/BWL tiene que tener un valor entre los rangos 3.90-14.90, en este caso el valor es de 6.34 por tanto CUMPLE.
4. El valor de BWL/T tiene que estar dentro de los rangos de 2.10-4.00, en el caso de este buque su valor es de 2.51 por tanto CUMPLE.
5. Y finalmente el valor de λ tiene que estar entre 0.01-1.03 y el valor obtenido es de 1.03 por tanto también CUMPLE.

Como se puede comprobar el método Holtrop se considera el más adecuado para hacer el estudio de la potencia debido a que cumple con todas las condiciones requeridas para la utilización de este método.

3.1 Cálculo de Resistencia al Avance mediante NAvCAD

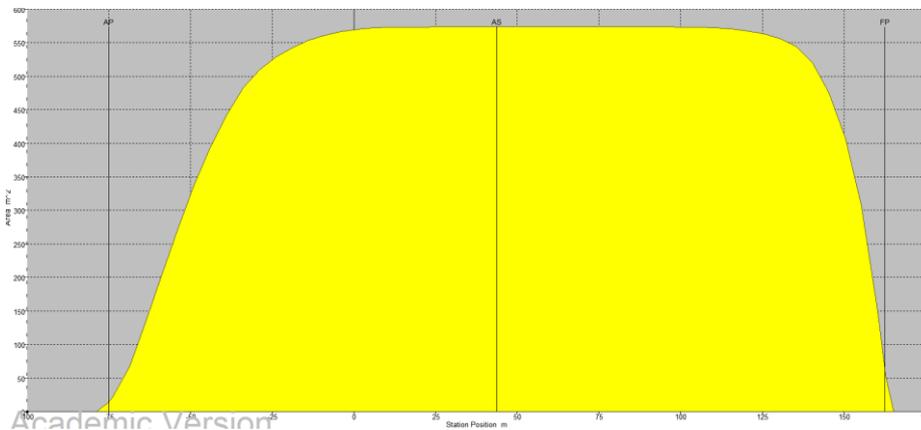
Para elaborar el cálculo de la resistencia es necesario introducir dentro del programa las características más relevantes del buque proyecto para que así se obtenga el cálculo de la resistencia del mismo y posterior potencia propulsora. Esos datos son los siguientes, se adjuntan como imagen.

3.1.1 Resistencia de formas

Para tratar la resistencia de formas es necesario primeramente conocer las características generales para utilizar NAvCad, a continuación, se adjunta una imagen de los datos que han sido utilizados para el estudio.

Hull		
Configuration:	Monohull	
Chine type:	Round/multiple	
General		
Length on WL:	241,000	m
Max beam on WL:	38,000	m
Max molded draft:	15,150	m
Displacement:	119786,00	t
Wetted surface:	14483,000	m ²
Demi-hull spacing:		m
ITTC-78 (CT)		
LCB fwd TR:	126,087	m
LCF fwd TR:	120,870	m
Max section area:	573,558	m ²
Waterplane area:	8315,460	m ²
Bulb section area:	64,570	m ²
Bulb ctr below WL:	2,810	m
Bulb nose fwd TR:	243,000	m
Imm transom area:	0,000	m ²
Transom beam WL:	0,000	m
Transom immersion:	0,000	m
Half entrance angle:	36,00	deg
Bow shape factor:	1,0	[WL flow]
Stern shape factor:	0,0	[AVG flow]

En la imagen se puede observar las dimensiones principales que se han mencionado en la introducción, así como los valores de los parámetros del bulbo y espejo de popa, que vienen reflejados en la curva de áreas.



Además, en los dos últimos aparados de “Bow shape y Stern shape” se muestra que para la primera tiene un valor 1, ya que las formas del buque son muy similares a una u, y una forma de estampa normal por tanto para el programa tiene valor 0.

Estos datos recogidos en la imagen anterior, han sido obtenido de las hidrostáticas del “Cuaderno 3”, se adjuntan a continuación.

DIMENSIONES CUADERNO 3		
Displacement	119786	t
Volume (displaced)	116864,033	m ³
Draft Amidships	15,15	m
Immersed depth	15,205	m
WL Length	241,261	m
Beam max extents on WL	38	m
Wetted Area	14483,269	m ²
Max sect. area	573,558	m ²
Waterpl. Area	8321,518	m ²
Prismatic coeff. (Cp)	0,845	
Block coeff. (Cb)	0,838	
Max Sect. area coeff. (Cm)	0,996	
Waterpl. area coeff. (Cwp)	0,908	
LCB length	126,087	from zero pt. (+ve fwd) m
LCF length	120,876	from zero pt. (+ve fwd) m
LCB %	52,262	from zero pt. (+ve fwd) % Lwl
LCF %	50,102	from zero pt. (+ve fwd) % Lwl
KB	7,838	m
KG fluid	0	m
BMt	7,919	m
BML	291,228	m
GMt corrected	15,758	m
GML	299,067	m
KMt	15,758	m
KML	299,067	m
Immersion (TPc)	85,296	tonne/cm
MTc	1509,024	tonne.m
RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1)	32942,301	tonne.m
Length:Beam ratio	6,349	
Beam:Draft ratio	2,499	
Length:Vol ^{0.333} ratio	4,935	
Precision	Medium	64 stations

Con toda esta información se obtiene una primera resistencia, la “Resistencia de casco desnudo” o “Rbare” que tiene un valor de:

$$R_{bare} = 1336,23Kn$$

3.1.2 Resistencia por Apéndices

Este apartado engloba quillas de balance, arbotantes y otros componentes adicionales que pueda tener el buque proyecto, en este caso el **único apéndice** que dota el barco es el **timón**, los valores del mismo se desarrollan y analizan en apartados posteriores de este cuaderno y son esos datos obtenidos los que se utilizarán para calcular la resistencia por apéndices.

$$R_{app} = 13.80 Kn$$

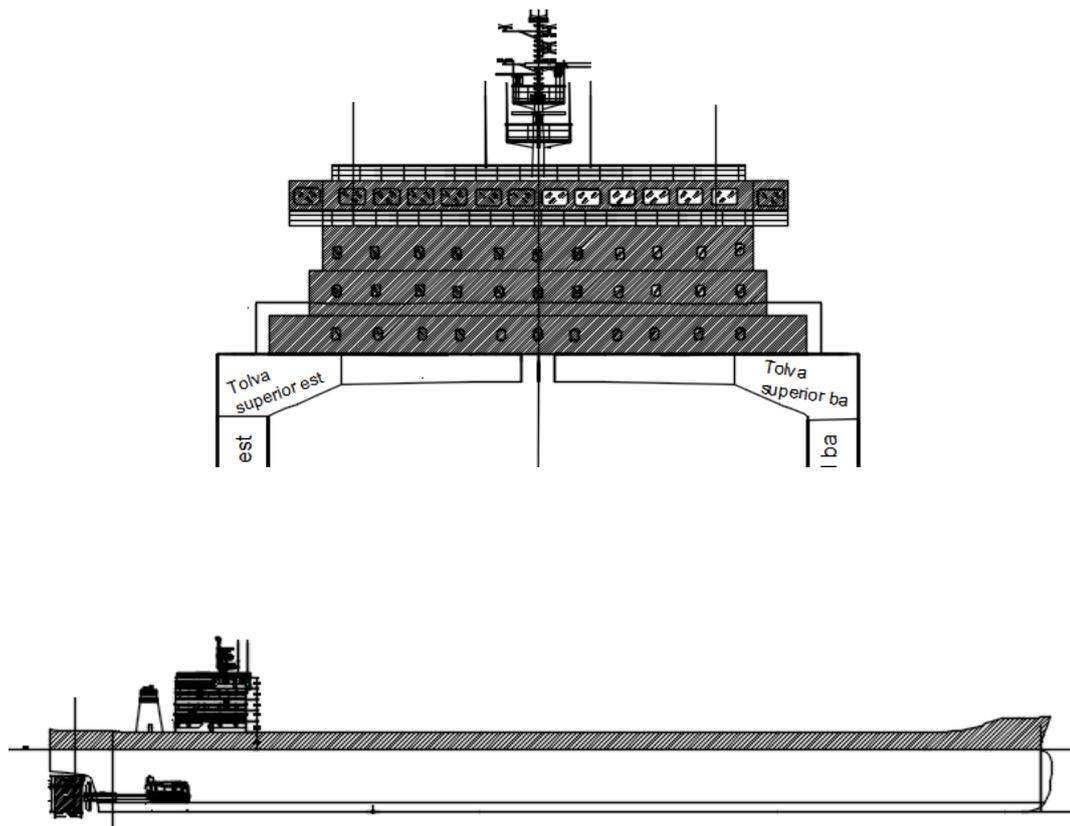
Se adjunta plano del timón en el Anexo II

3.1.3 Resistencia Aerodinámica

LA resistencia aerodinámica está formada por aquellas partes del buque que están por encima de la flotación, en este caso se habla por tanto de la obra muerta y de la zona de habilitación. Los valores por tanto utilizados son los que se muestran a continuación:

Exposed hull		
Transverse area:	1440,985	m ²
VCE above WL:	0,000	m
Profile area:	217,614	m ²
Superstructure		
Superstructure shape:	Cargo ship	
Transverse area:	530,000	m ²
VCE above WL:	0,000	m
Profile area:	267,101	m ²

Los valores utilizados se han obtenido del “Cuaderno 7”, a continuación, se deja un croquis del área que se corresponden con las zonas sombreada.



Por tanto, se obtiene que la resistencia del viento es la siguiente:

$$R_{wind} = 37.20 \text{ Kn}$$

3.1.4 Resistencia Total

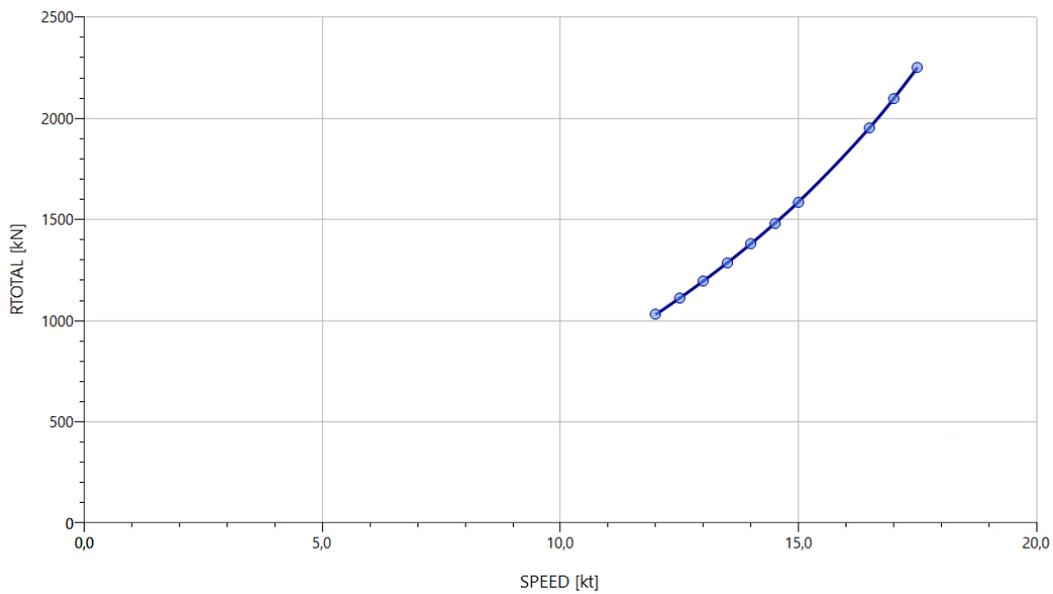
Para el cálculo de la resistencia total es necesario la suma de las resistencias de los apartados anteriores además de una resistencia adicional llamada “resistencia por margen de diseño” que se ha establecido en un 15.

Margin		
Design margin:	15	%
Basis:	Hull drag only	

$$R_{margin} = 200,43 \text{ Kn}$$

Las sumas de todas ellas dan lugar a la resistencia total.

$$R_{total} = 1587.66 \text{ Kn}$$



El report completo se puede encontrar en el **Anexo I** , al final de este documento.

4 ESTIMACIÓN DE LA POTENCIA PROPULSIVA

4.1 Potencia propulsiva “ by trusth”

Tras el cálculo de la resistencia se procede a realizar el estudio de la propulsión teniendo en cuenta los resultados obtenidos hasta el momento.

En este apartado entran en juego los parámetros del propulsor, estos deben introducirse en “NavCad” y este nos dimensionará entre otras cosas los rpm óptimas y la potencia necesaria. Proporciona además un report similar al del apartado anterior, también disponible en el Anexo II.

Los datos introducidos fueron los siguientes:

DATOS DEL PROPULSOR		
Número de palas	-----	6
Relación área disco/área palas	-----	0.622 (size)
Diámetro del propulsor (fijado en C3)	-----	7350 mm
Paso de la hélice	-----	5802 mm (size)
Inmersión del eje	-----	9500 mm
Eficiencia de la transmisión	-----	1
Eficiencia del eje	-----	0.97

A la hora de hacer el estudio en el programa NAvCad para la potencia propulsiva además de los datos relativos al propulsor es necesario establecer una serie de condiciones de diseño iniciales, de las que el programa partirá para hacer la estimación. Estas condiciones iniciales son las que se muestran en la imagen al final de párrafo.

Entre ellas están:

- RPM de referencia, éstas han sido obtenidas en una primera estimación realizada en el “Cuaderno 1”.
- Reference thrust ha sido estimado por el propio programa, para ello se ha tomado de los valores que este sugería, se ha tomado el valor total in.service ya que de los dos es el valor mayor y por tanto el más desventajoso para el buque proyecto
- El diámetro máximo de la hélice se ha fijado en el C3 y por tanto será un dato que se mantendrá fijo.
- Design point se ha decidido que era más ventajoso calcularlo para el 100% de la eficiencia del buque.

Design condition [By thrust]			
Design speed:	15,00	▼	kt
Reference thrust:	1895,20	...	kN
Design point:	1,000	...	
Reference RPM:	80	...	
Design point:	1,000	...	
Max prop diam:	7350,0		mm

Después de introducir estos datos previos el programa realiza una estimación para establecer los valores óptimos de trabajo del buque a 15 nudos, que son los siguientes obtenidas del report:

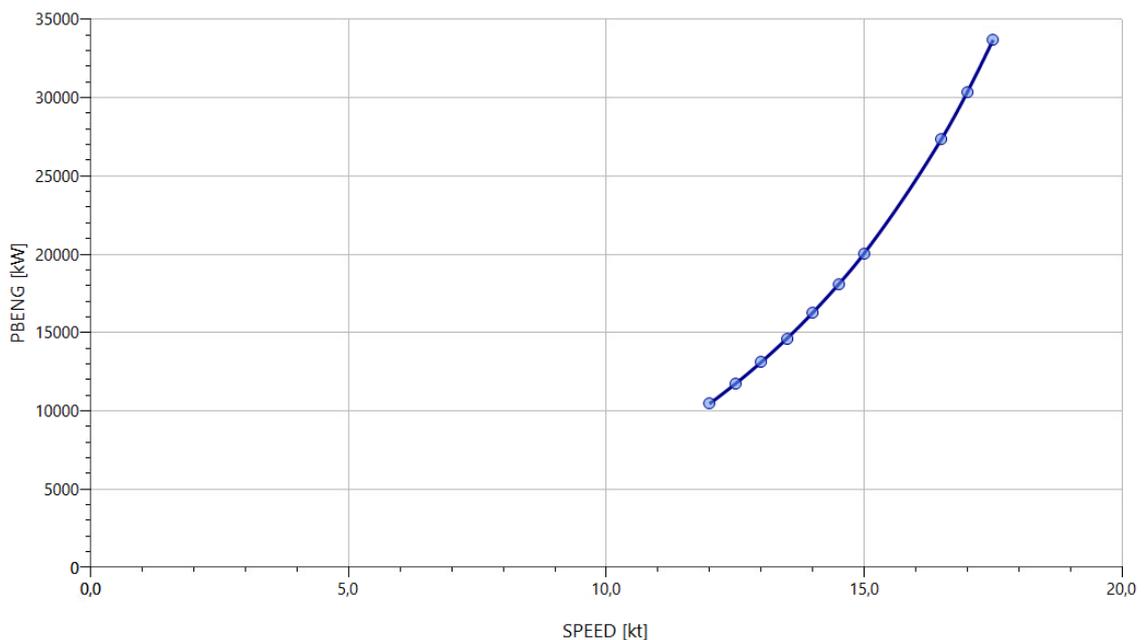
SPEED [kt]	RPMPROP [RPM]	QPROP [kN-m]	QENG [kN-m]	PDPROP [kW]	PSPROP [kW]	PSTOTAL [kW]	PBTOTAL [kW]	TRANSP
12,00	70	1409,33	1409,33	10259,5	10576,8	10576,8	10576,8	685,6
12,50	72	1520,56	1520,56	11504,7	11860,5	11860,5	11860,5	636,9
13,00	75	1637,28	1637,28	12860,9	13258,6	13258,6	13258,6	592,5
13,50	78	1760,12	1760,12	14340,5	14784,0	14784,0	14784,0	551,8
14,00	81	1889,83	1889,83	15958,4	16452,0	16452,0	16452,0	514,3
14,50	84	2027,27	2027,27	17732,3	18280,8	18280,8	18280,8	479,3
+ 15,00 +	87	2173,45	2173,45	19683,1	20291,8	20291,8	20291,8	446,7
16,50	96	2676,08	2676,08	26857,7	27688,3	27688,3	27688,3	360,1

Como se menciona al principio del apartado, al hacer el estudio se obtiene que las Rpm óptimas para este buque son 91rpm frente al 80 rpm obtenidas en el cuaderno 1.

$$RPM_{\text{óptimas}} = 87 \text{ rpm}$$

También se obtiene la potencia al freno necesaria para desplazar el buque a 15 nudos.

$$PB_{\text{total}} = 20291,8 \text{ KW}$$



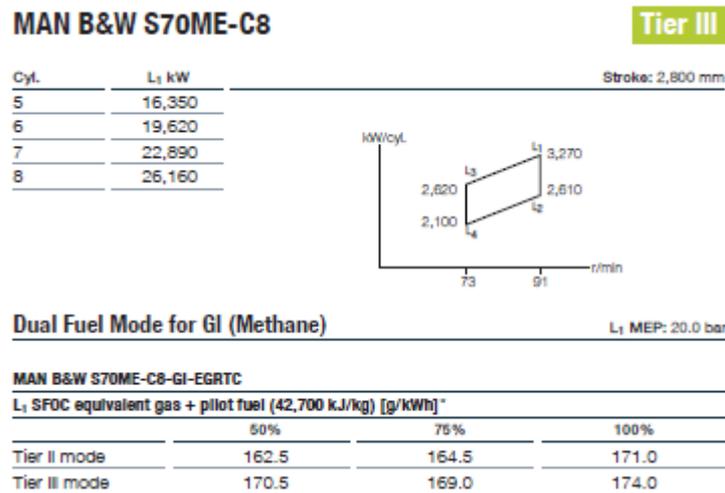
Por último, se realiza la comprobación de la potencia requerida para definir el motor principal además de aplicar el margen del 85% del MCR:

$$BHP = \frac{PB_{total}}{0.85} = 23872,7 \text{ Kw}$$

4.2 Elección de motor propulsor

Con los resultados obtenidos en los apartados anteriores se procede a la selección del motor principal que varía con respecto al elegido en el Cuaderno 1.

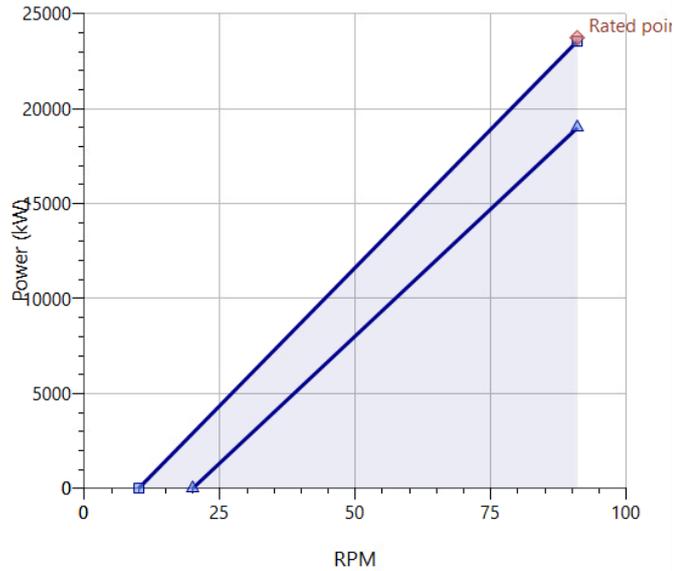
Es necesario que el motor tenga una potencia mínima de 23597,64 KW a 91 rpm, por ello se ha escogido del catálogo Man B&W el modelo s70ME-C8 de 8 cilindros, diésel y metano.



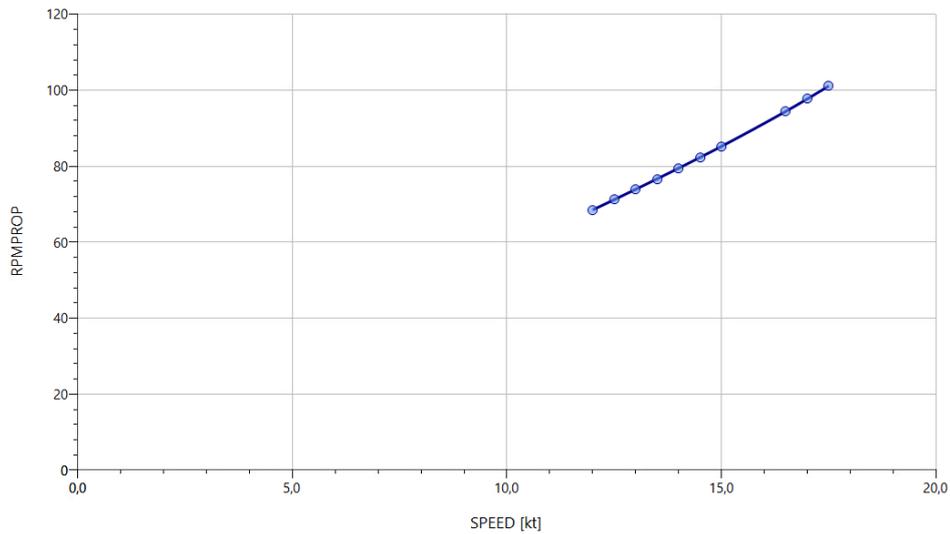
Los datos del motor completo se pueden encontrar en el Anexo I.

4.3 Diseño del propulsor y Análisis de Alternativas

Una vez se ha elegido el motor se puede ajustar la estimación de potencia, esto se hace mediante el propio programa. “NavCad” tiene la opción de evaluar el propulsor “By power”, esto nos permite introducir la curva de potencia del motor que proporciona el fabricante que es la que se indica a continuación.



Y se obtiene la siguiente gráfica en NadCad para la propulsión establecida



Con esto, se obtendrá un dimensionamiento del propulsor, acorde con el motor que se vaya a instalar y sus respectivos reports que se pueden encontrar en el Anexo II.

Número de palas	RPM	Eficiencia (EFOA)	Potencia KW	Potencia 85% MCR
4	90	0.5787	21170.7	24906.7
5	88	0.5953	20581.3	24213.29
6	87	0.6038	20291,8	23872.7

Como podemos comprobar entre la hélice 5 y la 6 la, el rendimiento propulsivo es mayor en la de 6 palas y por tanto la potencia demandada al motor para mantener la velocidad fija en la RPA será menor, además baja considerablemente las rpms del motor consiguiendo una durabilidad mayor al descender considerablemente el desgaste.

Aunque el costo se eleve al escoger este tipo de hélice se debe tener en cuenta el reparto de presiones, que en el de siete palas será más beneficioso, que ayuda a evitar el fenómeno de cavitación. Por tanto, se considera que la inversión durante la vida útil de barco se amortizará considerando las mayores prestaciones que aporta.

4.3.1 Conclusiones

A continuación, se deja una tabla resumen con los resultados definitivos que serán aquellos que atingen al propulsor y a su hélice.

CONCLUSIONES PROPULSOR	
Modelo de motor	s70ME-C8
número de Cilindros	8
Número de palas	6
Diámetro de la hélice	7350 mm
RPM	87
Potencia al 85 MCR	20291,8
Potencia Total	23872,7

Estos valores **son definitivos y se mantendrán constantes** a lo largo de los cuadernos restantes.

4.4 Claras del Codaste

Según el reglamento escogido, en este caso Det Norske Veritas, las fórmulas que recomiendan son las siguiente, estas dimensiones se han establecido en el C3 y se mantendrán en este cuaderno.

a) $(0.24 - 0.01 * Z) * DP = 1.47 m$

b) $(0.35 - 0.02 * Z) * DP = 1.98 m$

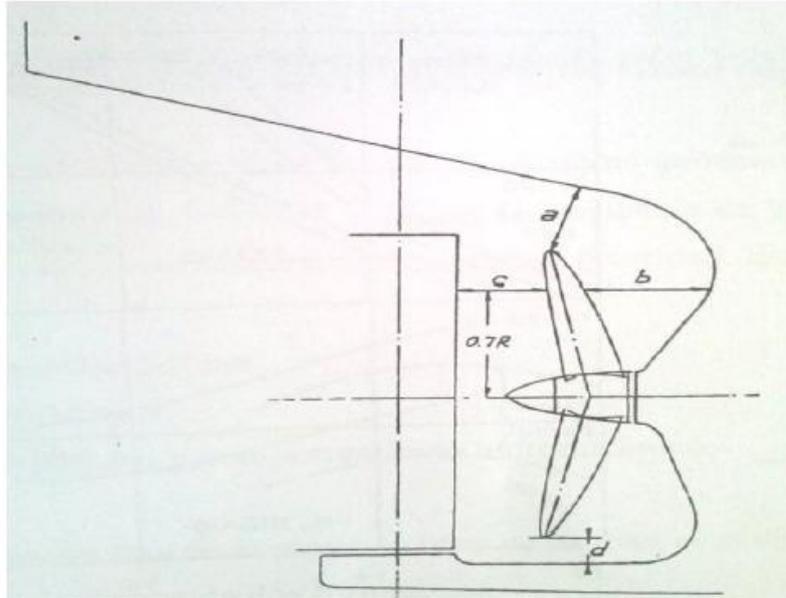
c) $0.1 * DP = 0.73 m$

d) $0.035 * DP = 0.26 m$

Dónde:

- Z= al número de palas de la hélice, en este caso se ha escogido 6 palas
- DP= como se ha mencionado en el apartado anterior es el diámetro de la hélice; 7.35 m.

Estos apartados coinciden con las marcas de la siguiente figura que se muestra a continuación:



Además en la imagen se puede apreciar que $0.7 * R$ sería el valor de $0.7 * \frac{7.35}{2}$ y esto nos daría un valor de 2.57 m.

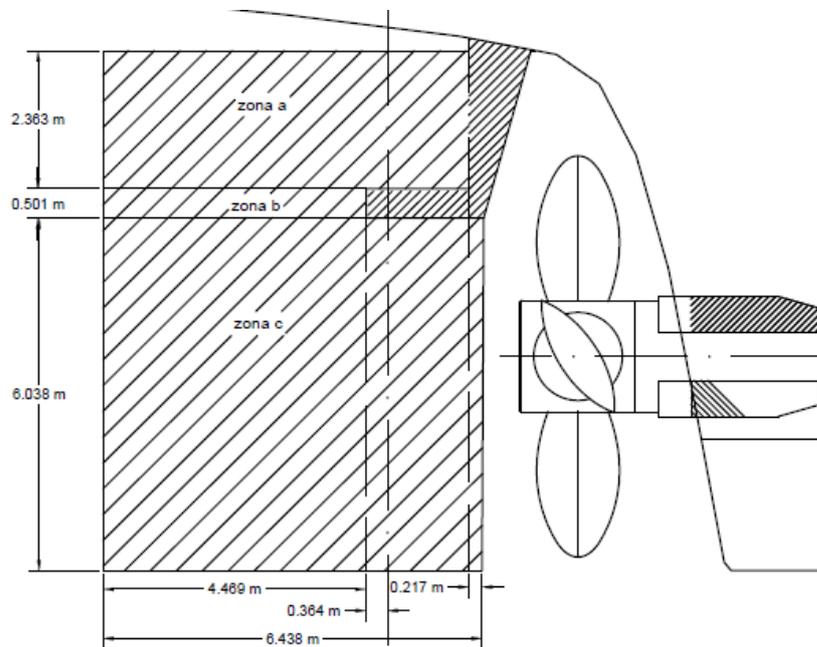
5 DISEÑO DEL TIMÓN

Para el diseño del timón se usará de referencia el buque base “K Younghung” y el reglamento de la sociedad de clasificación elegida para el proyecto, DNV.

El número de timones viene dado por el número de propulsores. En este caso, al solo tener un propulsor solo se tendrá un timón. Este será del tipo semi-spade, colocado a popa de la hélice propulsora. Esta decisión ha sido tomada guiándose por el buque de referencia.

5.1 Dimensiones del timón

Las dimensiones principales del timón son las mostradas en la siguiente imagen, se adjunta plano en Anexo III:



Las superficies de las diferentes áreas del timón se indican en la siguiente tabla:

ZONA	Alto (m)	Ancho (m)	Área (m ²)
A	1.47	4.94	3.63
B	2.75	4.94	13.58
C	0.46	3.22	1.48
D	6.21	5.2	32.29
Total	10.89		50.98

El área de la pala es función del área de la deriva.

$$A_{pala} = C * A_{deriva}$$

El valor de C debe estar entre el 1.5 y el 2 % del área de la deriva y se comprueba que efectivamente esto se cumple.

$$C = \frac{55.81}{3651.15} = 1.5 \%$$

Donde el área de la deriva puede calcularse de manera aproximada como el producto de:

$$A_{deriva} = L_{pp} * T = 3651.15 \text{ m}^2$$

La relación de aspecto viene dada Por el cociente entre la altura del timón y su longitud máxima. En este caso esta relación vale;

$$rel. \text{ aspecto} = \frac{8.9}{6.438} = 1.55$$

5.1.1 Tipo de Perfil

El perfil que instalaremos en el buque proyecto corresponde a un tipo flap móvil del tipo "Becker Rudder", su nombre varía en función del fabricante, este tipo de perfil aporta un mayor giro dándole así una mayor sustentación al conjunto del timón.

Se adjunta croquis de este tipo de perfil a continuación.

Flat side



5.2 Centros de presión

Se indica en la siguiente tabla el centro de presiones del timón de cada zona señalizada mediante las siguientes expresiones:

$$D = (0.2 + 0.3 * \sin \alpha) * L \text{ (áreas prismáticas)}$$

$$D = \frac{2}{3} * L \text{ (áreas triangulares)}$$

$$X_p \text{ avante} = D - D_{E-A}$$

$$X_p \text{ cuando} = L - D - D_{E-A}$$

Donde:

- D=distancia desde el borde de ataque al centro de presión
- L=Longitud media de cada zona del timón
- $\alpha=35^\circ$ según la recomendación del SOLAS.
- $X_p \text{ avante}$ = Distancia del centro de presión avante al borde de ataque
- $X_p \text{ cuando}$ = Distancia del centro de presión cuando al borde de ataque
- D_{E-A} = Distancia del eje del timón (mecha) al borde de ataque

Se recogen estos cálculos en la siguiente tabla

zona	Alto	Ancho	ÁREA	d	x avante	A*Xp avante	x ciando	A*Xp ciando
a	2,363	6,221	14,700223	2,31	1,039	15,2735317	2,523	37,0886626
b	0,501	4,469	2,238969	1,6627	2,0267	4,53771847	3,1703	7,09820342
c	6,038	6,438	38,872644	2,395	0,79	30,7093888	2,438	94,7715061
total	8,902		55,811836			50,5206389		138,958372

Xp avante 0,905195
(m)

Xciando 2.489765
(m)

5.3 Potencia del servo-motor del timón

Mediante la siguiente fórmula se calcula la fuerza y el par torsor

$$F = \frac{41.35 * A * V^2 * \sin \alpha}{(0.2 + 0.3 * \sin \alpha)}$$

$$Q = F * Xp$$

- F: es la fuerza lateral ejercida sobre el timón

Donde V será la velocidad respectivamente de avante y ciando:

- Para avante se establecen dos nudos de margen de seguridad
 $V_{avante} = V_{servicio} + 2 \text{ knt margen} = 17 \text{ nudos}$
- Para ciando se establece que:

$$V_{ciando} = V_{avante} * \frac{2}{3} = 11.3 \text{ nudos}$$

Fuerza y Par torsor			
sentido	V (m/s)	F(N)	Q (N*m)
Avante	8,75	272374.765	246552.49
Ciando	5,83	120917.141	1560022.32

Con estos cálculos se establece que el par que debe suministrar el servomotor es el máximo valor obtenido de par torsor de las dos situaciones anteriores multiplicado por 1.3, que corresponde a un margen de seguridad del 30%.

$$Q_{servo} = 1560022.32 * 1.3 (N * m)$$

$$Q_{servo} = 2028029.02 N * m$$

Por otro lado, la potencia del servo viene definida por la siguiente expresión;

$$P = Q * g * \frac{w}{n}$$

$$P = 1119091.76 W \approx 1119.091 Kw$$

Donde:

P=Potencia necesaria

Q=Par torsor

W=Velocidad angular

N= 0.8 rendimiento del sistema

La velocidad angular w viene determinada por el SOLAS ya que este obliga a que el timón pueda pasar de 30° a 35° en la banda contraria en menos de 25 segundos, por tanto, se establece el valor de w tal que:

$$w = (35 + 30) * \frac{\pi}{25 * 180} = 0.045 \frac{rad}{s}$$

6 ANEXO I

MAN Diesel & Turbo

MAN B&W S70ME-C8 **Tier III**

Cyl.	L ₁ kW
5	16,350
6	19,620
7	22,890
8	26,160

Stroke: 2,800 mm

Dual Fuel Mode for GI (Methane) L₁ MEP: 20.0 bar

MAN B&W S70ME-C8-GI-EGRTC

	L ₁ SFOC equivalent gas + pilot fuel (42,700 kJ/kg) [g/kWh]*		
	50%	75%	100%
Tier II mode	162.5	164.5	171.0
Tier III mode	170.5	169.0	174.0

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

Tier II mode	131.8 (8.1)	135.3 (6.2)	141.7 (5.1)
Tier III mode	138.5 (8.3)	139.0 (6.3)	144.1 (5.2)

MAN B&W S70ME-C8-GI-HPSCR

	L ₁ SFOC equivalent gas + pilot fuel (42,700 kJ/kg) [g/kWh]*		
	50%	75%	100%
Tier II mode	162.5	164.5	170.5
Tier III mode	164.0	165.5	171.0

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

Tier II mode	131.8 (8.1)	135.3 (6.2)	141.2 (5.1)
Tier III mode	133.1 (8.2)	136.1 (6.2)	141.7 (5.1)

MAN B&W S70ME-C8-GI-LPSCR

	L ₁ SFOC equivalent gas + pilot fuel (42,700 kJ/kg) [g/kWh]*		
	50%	75%	100%
Tier II mode	162.5	164.5	170.5
Tier III mode	163.5	165.5	171.5

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

Tier II mode	131.8 (8.1)	135.3 (6.2)	141.2 (5.1)
Tier III mode	132.7 (8.2)	136.1 (6.2)	142.1 (5.1)

* Gas fuel LCV (50,000 kJ/kg) is converted to fuel oil LCV (42,700 kJ/kg) for comparison with fuel oil operated engine.
 Note: Also available for GI-E, LGIM and LGIP, except GI-E and EGR, see page 10 and 12.

46

MAN B&W S70ME-C8

Tier II Tier III

Engine Dimensions

Specifications

Dimensions:	A	B ₁	B ₂	C	H ₁	H ₂	H ₃
mm	1,190	4,390	4,454	1,521	12,550	11,725	11,500

Cylinders:	5	6	7	8
L _{min} mm	7,781	8,971	10,161	11,351

Tier II

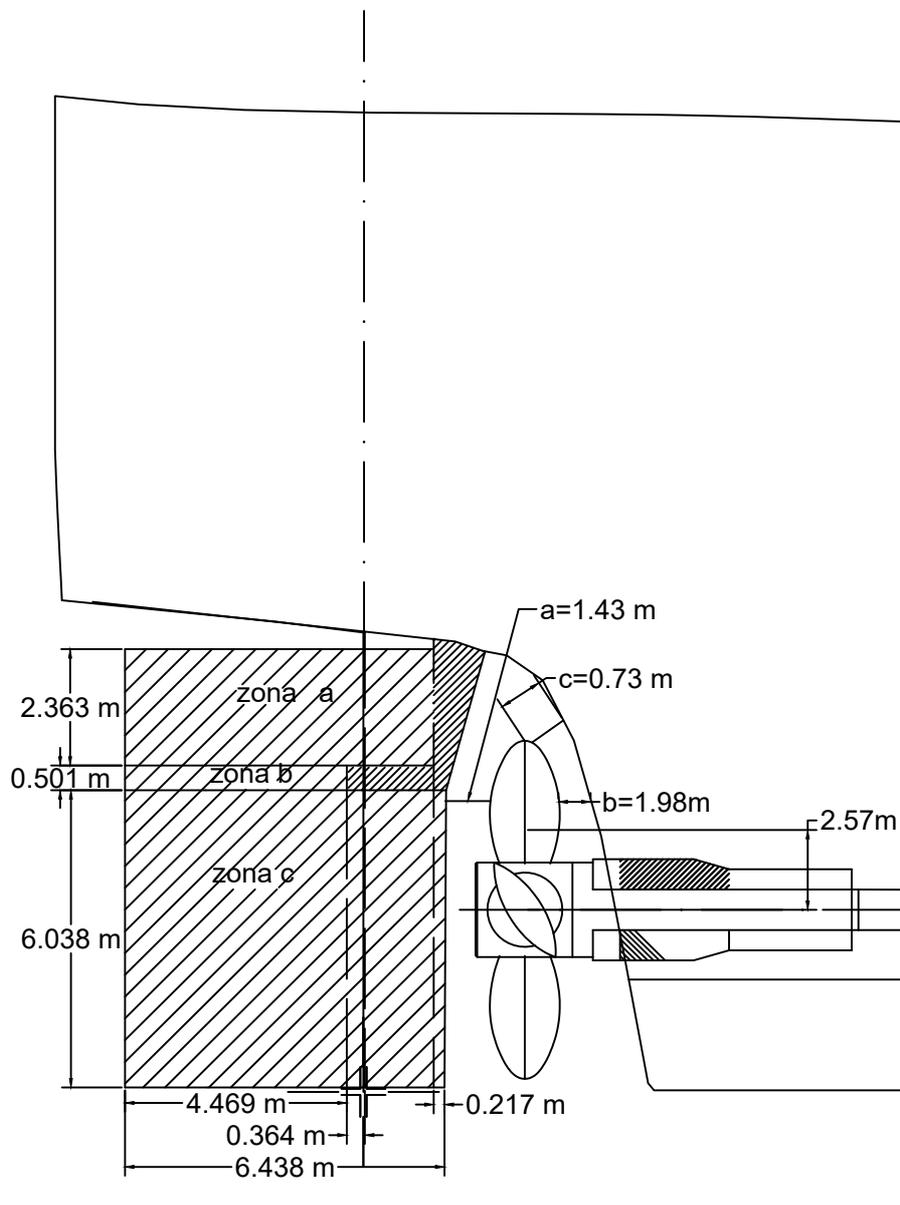
Dry mass: t	451	534	605	681
-------------	-----	-----	-----	-----

Tier III

Dry mass (added):				
EGR t	15	16	17	18
HP SCR t	4	5	6	6
LP SCR t	-	-	-	-

47

7 ANEXO II



GRADO EN INGENIERÍA
NAVAL Y OCEÁNICA

BUQUE BULK CARRIER 100 000 W.D.T

ESCALA: 1:250

Nº PROYECTO:

Nº PLANO:

FECHA: MAYO 2021

TÍTULO: CODASTE

AUTOR:

SOFÍA FRAGA LUDEIRO

FIRMA:

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE FERROL