



Escola Politécnica Superior

Trabajo Fin de Grado
CURSO 2021/22

***BUQUE TANKER LNG 140000 m³ Y DISEÑO DE UNA
PLANTA GENERADORA DE POTENCIA CON
TURBINA DE GAS Y CICLO REGENERATIVO***

Número 2122-TFG-73

**Programa de simultaneidad de ingeniería naval y oceánica e
ingeniería mecánica**

ALUMNA/O

Marina de la Peña Herrero

TUTORAS/ES

Pablo Fariñas Alvariño

Alberto Arce Ceinos

FECHA

2022



1 BUQUE TANKER LNG 140000 M3 Y DISEÑO DE UNA PLANTA GENERADORA DE POTENCIA CON TURBINA DE GAS Y CICLO REGENERATIVO. RESUMEN

En primer lugar, se desarrollará el proyecto de un buque tanker LNG. La particularidad de este buque es su carga, ya que requieren unas características muy concretas, debido a su temperatura, presión y flash point.

Una vez completado el proyecto de diseño del tanker de LNG, se desarrollará el diseño de una planta de potencia para la propulsión del buque, que se estima en un mínimo de 25 MW, basada en turbina de gas regenerativa empleando el propio LNG transportado como combustible. Esta turbina de gas regenerativa operará con dos compresores con una etapa de enfriamiento entre ambas compresiones y los gases de escape calientes se emplearán para precalentar el aire comprimido antes de entrar en la cámara de combustión.

En el diseño de esta planta de potencia se dimensionarán tanto en enfriador con agua de mar como del intercambiador gases-aire. Se compararán los resultados obtenidos en función de cómo los parámetros de diseño (relación de compresión, temperatura máxima, caudal de aire...) afecten a la eficiencia térmica de la planta. La comparación con turbina de gas simple y motor diésel se llevará a cabo en términos de eficiencia, coste y emisiones, estableciéndose las posibles ventajas e inconvenientes



ESCOLA POLITÉCNICA DE ENXEÑARÍA DE FERROL
UNIVERSIDADE DA CORUÑA



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

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

***BUQUE TANKER LNG 140000 m³ Y DISEÑO DE UNA
PLANTA GENERADORA DE POTENCIA CON
TURBINA DE GAS Y CICLO REGENERATIVO***

Número 2122-TFG-73

Grado en Ingeniería Naval y Oceánica

**CUADERNO 6
PREDICCIÓN DE POTENCIA Y DISEÑO DE
PROPULSORES Y TIMONES**

REQUISITOS PREVIOS DE OPERACIÓN. RPA

Tipo de buque

Buque Transporte de LNG - 140000 m³

Clasificación y cotas

SOLAS, CIG, Bureau Veritas, MARPOL

Características de la carga

Tanques membrana

Velocidad y autonomía

Velocidad servicio de 17,2 nudos, 85% MCR 10 MM. Autonomía 10.000 millas

Propulsión

Diesel eléctrico

Tripulación y pasaje

28 tripulantes

ÍNDICE

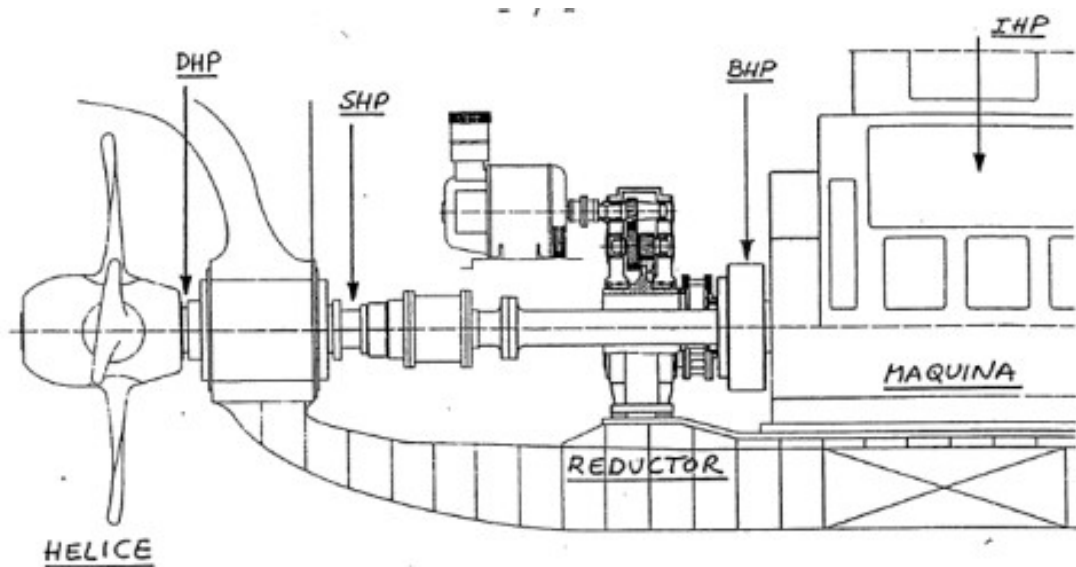
1	<i>Buque tanker LNG 140000 m3 y diseño de una planta generadora de potencia con turbina de gas y ciclo regenerativo. Resumen.....</i>	2
	<i>REQUISITOS PREVIOS DE OPERACIÓN. RPA.....</i>	4
	<i>ÍNDICE.....</i>	5
2	<i>INTRODUCCIÓN.....</i>	6
3	<i>ESTIMACIÓN DE LA POTENCIA PROPULSORA</i>	7
3.1	<i>Resistencia al avance.....</i>	7
3.1.1	<i>Resistencia de formas.....</i>	8
3.1.2	<i>Resistencia de apéndices.....</i>	10
3.1.3	<i>Resistencia aerodinámica</i>	10
3.2	<i>Potencia efectiva (EHP).....</i>	11
3.3	<i>Potencia entregada a la hélice (DHP).....</i>	12
2.3	<i>Potencia al freno (BHP).....</i>	13
4	<i>ELECCIÓN DEL MOTOR PROPULSOR.....</i>	15
5	<i>DISEÑO DE PRPULSOR/ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS.....</i>	17
5.1	<i>4 palas.....</i>	17
5.2	<i>5 palas.....</i>	18
5.3	<i>6 palas.....</i>	19
6	<i>DISEÑO DEL TIMÓN.....</i>	20
6.1	<i>Área del timón</i>	20
6.2	<i>Cuerda del timón.....</i>	20
6.3	<i>Fuerza del timón</i>	20
6.4	<i>Par del timón</i>	23
6.5	<i>Potencia del servomotor</i>	24
7	<i>CROQUIS DEL CODASTE</i>	25
8	<i>ANEXOS</i>	27
8.1	<i>Anexo I: Informe Navcad. Resistencia al avance</i>	27
8.2	<i>Anexo II: Informe Navcad. Potencia</i>	32
8.3	<i>Anexo III: Informe Navcad. Propulsores 4, 5, 6 palas.....</i>	37
8.4	<i>Anexo IV: Motor propulsor</i>	50

2 INTRODUCCIÓN

En el siguiente cuaderno se desarrollan los cálculos necesarios para definir la potencia propulsora necesaria, además se diseñarán la hélice y el timón.

El proceso que seguir comienza con el cálculo de la resistencia al avance, a partir de este se calcula la potencia efectiva (EHP), después se calcula la potencia entregada a la hélice (DHP) y en último lugar la potencia al freno (BHP), esta última será la utilizada para elegir el motor propulsor.

En la siguiente imagen se puede observar cuál es cada una de estas resistencias:



Serán utilizados los siguientes parámetros calculados en otros documentos para el contenido que se muestra a continuación:

Lpp	255,105
B	41,972
D	30
T	12,2
Δ	109400
LBD	320660,7
Fn	0,18
Cb (80%D)	0,873
Cb	0,81
Cm	0,833
Cp	0,97

3 ESTIMACIÓN DE LA POTENCIA PROPULSORA

Para calcular la potencia propulsora necesaria en el buque del proyecto será necesario calcular en primer lugar la resistencia al avance que presenta el buque por el hecho estar flotando en el seno de un fluido a una determinada velocidad y con unas condiciones de mar determinadas.

3.1 Resistencia al avance

La resistencia al avance está compuesta por la resistencia que se genera por las formas del buque, los apéndices y la aerodinámica.

Se elige la predicción por Holtrop y esta elección queda justificada ya que el buque del proyecto cumple con los rangos de aplicación en todos los parámetros:

Method	Value	Parameters	Value	Value
Denny	12039,6	FN [design]	0,06-0,26	0,18
Swift	14685,0	CP	0,55-0,65	0,63
MARAD	15078,3	LWL/BWL	3,90-14,90	6,17
BSRA Series (Full)	14150,0	BWL/T	2,10-4,00	3,22
Series 60	14440,4	Lambda	0,01-1,07	1,02
SSPA cargo	13702,8			
Gortmersen	14063,6			
Holtrop	14716,3			
Hamburg EWB Series	14947,1			
Jin 1980	12368,6			
Mercier	14376,9			

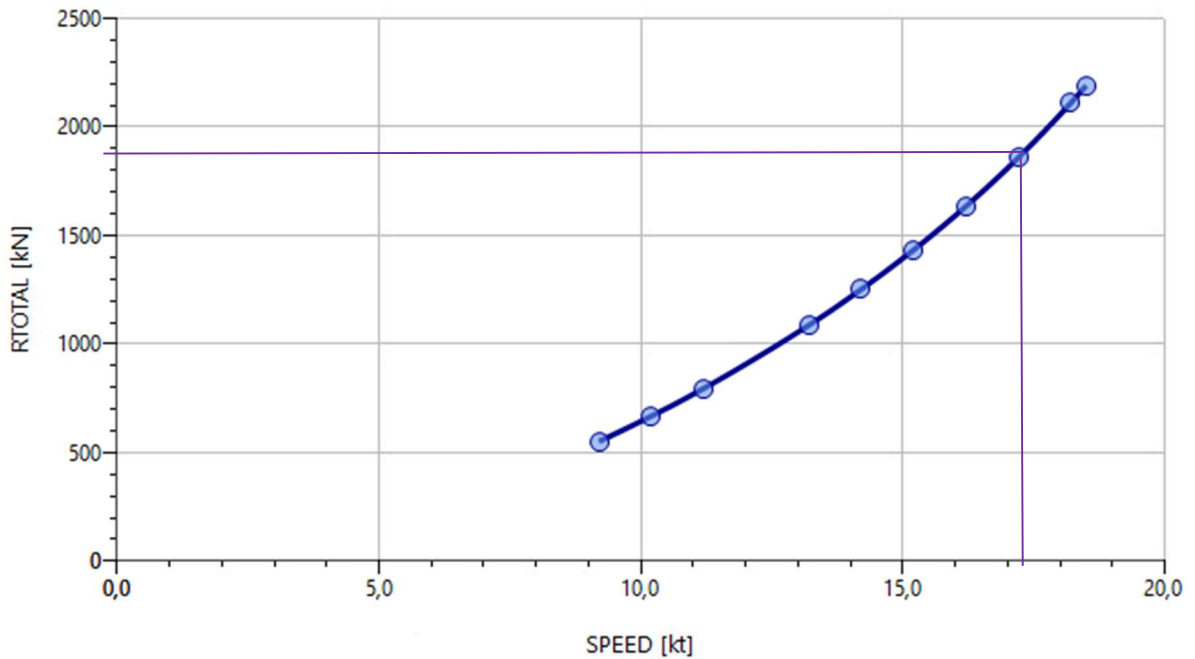
Como resultado del cálculo el programa nos proporciona la siguiente gráfica, la cual relaciona la resistencia al avance para cada una de las velocidades definidas anteriormente, entre ellas, la velocidad de servicio del buque.

A continuación, se señalan los resultados clave, y en el anexo III correspondiente a la resistencia al avance se muestran los datos introducidos en Navcad y los resultados obtenidos de forma más detallada.

SPEED [kt]	RESISTANCE							
	RBARE [kN]	RAPP [kN]	RWIND [kN]	RSEAS [kN]	RCHAN [kN]	RTOWED [kN]	RMARGIN [kN]	RTOTAL [kN]
9,20	483,13	3,71	16,61	0,00	0,00	0,00	48,31	551,77
10,20	585,25	4,51	20,42	0,00	0,00	0,00	58,53	668,71
11,20	696,69	5,37	24,62	0,00	0,00	0,00	69,67	796,35
13,20	949,91	7,31	34,20	0,00	0,00	0,00	94,99	1086,42
14,20	1094,19	8,39	39,58	0,00	0,00	0,00	109,42	1251,58
15,20	1252,92	9,53	45,35	0,00	0,00	0,00	125,29	1433,10
16,20	1428,88	10,75	51,52	0,00	0,00	0,00	142,89	1634,03
+ 17,20 +	1625,42	12,03	58,07	0,00	0,00	0,00	162,54	1858,06
18,20	1846,39	13,38	65,02	0,00	0,00	0,00	184,64	2109,43
18,50	1918,09	13,80	67,18	0,00	0,00	0,00	191,81	2190,88

Se observa que para la velocidad de servicio del buque (17,2 nudos) existe una resistencia al avance de 1858,06 kN.

Esta resistencia al avance se descompone en la resistencia generada por el hecho de que el buque esta en el seno de un fluido, sus apéndices y por la parte expuesta al viento.



3.1.1 Resistencia de formas

Es la resistencia que se genera por el hecho de que parte del buque está sumergido en un fluido. El valor de esta resistencia depende de las formas y dimensiones del buque proyectado, estos parámetros se introducen en Navcad indicando:

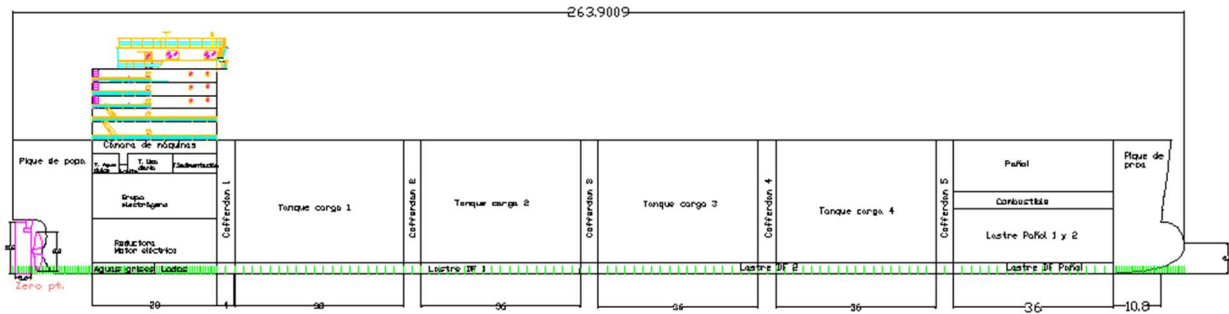
- Eslora en la flotación, obtenida en el cuaderno 3 por el programa Maxsurf Modeler, 258,95 metros
- Superficie mojada: Se obtiene de las hidrostáticas del cuaderno 3, tomando el valor 14618,239 metros cuadrados.
- Área de la línea de agua: Se obtiene de las hidrostáticas del cuaderno 3. 9449,625 metros cuadrados.
- Área de la máxima sección: Se obtiene también de los resultados del cuaderno 3. 499,723 metros cuadrados
- Área del bulbo de proa: Se obtiene de la curva de áreas del cuaderno 3 que se puede observar a continuación. Toma un valor de 100 metros cuadrados.



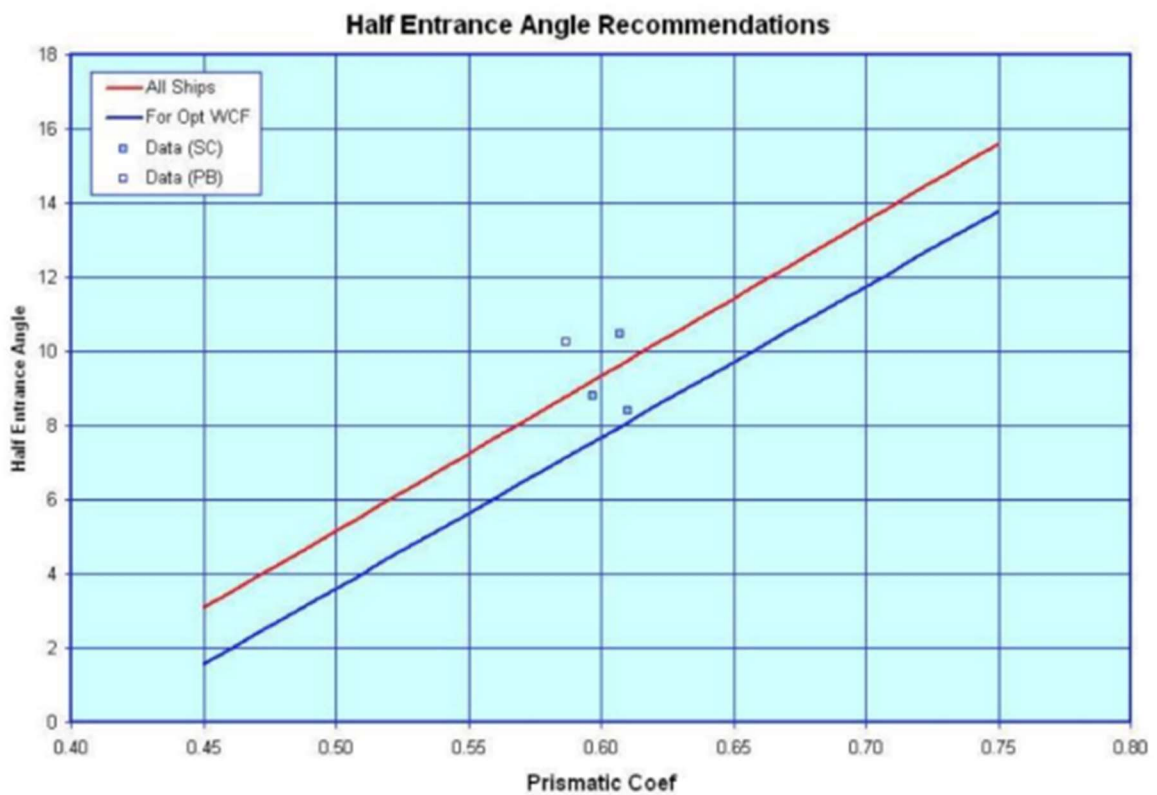
- Altura de la protuberancia del bulbo de proa toma el valor de 6,8 metros, calculado en el cuaderno 3.
- Protuberancia medida desde el espejo de popa del buque, 263,9 metros:

PREDICCIÓN DE POTENCIA Y DISEÑO DE PROPULSORES Y TIMONES

Marina de la Peña Herrero



- Área del espejo de popa se mide de los planos de formas el cuaderno 3, obteniendo así un valor de 420 metros cuadrados
- Semiángulo de entrada se obtiene a partir de esta gráfica tomada de los apuntes de la asignatura “Proyectos de buque y artefactos marinos I”, tomará el valor de 18° ya que el coeficiente prismático del buque es alto.



- Factores de forma de proa y popa, debido a que el buque tiene formas llenas, tomarán ambos el valor 1.

A continuación, se muestra el resultado:

SPEED [kt]	RBARE [kN]
9,20	483,13
10,20	585,25
11,20	696,69
13,20	949,91
14,20	1094,19
15,20	1252,92
16,20	1428,88
+ 17,20 +	1625,42

$$R_{Bare} = 1625,42 \text{ kN}$$

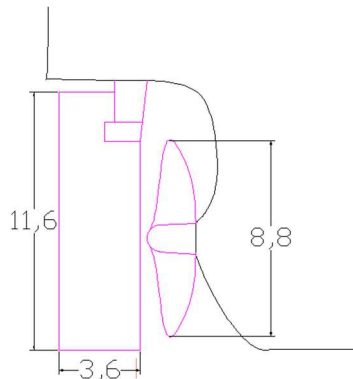
3.1.2 Resistencia de apéndices

La resistencia de apéndices es la resistencia que generan los elementos del buque que no forman parte de la carena de éste.

En el caso proyectado, esta resistencia la generan el timón y la hélice, por tanto, estos son los parámetros que se introducen en el Software, además de otros parámetros que se aproximan mediante Holtrop.

Se muestran ahora los datos introducidos en Navcad para tener en cuenta la hélice y el timón en el cálculo:

- El diámetro de la hélice se calculó en el cuaderno 3, definiéndolo por 8,8 metros como se puede observar en el esquema.
- Los parámetros de altura de pala y longitud se obtienen del siguiente esquema del buque.



A continuación, se puede observar el resultado de esta resistencia:

$$R_{Apéndices} = 12,03 \text{ kN}$$

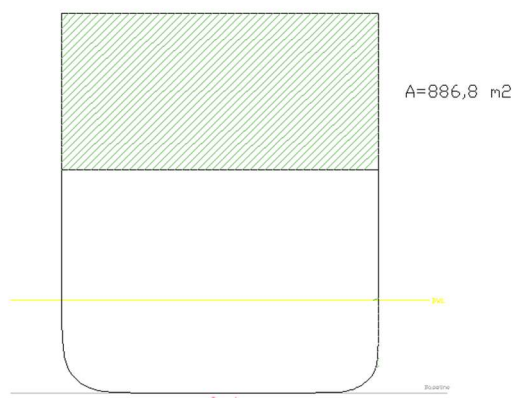
SPEED [kt]	RBARE [kN]	RAPP [kN]
9,20	483,13	3,71
10,20	585,25	4,51
11,20	696,69	5,37
13,20	949,91	7,31
14,20	1094,19	8,39
15,20	1252,92	9,53
16,20	1428,88	10,75
+ 17,20 +	1625,42	12,03

3.1.3 Resistencia aerodinámica

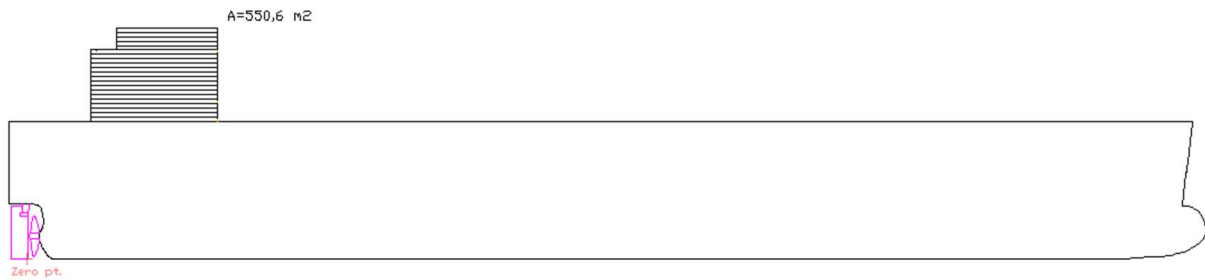
La resistencia aerodinámica es la generada por la parte del buque no sumergida, es decir, la obra muerta y la superestructura.

Se indican los parámetros que se deben definir en el programa Navcad para su cálculo:

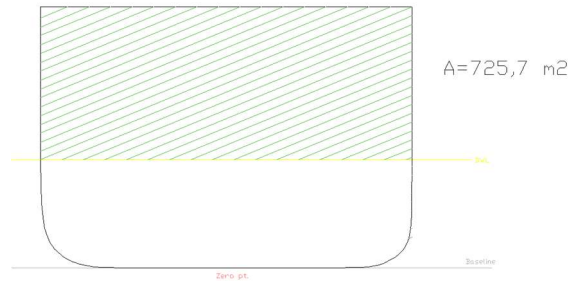
- Área transversal de la superestructura: Se mide en los planos del cuaderno 7



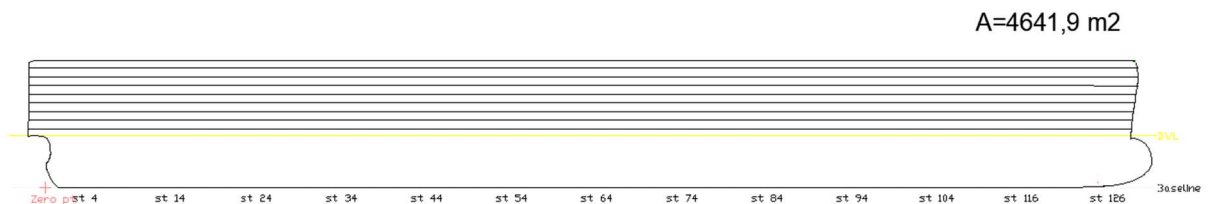
- Área perfil de la superestructura: Se mide en los planos del cuaderno 7



- Área transversal del casco expuesto: Se obtiene del plano de formas del cuaderno 3.



- Área de perfil del casco expuesto: Se obtiene también del plano de formas del cuaderno 3



Resultando, finalmente, una resistencia aerodinámica:

SPEED [kt]	RBARE [kN]	RAPP [kN]	RWIND [kN]
9,20	483,13	3,71	16,61
10,20	585,25	4,51	20,42
11,20	696,69	5,37	24,62
13,20	949,91	7,31	34,20
14,20	1094,19	8,39	39,58
15,20	1252,92	9,53	45,35
16,20	1428,88	10,75	51,52
+ 17,20 +	1625,42	12,03	58,07

$$R_{Aerodinámica} = 58,07 \text{ kN}$$

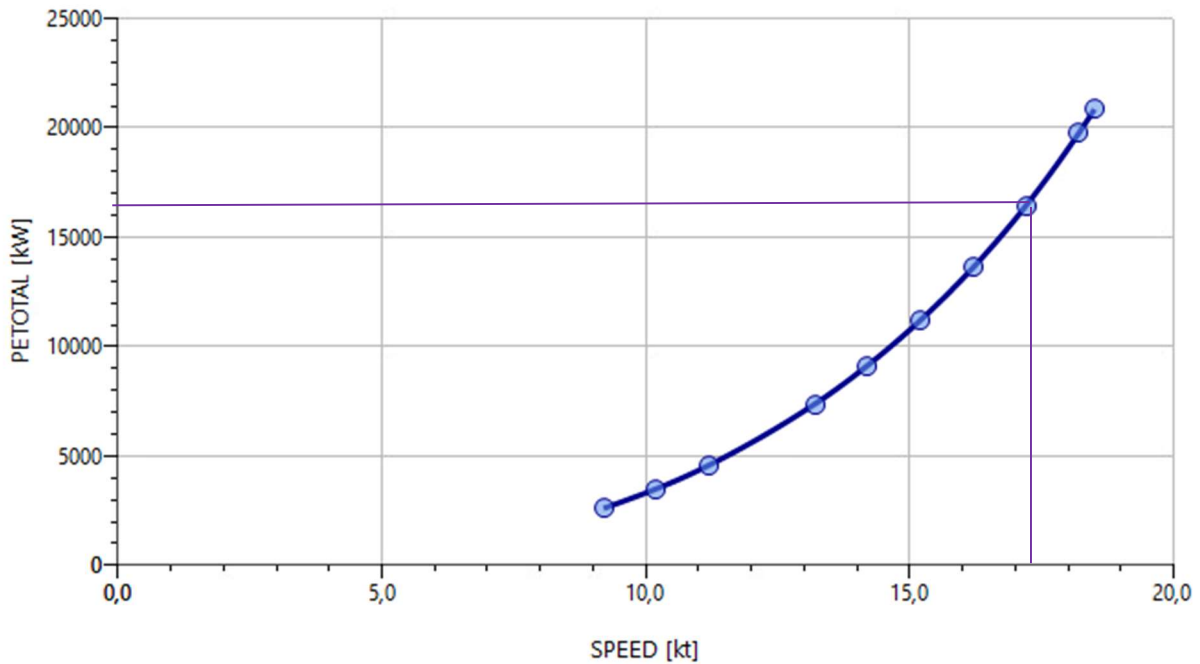
3.2 Potencia efectiva (EHP)

La potencia efectiva es el parámetro que realmente nos interesa y es generado por el software de forma automática.

La potencia efectiva es lo necesario para vencer a la resistencia al avance anteriormente definida.

A continuación, se señalan de nuevo los resultados más necesarios en el dimensionamiento del motor, y en el anexo III se mostrarán los valores restantes:

Para la velocidad de servicio del buque, la potencia efectiva solicitada es de 16441 kW.



SPEED [kt]	PEBARE [kW]	PETOTAL [kW]
9,20	2286,6	2611,5
10,20	3071,0	3508,9
11,20	4014,2	4588,4
13,20	6450,6	7377,5
14,20	7993,2	9143,0
15,20	9797,3	11206,2
16,20	11908,3	13618,0
+ 17,20 +	14382,4	16441,0

3.3 Potencia entregada a la hélice (DHP)

La potencia entregada a la hélice en la realidad no es medible, pero sí que es posible su estimación.

$$DHP = \frac{EHP}{\eta_D}$$

Siendo,

η_D : Rendimiento cuasi propulsivo que se obtiene multiplicando el rendimiento del casco, el rendimiento de la hélice y el rendimiento rotativo relativo.

$$\eta_D = \eta_H \times \eta_O \times \eta_R$$

η_O : Rendimiento de la hélice. Se obtiene del cálculo realizado en Navcad. ($EFFO = 0,5064$)

η_R : Rendimiento rotativo relativo. Calculado por Navcad. ($EFFR = 0,9853$)

η_H : Rendimiento del casco. Dependiente del coeficiente de estela (w) y del coeficiente de succión (t). Ambos calculados por Navcad (WTF y THD, respectivamente). Este rendimiento sigue la siguiente formulación:

$$\eta_H = \frac{1 - t}{1 - w} = \frac{1 - 0,2054}{1 - 0,4593} = 1,47$$

A continuación, se muestran los valores que se han definido anteriormente y que son proporcionados por Navcad:

SPEED [kt]	EFFO	HULL-PROPULSOR		
		WFT	THD	EFFR
9,20	0,5077	0,4650	0,2054	0,9853
10,20	0,5102	0,4640	0,2054	0,9853
11,20	0,5123	0,4631	0,2054	0,9853
13,20	0,5145	0,4616	0,2054	0,9853
14,20	0,5144	0,4609	0,2054	0,9853
15,20	0,5130	0,4603	0,2054	0,9853
16,20	0,5104	0,4598	0,2054	0,9853
+ 17,20 +	0,5064	0,4593	0,2054	0,9853

El rendimiento cuasi propulsivo resulta:

$$\eta D = \eta H \times \eta O \times \eta R = 1,47 \times 0,5064 \times 0,9853 = 0,73$$

Finalmente,

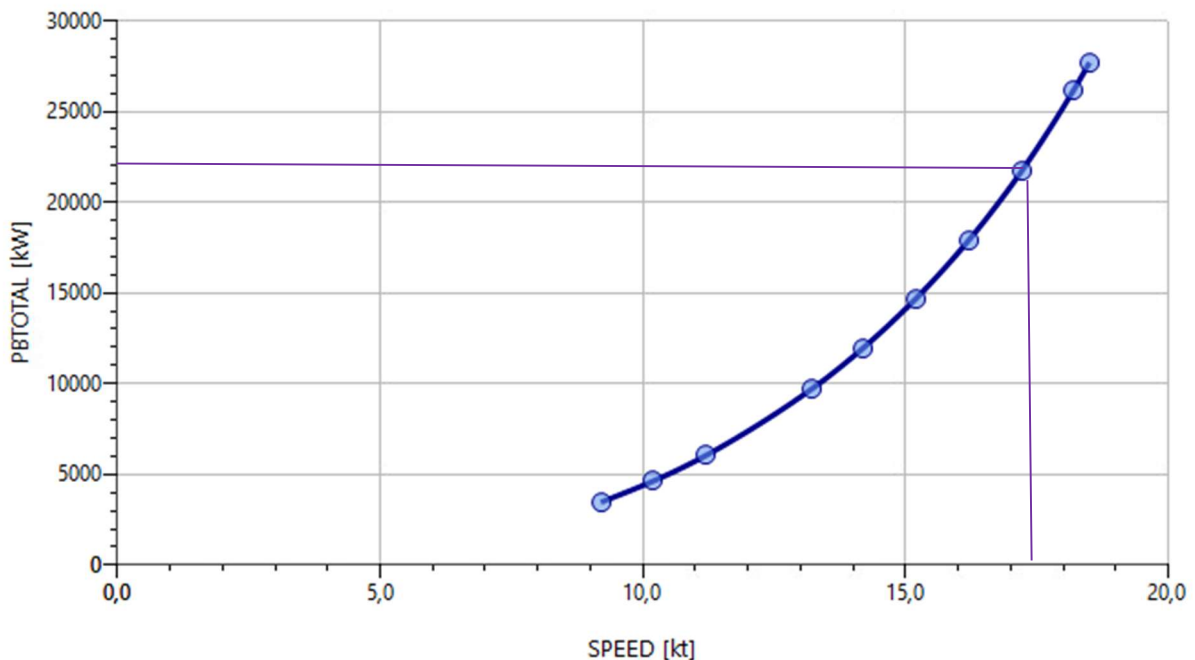
$$DHP = \frac{16441}{0,73} = 22415,5 \text{ kW}$$

2.3 Potencia al freno (BHP)

Se utiliza de nuevo el software Navcad, en este caso el bloque de propulsión, usando de nuevo el método de aproximación Holtrop. Se indicarán en software los siguientes parámetros:

Se utilizará el método de predicción de Holtrop. Para definir el propulsor se indica el número de propulsores (1), hélices de Serie B, de paso fijo, estimación número de palas que después en un cálculo más exacto se verá modificado (4), diámetro de la hélice obtenido a partir del buque base (8,8 m), criterio de cavitación de Keller, cálculo por empuje.

Una vez realizado el cálculo, Navcad nos proporciona los siguientes resultados:



PREDICCIÓN DE POTENCIA Y DISEÑO DE PROPULSORES Y TIMONES

Marina de la Peña Herrero

SPEED [kt]	POWERDELIVERY						
	RPMPROP [RPM]	QPROP [kN·m]	QENG [kN·m]	PDPROP [kW]	PSPROP [kW]	PSTOTAL [kW]	PBTOTAL [kW]
9,20	43	757,13	115,23	3362,7	3466,7	3466,7	3466,7
10,20	48	918,53	139,80	4501,2	4640,4	4640,4	4640,4
11,20	52	1094,86	166,63	5866,8	6048,2	6048,2	6048,2
13,20	61	1495,76	227,65	9390,8	9681,2	9681,2	9681,2
14,20	66	1723,93	262,37	11628,4	11988,1	11988,1	11988,1
15,20	70	1974,42	300,50	14258,6	14699,6	14699,6	14699,6
16,20	75	2251,24	342,63	17359,9	17896,8	17896,8	17896,8
+ 17,20 +	80	2559,21	389,50	21031,7	21682,2	21682,2	21682,2

Finalmente se obtiene como resultado la potencia necesaria y las revoluciones por minuto óptimas de funcionamiento.

Para la velocidad de servicio de 17.2 nudos serán necesarios 21682,2 kW.

Siguiendo las RPA del proyecto, el motor trabajará al 85% MCR cuando el buque navegue a la velocidad de servicio, además, se tendrá en cuenta el margen de mar del 10% establecido, por tanto:

$$BHP = \frac{21682,2 + 2168,2}{0,85} = 28059,3 \text{ kW}$$

En la tabla que se mostró anteriormente en este apartado también se puede observar en un recuadro las revoluciones óptimas a las que debe trabajar la hélice a la velocidad de servicio:

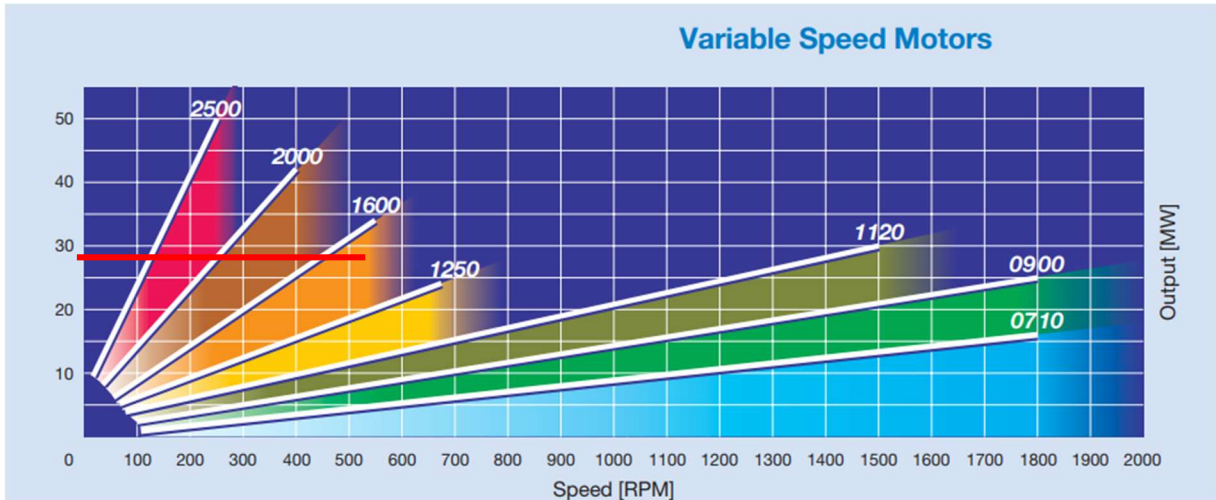
$$RPM_{OPTIMAS} = 80$$

4 ELECCIÓN DEL MOTOR PROPULSOR

A partir de la ultima potencia calculada se elegirá un motor capaz de proporcionarla, será escogido de entre los catálogos de proveedores de motores eléctricos de estas características.

$$P_{Motor} = 28059,3 \text{ kW}$$

Se muestra a continuación una tabla que ayuda a la selección del motor oportuno, proporcionada por la empresa ABB:



Observando la gráfica, se escoge el motor que mas se ajuste a la potencia necesaria, en el caso del buque proyectado, será instalado un motor AB AMZ 1600.

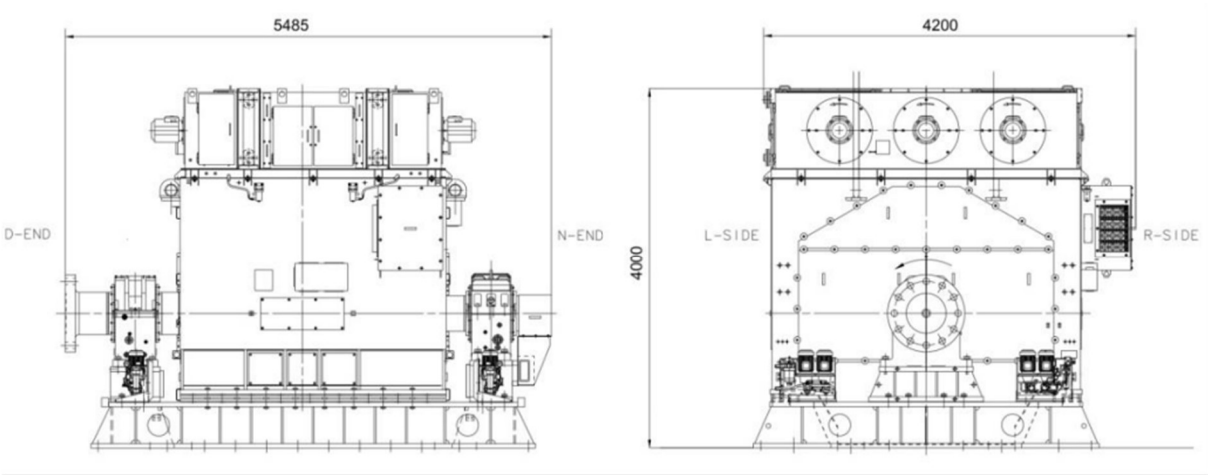
El motor elegido proporciona 28059,3 kW a aproximadamente 450 RPM

Se muestran a continuación las características de este motor:

Rango de potencia	Máximo 50 MW
Velocidad	Baja velocidad (0-250 rpm) Media velocidad (250-700 rpm)
Polos	4-20
Protección	IP44
Aislamiento	Clase F
Compatibilidad convertidores (ACS, LCI drives y cyclo-converter)	Sí
Clasificación	LRS, DNV, GL, BV, NK, CCS, KRS, Russian Maritime, CS, ABS, RINA

PREDICCIÓN DE POTENCIA Y DISEÑO DE PROPULSORES Y TIMONES

Marina de la Peña Herrero



Example of the main dimensions of a synchronous propulsion motor, type AMZ 1600.

9AKK106829 EN 03-2013

5 DISEÑO DE PRPULSOR/ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS.

Para el cálculo de la hélice lo primero que se buscará será las rpm óptimas a las que va a operar el propulsor para después conseguir el diámetro óptimo.

Cabe destacar que se buscará el punto de diseño de la hélice óptimo teniendo en cuenta que esta se puede cargar en un futuro por ensuciamiento del casco o del mismo equipo propulsor.

Para ello primero se introducirán los datos del motor en el software y mantendremos el diámetro del propulsor del buque base. Para este cálculo, se indicará que se realice “por potencia” a partir de la potencia del motor escogido anteriormente. Como se indicó en el apartado anterior, el motor proporciona 28059,3 kW a 450 rpm. Se realizará este proceso para los siguientes casos:

- 4 Palas
- 5 Palas
- 6 Palas

A tener en cuenta al indicar en el punto de diseño que el motor eléctrico gira a unas 500 RPM, mientras que la hélice gira a unas revoluciones optimas de 59 RPM. Por esta razón, se debe indicar a la hora de diseñar el propulsor que se contará con una reductora:

Engine/gear	
Drive line:	Standard <input type="button" value="v"/>

A continuación, se muestran el punto de diseño y las gráficas obtenidas para cada número de palas y finalmente se observa una tabla resumen con los criterios a tener en cuenta para la elección, en el anexo III se puede encontrar el informe proporcionado por el Software para cada caso.

5.1 4 palas

Para su cálculo, se indica en el Software el punto de diseño:

Propeller sizing

To size			
Gear ratio:	Size	<input type="button" value="v"/>	6,310
Expanded area ratio:	Size	<input type="button" value="v"/>	0,880
Propeller diameter:	Keep	<input type="button" value="v"/>	8800,0 mm
Propeller mean pitch:	Size	<input type="button" value="v"/>	7908,1 mm
Design condition [By power]			
Design speed:		17,20	<input type="button" value="v"/> kt
Reference power:		28059,3	... kW
Design point:		0,77	...
Reference RPM:		450	...
Design point:		1	...
Max prop diam:		8800,0	mm
Review			
Tip speed:		32,86	m/s

Size Save report OK Cancel Help

PREDICCIÓN DE POTENCIA Y DISEÑO DE PROPULSORES Y TIMONES

Marina de la Peña Herrero

SPEED [kt]	EFFICIENCY	
	EFFO	EFFOA
9,20	0,4858	0,6991
10,20	0,4883	0,7014
11,20	0,4904	0,7032
13,20	0,4927	0,7044
14,20	0,4926	0,7032
15,20	0,4913	0,7006
16,20	0,4887	0,6961
+ 17,20 +	0,4847	0,6898

SPEED [kt]	CAVITATION							
	SIGMAV	SIGMAN	SIGMA07R	TIPSPEED [m/s]	MINBAR	PRESS [kPa]	CAVAVG [%]	CAVMAX [%]
9,20	30,68	6,43	1,27	17,27	0,387	10,77	2,0	2,0
10,20	24,86	5,27	1,04	19,07	0,426	13,05	2,0	2,0
11,20	20,55	4,40	0,87	20,87	0,470	15,56	2,0	2,0
13,20	14,70	3,19	0,63	24,53	0,571	21,39	2,0	2,0
14,20	12,67	2,74	0,54	26,43	0,631	24,84	2,3	2,3
15,20	11,04	2,37	0,47	28,42	0,699	28,80	2,9	2,9
16,20	9,69	2,06	0,41	30,51	0,779	33,39	4,0	4,0
+ 17,20 +	8,58	1,79	0,35	32,74	0,872	38,78	5,5	5,5

5.2 5 palas

Propeller sizing

To size			
Gear ratio:	Size	▼	6,580
Expanded area ratio:	Size	▼	0,976
Propeller diameter:	Keep	▼	8800,0 mm
Propeller mean pitch:	Size	▼	8266,9 mm
Design condition [By power]			
Design speed:		▼	17,20 kt
Reference power:		...	28059,3 kW
Design point:		...	0,770
Reference RPM:		...	450,0
Design point:		...	1,000
Max prop diam:			8800,0 mm
Review			
Tip speed:			31,51 m/s

SPEED [kt]	EFFICIENCY	
	EFFO	EFFOA
9,20	0,4930	0,7055
10,20	0,4956	0,7078
11,20	0,4978	0,7096
13,20	0,5001	0,7108
14,20	0,4999	0,7096
15,20	0,4986	0,7070
16,20	0,4960	0,7025
+ 17,20 +	0,4919	0,6961

SPEED [kt]	CAVITATION							
	SIGMAV	SIGMAN	SIGMA07R	TIPSPEED [m/s]	MINBAR	PRESS [kPa]	CAVAVG [%]	CAVMAX [%]
9,20	30,68	7,08	1,40	16,45	0,409	9,70	2,0	2,0
10,20	24,86	5,81	1,15	18,16	0,453	11,76	2,0	2,0
11,20	20,55	4,85	0,96	19,88	0,502	14,02	2,0	2,0
13,20	14,70	3,51	0,69	23,37	0,615	19,28	2,0	2,0
14,20	12,67	3,02	0,60	25,18	0,682	22,39	2,0	2,0
15,20	11,04	2,62	0,52	27,07	0,759	25,95	2,4	2,4
16,20	9,69	2,27	0,45	29,06	0,848	30,09	3,2	3,2
+ 17,20 +	8,58	1,97	0,39	31,19	0,953	34,95	4,4	4,4

5.3 6 palas

Propeller sizing

To size			
Gear ratio:	Size	▼	7,036
Expanded area ratio:	Size	▼	1,050
Propeller diameter:	Keep	▼	8800,0 mm
Propeller mean pitch:	Size	▼	8900,7 mm
Design condition [By power]			
Design speed:		▼	17,20 kt
Reference power:		...	28059,3 kW
Design point:		...	0,770
Reference RPM:		...	450,0
Design point:		...	1,000
Max prop diam:			8800,0 mm
Review			
Tip speed:			29,47 m/s

SPEED [kt]	EFFICIENCY	
	EFFO	EFFOA
9,20	0,4926	0,7018
10,20	0,4952	0,7041
11,20	0,4974	0,7060
13,20	0,4997	0,7072
14,20	0,4996	0,7060
15,20	0,4982	0,7033
16,20	0,4956	0,6988
+ 17,20 +	0,4915	0,6923

SPEED [kt]	CAVITATION							
	SIGMAV	SIGMAN	SIGMA07R	TIPSPEED [m/s]	MINBAR	PRESS [kPa]	CAVAVG [%]	CAVMAX [%]
9,20	30,68	8,07	1,58	15,41	0,431	9,02	2,0	2,0
10,20	24,86	6,62	1,30	17,01	0,481	10,93	2,0	2,0
11,20	20,55	5,53	1,08	18,62	0,534	13,03	2,0	2,0
13,20	14,70	4,00	0,78	21,88	0,660	17,92	2,0	2,0
14,20	12,67	3,45	0,67	23,58	0,734	20,81	2,0	2,0
15,20	11,04	2,98	0,58	25,35	0,819	24,12	2,4	2,4
16,20	9,69	2,59	0,51	27,22	0,918	27,97	3,1	3,1
+ 17,20 +	8,58	2,25	0,44	29,21	1,034	32,49	4,1	4,1

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Llegados a este punto se comparan los rendimientos para cada caso, este dato se obtiene de los informes proporcionados por Navcad que se pueden observar en el anexo (EFFOA). Se escoge el número de palas que mayor rendimiento tenga.

NUMERO DE PALAS	RENDIMIENTO	CAVITACIÓN MÁXIMA
4	0,6898	5.5%
5	0,6961	4,4 %
6	0,6923	4.1 %

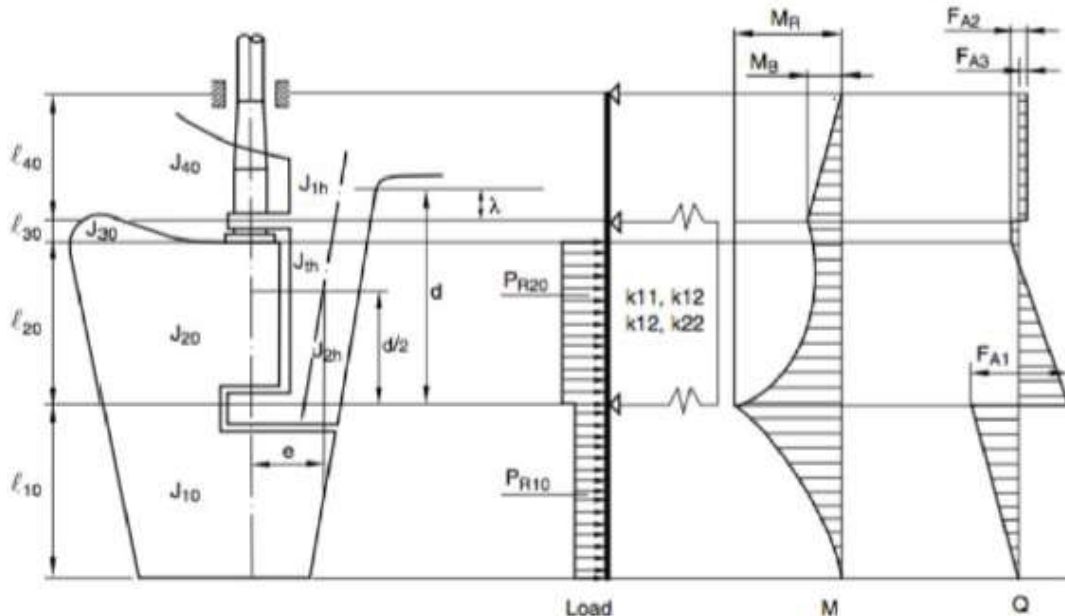
Observando los resultados proporcionados por Navcad para 5 y 6 palas, número en el cual se encuentran los mejores resultados de equilibrio entre cavitación y rendimiento.

Siendo ambos aceptables, se escoge propulsor de 6 palas.

6 DISEÑO DEL TIMÓN

A continuación, se detallan las características del timón siguiendo el cálculo de la sociedad de clasificación bureau Veritas. El timón será de perfil tipo NACA, se ha elegido teniendo en cuenta que la mayoría de los buques de este tipo usan este modelo.

Se muestra un esquema del tipo escogido obtenido del reglamento:



6.1 Área del timón

Se calcula el área del timón a partir de la expresión del libro “Proyecto del buque mercante”:

$$A(\text{Timón}) = 0,019 \times L_{pp} \times T = 0,019 \times 255,1 \times 12,2 = 59,13 \text{ m}^2$$

6.2 Cuerda del timón

Para definir la cuerda del timón del proyecto, se divide el área calculada entre su altura, dicha altura se estima a 10,8 m a partir del buque base:

$$L(\text{Timón}) = \frac{A(\text{Timón})}{h} = \frac{59,13 \text{ m}^2}{11,6 \text{ m}} = 5,01 \text{ m}$$

6.3 Fuerza del timón

A partir de la siguiente expresión se calcula la fuerza del timón (Bureau Veritas, Parte B, capítulo 10, Sección 1):

$$CR = 132 \times n_g \times r_1 \times r_2 \times r_3 \times A \times V^2$$

Siendo,

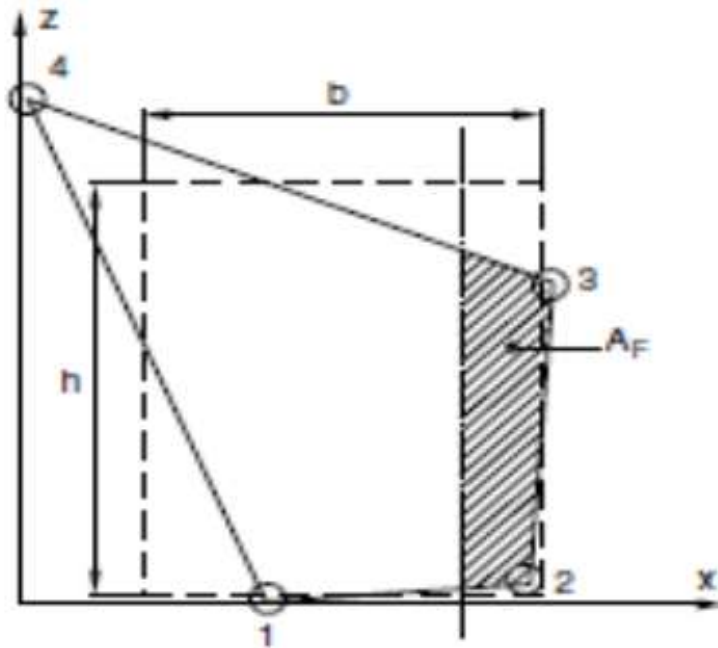
- n_g es el coeficiente de navegación que se estima a 1.
- A el área del timón calculada en el anterior epígrafe.
- V es la máxima velocidad de servicio en nudos, si la velocidad es menos de 10 nudos, la velocidad a introducir se define: $V = (V+20) / 3$. En el caso proyectado, se introduce la velocidad máxima con el motor al 100%. 18,096 nudos.

- r_1 es un factor dependiente de la forma, se define como:

$$r_1 = \frac{\lambda + 2}{3}$$

$$\lambda = \frac{h^2}{At} < 2$$

$$h = \frac{z_3 + z_4 - z_2}{2} = \frac{9,4 + 11,6 - 0}{2} = 10,5$$









Resultando,

$$h = 10,5m$$

$$\lambda = 1,86 < 2$$

$$r_1 = 1,29$$

R_2 es un factor que se obtiene de la tabla siguiente y teniendo en cuenta el perfil elegido que es NACA00 – Goettingen:

Rudder profile type	r_2 for ahead condition	r_2 for astern condition
NACA 00 - Goettingen 	1,10	0,80
Hollow 	1,35	0,90
Flat side 	1,10	0,90
High lift 	1,70	1,30
Fish tail 	1,40	0,80
Single plate 	1,00	1,00

$$r_2(Avanti) = 1,1$$

$$r_2(Ciando) = 0,8$$

R3 es un coeficiente que depende de características de tobera o casco.

- $r_3 = 0,8$ for rudders outside the propeller jet (centre rudders on twin screw ships, or similar cases)
- $r_3 = 1,15$ for rudders behind a fixed propeller nozzle
- $r_3 = 1,0$ in other cases.

$$r_3 = 1$$

Finalmente, se obtiene una fuerza de timón para avanti y ciando de:

CR	Avanti	3904067 N
	Ciando	2839321,5 N

6.4 Par del timón

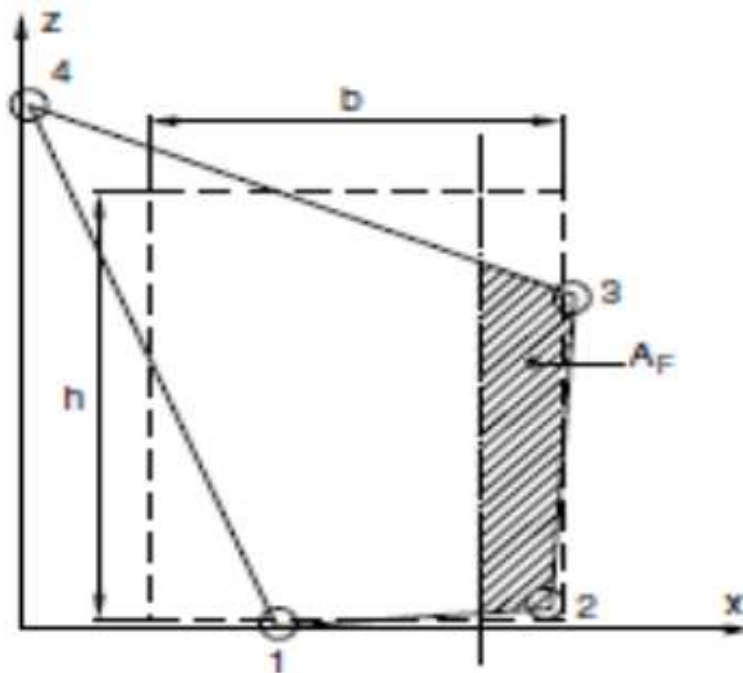
El par del timón es calculado utilizando la siguiente expresión:

$$M(\text{Timon}) = CR \times r$$

$$r = b \times \left(\alpha - \frac{At}{A} \right) > 0,1$$

$$b = \frac{x_2 + x_3 - x_1}{2} = \frac{3,6 + 3,6 - 0}{2} = 3,6$$

De la siguiente imagen se obtienen los datos x_2 , x_3 y x_1 .



A partir del buque base se obtiene:

$$b = 3,6$$

El área A (Timón) se calculó en apartados anteriores, y el área AF se estimará, ya que se debe cumplir que AF sea menor del 20% del área total, por tanto:

$$AF = 11,8 \text{ m}^2$$

$\alpha = 0,33$ para la condición de avanti y $\alpha = 0,66$ para la condición de ciando.

$$r_{\text{Avanti}} = b \times \left(\alpha_{\text{Avanti}} - \frac{At}{A} \right) = 0,46$$

$$r_{\text{Ciando}} = b \times \left(\alpha_{\text{Ciando}} - \frac{At}{A} \right) = 1,66$$

Resultando finalmente:

M(Timón)	Avanti	1827103,4 Nm
	Ciando	4706410,92 Nm

6.5 Potencia del servomotor

El servo es un mecanismo que transmite la potencia de una máquina a la caña del timón. Dicho sistema ha de ser robusto y fiable y debe estar diseñado para que los esfuerzos de la pala no se transmitan a la rueda y para que los esfuerzos de la rueda produzcan un gran momento en la pala.

En el cálculo de la potencia se utiliza la siguiente expresión:

$$P = \frac{T \times w}{\eta}$$

Se utiliza el reglamento SOLAS, capítulo II .1, Parte C, regla 29, la cual nos indica el valor de los parámetros:

“T” es el mayor par del timón, en este caso, el par en la situación de ciar, definido en el apartado anterior. Este valor se incrementa un 40%, un margen de seguridad con el objetivo de que el servomotor sea más fiable.

$$T = 4706,4 \times 1,5 = 7059.6 \text{ kNm}$$

Además, para definir “w”, se debe saber que el equipo de gobierno principal permitirá el cambio del timón desde una posición de 35° a una banda hasta otra de 35° a la banda opuesta hallándose el buque navegando a la velocidad máxima de servicio en marcha avante y con su calado máximo en agua salada, y, dadas las mismas condiciones, desde una posición de 35° a cualquiera de ambas bandas hasta otra de 30° a la banda opuesta, sin que ello lleve más de 28 segundos, y el equipo de gobierno auxiliar permitirá el cambio del timón desde una posición de 15° a una banda hasta otra de 15° a la banda opuesta sin que ello lleve más de 60 segundos.

Siguiendo estas regulaciones:

$$W1 = \frac{30 + 35}{28} = 0,04 \text{ rad/seg}$$

$$W2 = \frac{15 + 15}{60} = 0,0087 \text{ rad/seg}$$

Se considera un rendimiento $\eta = 0,8$

Resultando la potencia del servomotor:

$$P1 = \frac{7059.6 \times 0,04}{0,75} = 470,7 \text{ kW (servo principal)}$$

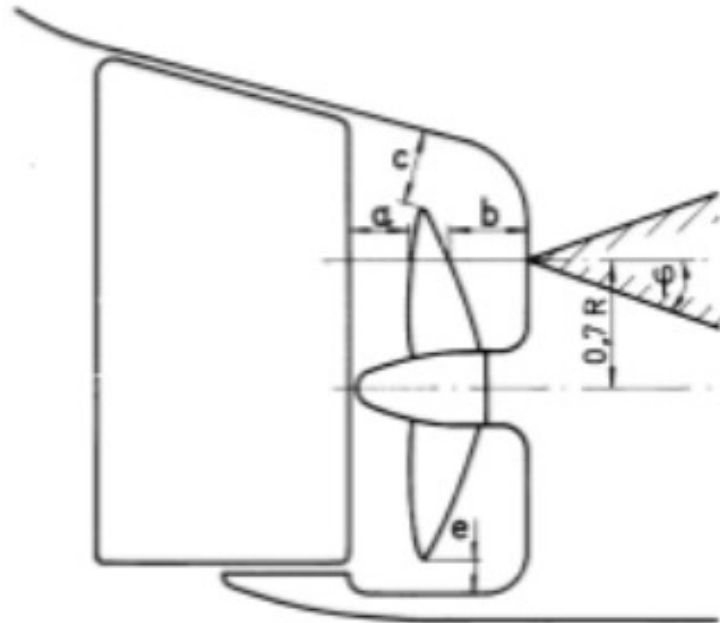
$$P2 = \frac{7059.6 \times 0,0087}{0,75} = 81,9 \text{ kW (servo auxiliar)}$$

7 CROQUIS DEL CODASTE

Para definir los siguientes parámetros se utiliza el reglamento indicado en las RPA del proyecto.

A continuación, se muestra un esquema general, se definirá el valor para cada caso y posteriormente se realizará un esquema para el caso del buque proyectado.

Finalmente se comprueba si las claras calculadas cumplen con las claras mínimas definidas por la sociedad de clasificación.



Los requisitos mínimos los indica el reglamento DNV:

Siendo "D" el diámetro de la hélice y "Z" el número de palas, resulta:

$$0,7R = 0,7 * 4,4 = 3,1 \text{ m}$$

$$a = 0,2 \times R = 0,2 \times 4,4 = 0,88 \text{ m}$$

$$b = (0,7 - 0,04 \times Z) \times R = (0,7 - 0,04 \times 6) \times 4,4 = 2 \text{ m}$$

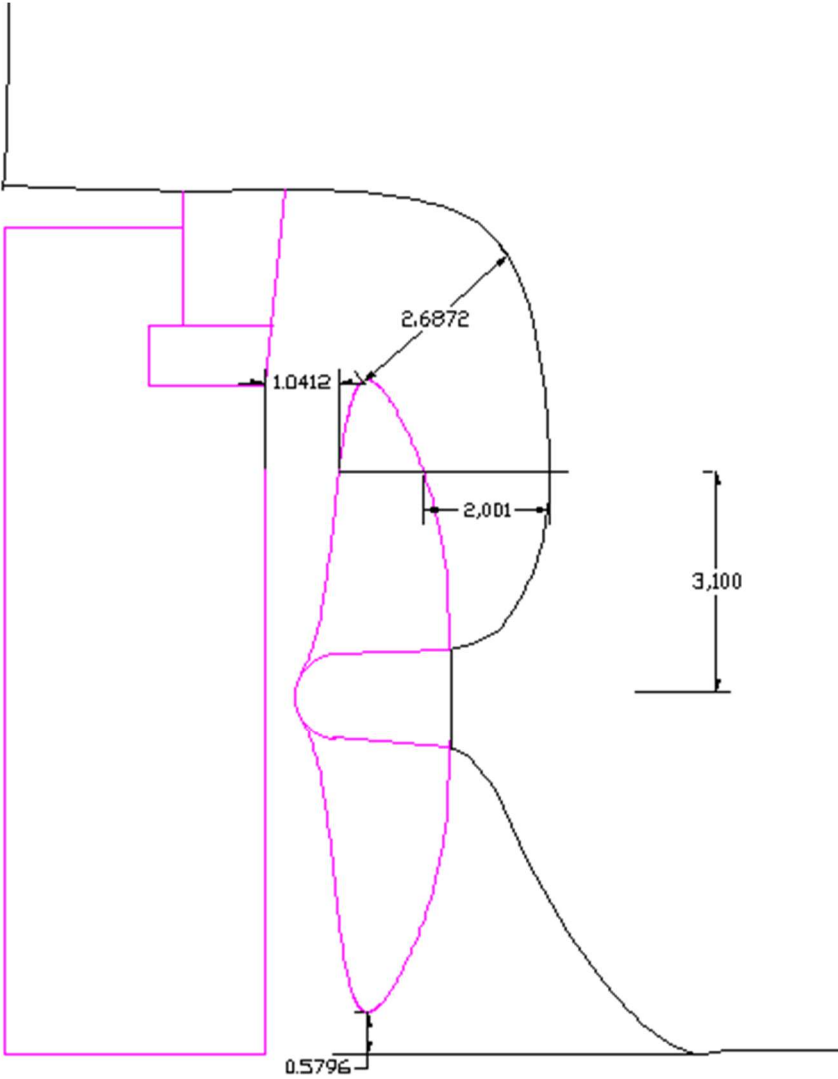
$$c = (0,48 - 0,002 \times Z) \times R = (0,48 - 0,002 \times 6) \times 4,4 = 2,05 \text{ m}$$

$$e = 0,07 \times R = 0,07 \times 4,4 = 0,308 \text{ m}$$

Siendo,

- R el radio de la hélice.
- Z el número de palas del propulsor.

A continuación, se puede observar croquis final del codaste del buque proyectado y sus dimensiones:



Fdo: Marina de la Peña Herrero

Ferrol, 15 de Septiembre de 2022

8 ANEXOS

8.1 Anexo I: Informe Navcad. Resistencia al avance

Resistance

3 jul 2022 07:33
HydroComp NavCad 2018

Project ID
Description
File name **navcad ok c1.hcnc**

Analysis parameters

Vessel drag		ITTC-78 (CT)	Added drag	
Technique:	[Calc]	Prediction	Appendage:	[Calc] Holtrop (Component)
Prediction:		Holtrop	Wind:	[Calc] Taylor
Reference ship:			Seas:	[Off]
Model LWL:			Shallow/channel:	[Off]
Expansion:		Custom	Towed:	[Off]
Friction line:		ITTC-57	Margin:	[Calc] Hull drag only [10%]
Hull form factor:	[On]	1,000	Water properties	
Speed corr:	[On]		Water type:	Salt
Spray drag corr:	[Off]		Density:	1026,00 kg/m3
Corr allowance:		0,000000	Viscosity:	1,18920e-6 m2/s
Roughness [mm]:	[On]	0,15		

Prediction method check [Holtrop]

Parameters	FN [design]	CP	LWL/BWL	BWL/T	Lambda
Value	0,18	0,82	6,18	3,43	1,01
Range	0,06-0,27	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
9,20	0,094	0,219	1,03e9	0,001525	1,000	0,001351	0,000000	0,000000	0,002876
10,20	0,104	0,243	1,14e9	0,001506	1,000	0,001329	0,000000	0,000000	0,002834
11,20	0,114	0,267	1,25e9	0,001488	1,000	0,001310	0,000000	0,000000	0,002798
13,20	0,135	0,315	1,48e9	0,001459	1,000	0,001288	0,000000	0,000000	0,002747
14,20	0,145	0,339	1,59e9	0,001446	1,000	0,001288	0,000000	0,000000	0,002734
15,20	0,155	0,363	1,70e9	0,001434	1,000	0,001298	0,000000	0,000000	0,002732
16,20	0,165	0,386	1,81e9	0,001423	1,000	0,001320	0,000000	0,000000	0,002743
+ 17,20 +	0,176	0,410	1,93e9	0,001413	1,000	0,001355	0,000000	0,000000	0,002768
18,20	0,186	0,434	2,04e9	0,001404	1,000	0,001405	0,000000	0,000000	0,002809
18,50	0,189	0,441	2,07e9	0,001401	1,000	0,001423	0,000000	0,000000	0,002824
RESISTANCE									
SPEED [kt]	RBARE [kN]	RAPP [kN]	RWIND [kN]	RSEAS [kN]	RCHAN [kN]	RTOWED [kN]	RMARGIN [kN]	RTOTAL [kN]	
9,20	483,13	3,71	16,61	0,00	0,00	0,00	48,31	551,77	
10,20	585,25	4,51	20,42	0,00	0,00	0,00	58,53	668,71	
11,20	696,69	5,37	24,62	0,00	0,00	0,00	69,67	796,35	
13,20	949,91	7,31	34,20	0,00	0,00	0,00	94,99	1086,42	
14,20	1094,19	8,39	39,58	0,00	0,00	0,00	109,42	1251,58	
15,20	1252,92	9,53	45,35	0,00	0,00	0,00	125,29	1433,10	
16,20	1428,88	10,75	51,52	0,00	0,00	0,00	142,89	1634,03	
+ 17,20 +	1625,42	12,03	58,07	0,00	0,00	0,00	162,54	1858,06	
18,20	1846,39	13,38	65,02	0,00	0,00	0,00	184,64	2109,43	
18,50	1918,09	13,80	67,18	0,00	0,00	0,00	191,81	2190,88	
EFFECTIVE POWER									
SPEED [kt]	PEBARE [kW]	PETOTAL [kW]	CTLR	CTLT	RBARE/W				
9,20	2286,6	2611,5	0,02398	0,05105	0,00045				
10,20	3071,0	3508,9	0,02359	0,05031	0,00055				
11,20	4014,2	4588,4	0,02325	0,04967	0,00065				
13,20	6450,6	7377,5	0,02286	0,04876	0,00089				
14,20	7993,2	9143,0	0,02286	0,04853	0,00102				
15,20	9797,3	11206,2	0,02304	0,04850	0,00117				
16,20	11908,3	13618,0	0,02343	0,04870	0,00133				
+ 17,20 +	14382,4	16441,0	0,02405	0,04914	0,00152				
18,20	17287,6	19750,4	0,02494	0,04985	0,00172				
18,50	18254,9	20851,0	0,02525	0,05012	0,00179				

Resistance

3 jul 2022 07:33

HydroComp NavCad 2018

Project ID

Description

File name **navcad ok c1.hcnc**

Hull data

General		Planing	
Configuration:	Monohull	Proj chine length:	0,000 m
Chine type:	Round/multiple	Proj bottom area:	0,000 m ²
Length on WL:	258,950 m	LCG fwd TR:	[XCG/LP 0,000] 0,000 m
Max beam on WL:	[LWL/BWL 6,180] 41,900 m	VCG below WL:	0,000 m
Max molded draft:	[BWL/T 3,434] 12,200 m	Aft station (fwd TR):	0,000 m
Displacement:	[CB 0,806] 109400,00 t	Deadrise:	0,00 deg
Wetted surface:	[CS 2,782] 14618,239 m²	Chine beam:	0,000 m
ITTC-78 (CT)		Chine ht below WL:	0,000 m
LCB fwd TR:	[XCB/LWL 0,500] 129,475 m	Fwd station (fwd TR):	0,000 m
LCF fwd TR:	[XCF/LWL 0,500] 129,475 m	Deadrise:	0,00 deg
Max section area:	[CX 0,978] 499,723 m²	Chine beam:	0,000 m
Waterplane area:	[CWP 0,871] 9449,625 m²	Chine ht below WL:	0,000 m
Bulb section area:	100,000 m²	Propulsor type:	Propeller
Bulb ctr below WL:	6,800 m	Max prop diameter:	8800,0 mm
Bulb nose fwd TR:	263,900 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:	19,00 deg	Device count:	0
Bow shape factor:	[WL flow] 1,0	Span:	0,000 m
Stern shape factor:	[WL flow] 1,0	Chord length:	0,000 m
		Deflection angle:	0,00 deg
		Tow point fwd TR:	0,000 m
		Tow point below WL:	0,000 m

Resistance

3 jul 2022 07:33

HydroComp NavCad 2018

Project ID

Description

File name navcad ok c1.hcnc

Appendage data

General		Skeg/Keel	
Definition:	Component	Count:	0
Percent of hull drag:	5,00 %	Type:	Skeg
Planing influence		Mean length:	0,000 m
LCE fwd TR:	0,000 m	Mean width:	0,000 m
VCE below WL:	0,000 m	Height aft:	0,000 m
Shafting		Height mid:	0,000 m
Count:	1	Height fwd:	0,000 m
Max prop diameter:	8800,0 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:	3,600 m	Count:	0
Tip chord:	3,600 mm	Mean length:	0,000 m
Span:	11,600 m	Mean base width:	0,000 m
T/C ratio:	0,100	Mean projection:	0,000 m
Projected area:	41,800 m2	Wetted surface:	0,000 m2
Wetted surface:	84,076 m2	Tunnel thruster	
Exposed palm depth:	0,000 m	Count:	0
Exposed palm width:	0,000 m	Diameter:	0,000 m
Rudder		Sonar dome	
Count:	1	Count:	0
Rudder location:	Behind propeller	Wetted surface:	0,000 m2
Type:	Balanced foil	Miscellaneous	
Root chord:	3,600 m	Count:	0
Tip chord:	3,600 m	Drag area:	0,000 m2
Span:	11,600 m	Drag coef:	0,00
T/C ratio:	0,150		
LE sweep:	0,00 deg		
Projected area:	41,800 m2		
Wetted surface:	84,767 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:	725,700 m2	Type:	Shallow water
VCE above WL:	0,000 m	Channel width:	0,000 m
Profile area:	4641,900 m2	Channel side slope:	0,00 deg
Superstructure		Hull girth:	0,000 m
Superstructure shape:	Tanker/Bulker		
Transverse area:	886,800 m2		
VCE above WL:	0,000 m		
Profile area:	550,600 m2		

Resistance

3 jul 2022 07:33

HydroComp NavCad 2018

Project ID

Description

File name **navcad ok c1.hcnc**

Symbols and values

SPEED = Vessel speed
FN = Froude number [LWL]
FV = Froude number [VOL]

RN = Reynolds number [LWL]
CF = Frictional resistance coefficient
CV/CF = Viscous/frictional resistance coefficient ratio [dynamic form factor]
CR = Residuary resistance coefficient
dCF = Added frictional resistance coefficient for roughness
CA = Correlation allowance [dynamic]
CT = Total bare-hull resistance coefficient

RBARE = Bare-hull resistance
RAPP = Additional appendage resistance
RWIND = Additional wind resistance
RSEAS = Additional sea-state resistance
RCHAN = Additional shallow/channel resistance
RTOWED = Additional towed object resistance
RMARGIN = Resistance margin
RTOTAL = Total vessel resistance

PEBARE = Bare-hull effective power
PETOTAL = Total effective power

CTLR = Telfer residuary resistance coefficient
CTLT = Telfer total bare-hull resistance coefficient
RBARE/W = Bare-hull resistance to weight ratio

+ = Design speed indicator
* = Exceeds parameter limit

8.2 Anexo II: Informe Navcad. Potencia

Propulsion

3 jul 2022 07:34

HydroComp NavCad 2018

Project ID

Description

File name **navcad ok c1.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:	8800,0 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	0,18	0,82	6,18	3,43
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]
9,20	2611,5	0,5732	0,2100	1,0186	284	3466,7	0,0	---	---
10,20	3508,9	0,5717	0,2100	1,0186	313	4640,4	0,0	---	---
11,20	4588,4	0,5704	0,2100	1,0186	342	6048,2	0,0	---	---
13,20	7377,5	0,5682	0,2100	1,0186	401	9681,2	0,0	---	---
14,20	9143,0	0,5673	0,2100	1,0186	431	11988,1	0,0	---	---
15,20	11206,2	0,5664	0,2100	1,0186	462	14699,6	0,0	---	---
16,20	13618,0	0,5656	0,2100	1,0186	493	17896,8	0,0	---	---
+ 17,20 +	16441,0	0,5648	0,2100	1,0186	525	21682,2	0,0	---	---
18,20	19750,4	0,5641	0,2100	1,0186	559	26182,6	0,0	---	---
18,50	20851,0	0,5639	0,2100	1,0186	569	27694,4	0,0	---	---
SPEED [kt]	EFFICIENCY			THRUST					
	EFFO	EFFOA	MERIT	THRPROP [kN]	DELTHR [kN]				
9,20	0,4119	0,7533	0,68212	698,41	551,77				
10,20	0,4149	0,7562	0,67989	846,43	668,71				
11,20	0,4175	0,7586	0,67792	1008,00	796,35				
13,20	0,4215	0,7620	0,67486	1375,16	1086,42				
14,20	0,4228	0,7627	0,67389	1584,22	1251,58				
15,20	0,4235	0,7623	0,67337	1813,98	1433,10				
16,20	0,4235	0,7609	0,67338	2068,31	1634,03				
+ 17,20 +	0,4227	0,7583	0,67396	2351,88	1858,06				
18,20	0,4212	0,7543	0,67513	2670,07	2109,43				
18,50	0,4206	0,7529	0,67559	2773,15	2190,87				
SPEED [kt]	POWER DELIVERY								TRANSP
	RPMPROP [RPM]	QPROP [kN·m]	QENG [kN·m]	PDPROP [kW]	PSPROP [kW]	PSTOTAL [kW]	PBTOTAL [kW]		
9,20	43	757,13	115,23	3362,7	3466,7	3466,7	3466,7	---	
10,20	48	918,53	139,80	4501,2	4640,4	4640,4	4640,4	---	
11,20	52	1094,86	166,63	5866,8	6048,2	6048,2	6048,2	---	
13,20	61	1495,76	227,65	9390,8	9681,2	9681,2	9681,2	752,5	
14,20	66	1723,93	262,37	11628,4	11988,1	11988,1	11988,1	653,8	
15,20	70	1974,42	300,50	14258,6	14699,6	14699,6	14699,6	570,7	
16,20	75	2251,24	342,63	17359,9	17896,8	17896,8	17896,8	499,6	
+ 17,20 +	80	2559,21	389,50	21031,7	21682,2	21682,2	21682,2	437,8	
18,20	85	2903,87	441,96	25397,1	26182,6	26182,6	26182,6	383,7	
18,50	87	3015,34	458,92	26863,5	27694,4	27694,4	27694,4	368,7	

Propulsion

3 jul 2022 07:34

HydroComp NavCad 2018

Project ID

Description

File name **navcad ok c1.hcnc**

Prediction results [Propulsor]

CAVITATION									
SPEED [kt]	SIGMAV	SIGMAN	SIGMA07R	TIPSPEED [m/s]	MINBAR	PRESS [kPa]	CAVAVG [%]	CAVMAX [%]	PITCHFC [mm]
9,20	82,19	8,35	1,69	19,91	0,331	19,52	2,0	2,0	4975,2
10,20	66,41	6,86	1,39	21,96	0,359	23,66	2,0	2,0	4984,6
11,20	54,75	5,74	1,16	24,02	0,389	28,18	2,0	2,0	4992,8
13,20	39,01	4,18	0,85	28,14	0,458	38,44	2,5	2,5	5005,6
14,20	33,56	3,62	0,73	30,23	0,497	44,28	3,0	3,0	5009,7
15,20	29,18	3,16	0,64	32,37	0,540	50,71	3,8	3,8	5011,9
16,20	25,59	2,77	0,56	34,56	0,588	57,81 !	4,7	4,7	5011,8
+ 17,20 +	22,62	2,44	0,49	36,83	0,641	65,74 !!	6,0	6,0	5009,4
18,20	20,14	2,15	0,44	39,20	0,701	74,63 !!	7,6	7,6	5004,5
18,50	19,48	2,08	0,42	39,93	0,720	77,52 !!	8,1	8,1	5002,6
PROPULSOR COEFS									
SPEED [kt]	J	KT	KQ	KT/J2	KQ/J3	CTH	CP	RNPROP	
9,20	0,3188	0,2189	0,02697	2,1539	0,83221	5,4847	13,072	3,54e7	
10,20	0,3215	0,2180	0,02688	2,1091	0,80908	5,3709	12,709	3,91e7	
11,20	0,3238	0,2171	0,02679	2,0707	0,78937	5,2731	12,399	4,27e7	
13,20	0,3274	0,2157	0,02667	2,0131	0,76007	5,1263	11,939	5,01e7	
14,20	0,3285	0,2153	0,02663	1,9952	0,75104	5,0807	11,797	5,38e7	
15,20	0,3291	0,2151	0,02660	1,9858	0,74634	5,0569	11,723	5,76e7	
16,20	0,3291	0,2151	0,02660	1,986	0,74641	5,0573	11,724	6,15e7	
+ 17,20 +	0,3284	0,2153	0,02663	1,9965	0,75169	5,084	11,807	6,56e7	
18,20	0,3271	0,2159	0,02668	2,0179	0,76251	5,1386	11,977	6,98e7	
18,50	0,3265	0,2161	0,02670	2,0266	0,76688	5,1606	12,046	7,11e7	

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:	258,950 m	LCG fwd TR:	[XCG/LP 0,000] 0,000 m
Max beam on WL:	[LWL/BWL 6,180] 41,900 m	VCG below WL:	0,000 m
Max molded draft:	[BWL/T 3,434] 12,200 m	Aft station (fwd TR):	0,000 m
Displacement:	[CB 0,806] 109400,00 t	Deadrise:	0,00 deg
Wetted surface:	[CS 2,782] 14618,239 m2	Chine beam:	0,000 m
ITTC-78 (CT)		Chine ht below WL:	0,000 m
LCB fwd TR:	[XCB/LWL 0,500] 129,475 m	Fwd station (fwd TR):	0,000 m
LCF fwd TR:	[XCF/LWL 0,500] 129,475 m	Deadrise:	0,00 deg
Max section area:	[CX 0,978] 499,723 m2	Chine beam:	0,000 m
Waterplane area:	[CWP 0,871] 9449,625 m2	Chine ht below WL:	0,000 m
Bulb section area:	100,000 m2	Propulsor type:	Propeller
Bulb ctr below WL:	6,800 m	Max prop diameter:	8800,0 mm
Bulb nose fwd TR:	263,900 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:	19,00 deg	Device count:	0
Bow shape factor:	[WL flow] 1,0	Span:	0,000 m
Stern shape factor:	[WL flow] 1,0	Chord length:	0,000 m
		Deflection angle:	0,00 deg
		Tow point fwd TR:	0,000 m
		Tow point below WL:	0,000 m

Propulsor data

Propulsor		Propeller options	
Count:	1	Oblique angle corr:	Off
Propulsor type:	Propeller series	Shaft angle to WL:	0,00 deg
Propeller type:	FPP	Added rise of run:	0,00 deg
Propeller series:	B Series	Propeller cup:	0,0 mm
Propeller sizing:	By thrust	KTKQ corrections:	Custom
Reference prop:		Scale correction:	None
Blade count:	4	KT multiplier:	1,000
Expanded area ratio:	0,5882 [Size]	KQ multiplier:	1,000
Propeller diameter:	8800,0 mm [Size]	Blade T/C [0.7R]:	0,00
Propeller mean pitch:	[P/D 0,7501] 6601,2 mm [Size]	Roughness:	0,00 mm
Hub immersion:	7200,0 mm	Cav breakdown:	On
Engine/gear		Design condition [By thrust]	
Drive line:	Standard	Max prop diam:	8800,0 mm
Gear input:	Single engine	Design speed:	17,20 kt
Engine data:		Reference thrust:	2069,16 kW
Rated RPM:	0 RPM	Design point:	1,000
Rated power:	0,0 kW	Reference RPM:	500,0 RPM
Primary fuel:	Defined	Design point:	1,000
Secondary fuel:	None		
Gear efficiency:	1,000		
Load correction:	Off		
Gear ratio:	6,570 [Size]		
Shaft efficiency:	0,970		

Symbols and values

SPEED = Vessel speed

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

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

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

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

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

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

SIGMAV = Cavitation number of propeller by vessel speed
SIGMAN = Cavitation number of propeller by RPM
SIGMA07R = Cavitation number of blade section at 0.7R
TIPSPEED = Propeller circumferential tip speed
MINBAR = Minimum expanded blade area ratio recommended by selected cavitation criteria
PRESS = Average propeller loading pressure
CAVAVG = Average predicted back cavitation percentage
CAVMAX = Peak predicted back cavitation percentage [if in oblique flow]
PITCHFC = Minimum recommended pitch to avoid face cavitation

+ = Design speed indicator
* = Exceeds recommended parameter limit
! = Exceeds recommended cavitation criteria [warning]
!! = Substantially exceeds recommended cavitation criteria [critical]
!!! = Thrust breakdown is indicated [severe]
--- = Insignificant or not applicable

8.3 Anexo III: Informe Navcad. Propulsores 4, 5, 6 palas.

Propulsion

13 sep 2022 04:20

HydroComp NavCad 2018

Project ID

Description

File name **navcad ok c1.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:	8800,0 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	0,18	0,79	6,18	3,58
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]
9,20	2160,3	0,4684	0,2076	0,9954	237	3089,9	0,0	---	---
10,20	2902,7	0,4674	0,2076	0,9954	261	4138,3	0,0	---	---
11,20	3799,7	0,4664	0,2076	0,9954	286	5403,4	0,0	---	---
13,20	6157,1	0,4648	0,2076	0,9954	336	8741,2	0,0	---	---
14,20	7693,9	0,4641	0,2076	0,9954	362	10940,6	0,0	---	---
15,20	9546,0	0,4635	0,2076	0,9954	389	13626,3	0,0	---	---
16,20	11795,8	0,4629	0,2076	0,9954	418	16945,0	0,0	---	---
+ 17,20 +	14548,3	0,4624	0,2076	0,9954	448	21091,5	0,0	---	---
18,20	17933,2	0,4619	0,2076	0,9954	481	26314,8	0,0	---	---
18,50	19093,9	0,4617	0,2076	0,9954	491	28135,4	0,0	---	---
SPEED [kt]	EFFICIENCY			THRUST					
	EFFO	EFFOA	MERIT	THRPROP [kN]	DELTHR [kN]				
9,20	0,4858	0,6991	0,58662	576,04	456,44				
10,20	0,4883	0,7014	0,58441	698,13	553,18				
11,20	0,4904	0,7032	0,58259	832,27	659,47				
13,20	0,4927	0,7044	0,58058	1144,29	906,70				
14,20	0,4926	0,7032	0,58073	1329,19	1053,21				
15,20	0,4913	0,7006	0,58187	1540,68	1220,79				
16,20	0,4887	0,6961	0,58412	1786,25	1415,37				
+ 17,20 +	0,4847	0,6898	0,58755	2074,99	1644,16				
18,20	0,4793	0,6815	0,59212	2417,24	1915,34				
18,50	0,4775	0,6786	0,5937	2531,96	2006,24				
SPEED [kt]	POWER DELIVERY								TRANSP
	RPMPROP [RPM]	QPROP [kN·m]	QENG [kN·m]	PDPROP [kW]	PSPROP [kW]	PSTOTAL [kW]	PBTOTAL [kW]		
9,20	37	760,11	120,46	2997,2	3089,9	3089,9	3089,9	---	
10,20	41	922,08	146,13	4014,1	4138,3	4138,3	4138,3	---	
11,20	45	1100,11	174,35	5241,3	5403,4	5403,4	5403,4	---	
13,20	53	1513,85	239,92	8479,0	8741,2	8741,2	8741,2	777,1	
14,20	57	1758,37	278,67	10612,4	10940,6	10940,6	10940,6	667,9	
15,20	62	2037,14	322,85	13217,5	13626,3	13626,3	13626,3	574,0	
16,20	66	2359,55	373,94	16436,7	16945,0	16945,0	16945,0	492,0	
+ 17,20 +	71	2736,95	433,76	20458,8	21091,5	21091,5	21091,5	419,7	
18,20	76	3182,26	504,33	25525,3	26314,8	26314,8	26314,8	355,9	
18,50	78	3331,10	527,92	27291,3	28135,4	28135,4	28135,4	338,4	

Prediction results [Propulsor]

CAVITATION									
SPEED [kt]	SIGMAV	SIGMAN	SIGMA07R	TIPSPEED [m/s]	MINBAR	PRESS [kPa]	CAVAVG [%]	CAVMAX [%]	PITCHFC [mm]
9,20	30,68	6,43	1,27	17,27	0,387	10,77	2,0	2,0	5999,1
10,20	24,86	5,27	1,04	19,07	0,426	13,05	2,0	2,0	6009,6
11,20	20,55	4,40	0,87	20,87	0,470	15,56	2,0	2,0	6018,2
13,20	14,70	3,19	0,63	24,53	0,571	21,39	2,0	2,0	6027,7
14,20	12,67	2,74	0,54	26,43	0,631	24,84	2,3	2,3	6027,0
15,20	11,04	2,37	0,47	28,42	0,699	28,80	2,9	2,9	6021,6
16,20	9,69	2,06	0,41	30,51	0,779	33,39	4,0	4,0	6011,0
+ 17,20 +	8,58	1,79	0,35	32,74	0,872	38,78	5,5	5,5	5994,7
18,20	7,65	1,55	0,31	35,13	0,983	45,18	7,7	7,7	5973,0
18,50	7,40	1,49	0,30	35,88	1,020	47,33	8,6	8,6	5965,6
PROPULSOR COEFS									
SPEED [kt]	J	KT	KQ	KT/J2	KQ/J3	CTH	CP	RNPROP	
9,20	0,4577	0,2399	0,03597	1,1453	0,37523	2,9165	6,0315	4,64e7	
10,20	0,4605	0,2386	0,03580	1,1248	0,36657	2,8642	5,8923	5,12e7	
11,20	0,4629	0,2374	0,03566	1,1083	0,35965	2,8222	5,781	5,61e7	
13,20	0,4654	0,2362	0,03551	1,0905	0,35224	2,7769	5,6619	6,59e7	
14,20	0,4652	0,2363	0,03552	1,0918	0,35277	2,7801	5,6704	7,10e7	
15,20	0,4638	0,2370	0,03561	1,1018	0,35697	2,8058	5,7379	7,64e7	
16,20	0,4609	0,2384	0,03578	1,1222	0,36548	2,8576	5,8747	8,20e7	
+ 17,20 +	0,4565	0,2405	0,03605	1,1541	0,37895	2,9388	6,0912	8,79e7	
18,20	0,4506	0,2433	0,03640	1,1985	0,39794	3,052	6,3965	9,43e7	
18,50	0,4485	0,2443	0,03652	1,2143	0,40478	3,0923	6,5065	9,63e7	

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:	259,072 m	LCG fwd TR:	[XCG/LP 0,000] 0,000 m
Max beam on WL:	[LWL/BWL 6,183] 41,900 m	VCG below WL:	0,000 m
Max molded draft:	[BWL/T 3,575] 11,720 m	Aft station (fwd TR):	0,000 m
Displacement:	[CB 0,781] 102002,00 t	Deadrise:	0,00 deg
Wetted surface:	[CS 2,659] 13494,900 m2	Chine beam:	0,000 m
ITTC-78 (CT)		Chine ht below WL:	0,000 m
LCB fwd TR:	[XCB/LWL 0,519] 134,400 m	Fwd station (fwd TR):	0,000 m
LCF fwd TR:	[XCF/LWL 0,502] 129,940 m	Deadrise:	0,00 deg
Max section area:	[CX 0,995] 488,683 m2	Chine beam:	0,000 m
Waterplane area:	[CWP 0,850] 9221,907 m2	Chine ht below WL:	0,000 m
Bulb section area:	37,140 m2	Propulsor type:	Propeller
Bulb ctr below WL:	9,000 m	Max prop diameter:	8800,0 mm
Bulb nose fwd TR:	265,000 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:	38,81 deg	Device count:	0
Bow shape factor:	[WL flow] 1,0	Span:	0,000 m
Stern shape factor:	[WL flow] 1,0	Chord length:	0,000 m
		Deflection angle:	0,00 deg
		Tow point fwd TR:	0,000 m
		Tow point below WL:	0,000 m

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 power	KTKQ corrections:	Custom
Reference prop:		Scale correction:	None
Blade count:	4	KT multiplier:	1,000
Expanded area ratio:	0,8796 [Size]	KQ multiplier:	1,000
Propeller diameter:	8800,0 mm [Keep]	Blade T/C [0.7R]:	0,00
Propeller mean pitch:	[P/D 0,8987] 7908,1 mm [Size]	Roughness:	0,00 mm
Hub immersion:	0,0 mm	Cav breakdown:	On
Engine/gear		Design condition [By power]	
Drive line:	Standard	Max prop diam:	8800,0 mm
Gear input:	Single engine	Design speed:	17,20 kt
Engine data:		Reference power:	28059,3 kW
Rated RPM:	0 RPM	Design point:	0,770
Rated power:	0,0 kW	Reference RPM:	450,0 RPM
Primary fuel:	Defined	Design point:	1,000
Secondary fuel:	None		
Gear efficiency:	1,000		
Load correction:	Off		
Gear ratio:	6,310 [Size]		
Shaft efficiency:	0,970		

Symbols and values

SPEED = Vessel speed

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

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

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

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

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

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

SIGMAV = Cavitation number of propeller by vessel speed
SIGMAN = Cavitation number of propeller by RPM
SIGMA07R = Cavitation number of blade section at 0.7R
TIPSPEED = Propeller circumferential tip speed
MINBAR = Minimum expanded blade area ratio recommended by selected cavitation criteria
PRESS = Average propeller loading pressure
CAVAVG = Average predicted back cavitation percentage
CAVMAX = Peak predicted back cavitation percentage [if in oblique flow]
PITCHFC = Minimum recommended pitch to avoid face cavitation

+ = Design speed indicator
* = Exceeds recommended parameter limit
! = Exceeds recommended cavitation criteria [warning]
!! = Substantially exceeds recommended cavitation criteria [critical]
!!! = Thrust breakdown is indicated [severe]
--- = Insignificant or not applicable

Propulsion

13 sep 2022 04:23

HydroComp NavCad 2018

Project ID

Description

File name **navcad ok c1.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:	8800,0 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	0,18	0,79	6,18	3,58
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]
9,20	2160,3	0,4684	0,2076	0,9897	235	3062,0	0,0	---	---
10,20	2902,7	0,4674	0,2076	0,9897	259	4100,8	0,0	---	---
11,20	3799,7	0,4664	0,2076	0,9897	284	5354,6	0,0	---	---
13,20	6157,1	0,4648	0,2076	0,9897	334	8662,3	0,0	---	---
14,20	7693,9	0,4641	0,2076	0,9897	360	10841,7	0,0	---	---
15,20	9546,0	0,4635	0,2076	0,9897	387	13503,1	0,0	---	---
16,20	11795,8	0,4629	0,2076	0,9897	415	16791,8	0,0	---	---
+ 17,20 +	14548,3	0,4624	0,2076	0,9897	445	20900,6	0,0	---	---
18,20	17933,2	0,4619	0,2076	0,9897	478	26076,6	0,0	---	---
18,50	19093,9	0,4617	0,2076	0,9897	488	27880,6	0,0	---	---
SPEED [kt]	EFFICIENCY			THRUST					
	EFFO	EFFOA	MERIT	THRPROP [kN]	DELTHR [kN]				
9,20	0,4930	0,7055	0,59539	576,04	456,44				
10,20	0,4956	0,7078	0,59314	698,13	553,18				
11,20	0,4978	0,7096	0,59129	832,28	659,47				
13,20	0,5001	0,7108	0,58925	1144,30	906,71				
14,20	0,4999	0,7096	0,5894	1329,19	1053,21				
15,20	0,4986	0,7070	0,59055	1540,68	1220,79				
16,20	0,4960	0,7025	0,59285	1786,26	1415,38				
+ 17,20 +	0,4919	0,6961	0,59633	2074,98	1644,15				
18,20	0,4865	0,6877	0,60097	2417,24	1915,35				
18,50	0,4846	0,6848	0,60257	2531,96	2006,25				
SPEED [kt]	POWER DELIVERY								TRANSP
	RPMPROP [RPM]	QPROP [kN·m]	QENG [kN·m]	PDPROP [kW]	PSPROP [kW]	PSTOTAL [kW]	PBTOTAL [kW]		
9,20	36	786,19	119,49	2970,1	3062,0	3062,0	3062,0	---	
10,20	39	953,75	144,96	3977,8	4100,8	4100,8	4100,8	---	
11,20	43	1137,93	172,95	5194,0	5354,6	5354,6	5354,6	---	
13,20	51	1565,92	238,00	8402,4	8662,3	8662,3	8662,3	784,2	
14,20	55	1818,83	276,43	10516,5	10841,7	10841,7	10841,7	674,0	
15,20	59	2107,15	320,25	13098,0	13503,1	13503,1	13503,1	579,3	
16,20	63	2440,60	370,93	16288,1	16791,8	16791,8	16791,8	496,5	
+ 17,20 +	68	2830,85	430,25	20273,6	20900,6	20900,6	20900,6	423,5	
18,20	73	3291,31	500,23	25294,3	26076,6	26076,6	26076,6	359,2	
18,50	74	3445,19	523,62	27044,2	27880,6	27880,6	27880,6	341,5	

Prediction results [Propulsor]

CAVITATION									
SPEED [kt]	SIGMAV	SIGMAN	SIGMA07R	TIPSPEED [m/s]	MINBAR	PRESS [kPa]	CAVAVG [%]	CAVMAX [%]	PITCHFC [mm]
9,20	30,68	7,08	1,40	16,45	0,409	9,70	2,0	2,0	6297,7
10,20	24,86	5,81	1,15	18,16	0,453	11,76	2,0	2,0	6308,9
11,20	20,55	4,85	0,96	19,88	0,502	14,02	2,0	2,0	6318,0
13,20	14,70	3,51	0,69	23,37	0,615	19,28	2,0	2,0	6328,0
14,20	12,67	3,02	0,60	25,18	0,682	22,39	2,0	2,0	6327,3
15,20	11,04	2,62	0,52	27,07	0,759	25,95	2,4	2,4	6321,6
16,20	9,69	2,27	0,45	29,06	0,848	30,09	3,2	3,2	6310,3
+ 17,20 +	8,58	1,97	0,39	31,19	0,953	34,95	4,4	4,4	6293,1
18,20	7,65	1,71	0,34	33,47	1,077	40,72	6,2	6,2	6270,0
18,50	7,40	1,64	0,32	34,18	1,119	42,65	6,8	6,8	6262,1
PROPULSOR COEFS									
SPEED [kt]	J	KT	KQ	KT/J2	KQ/J3	CTH	CP	RNPROP	
9,20	0,4805	0,2644	0,04100	1,1453	0,36971	2,9165	5,9769	3,93e7	
10,20	0,4835	0,2629	0,04081	1,1248	0,36118	2,8642	5,839	4,34e7	
11,20	0,4859	0,2617	0,04066	1,1083	0,35436	2,8222	5,7288	4,75e7	
13,20	0,4886	0,2603	0,04048	1,0905	0,34706	2,7769	5,6108	5,58e7	
14,20	0,4884	0,2604	0,04050	1,0918	0,34758	2,7801	5,6192	6,02e7	
15,20	0,4869	0,2612	0,04060	1,1018	0,35171	2,8058	5,686	6,47e7	
16,20	0,4838	0,2627	0,04079	1,1222	0,3601	2,8576	5,8216	6,94e7	
+ 17,20 +	0,4792	0,2650	0,04109	1,1541	0,37337	2,9388	6,036	7,45e7	
18,20	0,4730	0,2681	0,04148	1,1985	0,39208	3,052	6,3386	7,99e7	
18,50	0,4708	0,2692	0,04162	1,2143	0,39882	3,0923	6,4476	8,16e7	

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:	259,072 m	LCG fwd TR:	[XCG/LP 0,000] 0,000 m
Max beam on WL:	[LWL/BWL 6,183] 41,900 m	VCG below WL:	0,000 m
Max molded draft:	[BWL/T 3,575] 11,720 m	Aft station (fwd TR):	0,000 m
Displacement:	[CB 0,781] 102002,00 t	Deadrise:	0,00 deg
Wetted surface:	[CS 2,659] 13494,900 m2	Chine beam:	0,000 m
ITTC-78 (CT)		Chine ht below WL:	0,000 m
LCB fwd TR:	[XCB/LWL 0,519] 134,400 m	Fwd station (fwd TR):	0,000 m
LCF fwd TR:	[XCF/LWL 0,502] 129,940 m	Deadrise:	0,00 deg
Max section area:	[CX 0,995] 488,683 m2	Chine beam:	0,000 m
Waterplane area:	[CWP 0,850] 9221,907 m2	Chine ht below WL:	0,000 m
Bulb section area:	37,140 m2	Propulsor type:	Propeller
Bulb ctr below WL:	9,000 m	Max prop diameter:	8800,0 mm
Bulb nose fwd TR:	265,000 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:	38,81 deg	Device count:	0
Bow shape factor:	[WL flow] 1,0	Span:	0,000 m
Stern shape factor:	[WL flow] 1,0	Chord length:	0,000 m
		Deflection angle:	0,00 deg
		Tow point fwd TR:	0,000 m
		Tow point below WL:	0,000 m

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 power	KTKQ corrections:	Custom
Reference prop:		Scale correction:	None
Blade count:	5	KT multiplier:	1,000
Expanded area ratio:	0,9760 [Size]	KQ multiplier:	1,000
Propeller diameter:	8800,0 mm [Keep]	Blade T/C [0.7R]:	0,00
Propeller mean pitch:	[P/D 0,9394] 8266,9 mm [Size]	Roughness:	0,00 mm
Hub immersion:	0,0 mm	Cav breakdown:	On
Engine/gear		Design condition [By power]	
Drive line:	Standard	Max prop diam:	8800,0 mm
Gear input:	Single engine	Design speed:	17,20 kt
Engine data:		Reference power:	28059,3 kW
Rated RPM:	0 RPM	Design point:	0,770
Rated power:	0,0 kW	Reference RPM:	450,0 RPM
Primary fuel:	Defined	Design point:	1,000
Secondary fuel:	None		
Gear efficiency:	1,000		
Load correction:	Off		
Gear ratio:	6,580 [Size]		
Shaft efficiency:	0,970		

Symbols and values

SPEED = Vessel speed

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

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

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

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

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

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

SIGMAV = Cavitation number of propeller by vessel speed
SIGMAN = Cavitation number of propeller by RPM
SIGMA07R = Cavitation number of blade section at 0.7R
TIPSPEED = Propeller circumferential tip speed
MINBAR = Minimum expanded blade area ratio recommended by selected cavitation criteria
PRESS = Average propeller loading pressure
CAVAVG = Average predicted back cavitation percentage
CAVMAX = Peak predicted back cavitation percentage [if in oblique flow]
PITCHFC = Minimum recommended pitch to avoid face cavitation

+ = Design speed indicator
* = Exceeds recommended parameter limit
! = Exceeds recommended cavitation criteria [warning]
!! = Substantially exceeds recommended cavitation criteria [critical]
!!! = Thrust breakdown is indicated [severe]
--- = Insignificant or not applicable

Propulsion

13 sep 2022 04:25

HydroComp NavCad 2018

Project ID

Description

File name **navcad ok c1.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:	8800,0 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	0,18	0,79	6,18	3,58
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]
9,20	2160,3	0,4684	0,2076	0,9853	235	3078,4	0,0	---	---
10,20	2902,7	0,4674	0,2076	0,9853	260	4122,4	0,0	---	---
11,20	3799,7	0,4664	0,2076	0,9853	284	5382,4	0,0	---	---
13,20	6157,1	0,4648	0,2076	0,9853	334	8706,5	0,0	---	---
14,20	7693,9	0,4641	0,2076	0,9853	360	10897,2	0,0	---	---
15,20	9546,0	0,4635	0,2076	0,9853	387	13572,7	0,0	---	---
16,20	11795,8	0,4629	0,2076	0,9853	416	16879,9	0,0	---	---
+ 17,20 +	14548,3	0,4624	0,2076	0,9853	446	21013,1	0,0	---	---
18,20	17933,2	0,4619	0,2076	0,9853	479	26221,8	0,0	---	---
18,50	19093,9	0,4617	0,2076	0,9853	489	28037,8	0,0	---	---
SPEED [kt]	EFFICIENCY			THRUST					
	EFFO	EFFOA	MERIT	THRPROP [kN]	DELTHR [kN]				
9,20	0,4926	0,7018	0,59485	576,04	456,44				
10,20	0,4952	0,7041	0,59265	698,13	553,18				
11,20	0,4974	0,7060	0,59085	832,28	659,47				
13,20	0,4997	0,7072	0,58886	1144,29	906,70				
14,20	0,4996	0,7060	0,589	1329,20	1053,22				
15,20	0,4982	0,7033	0,59013	1540,67	1220,78				
16,20	0,4956	0,6988	0,59237	1786,26	1415,38				
+ 17,20 +	0,4915	0,6923	0,59577	2074,98	1644,16				
18,20	0,4859	0,6839	0,60029	2417,24	1915,35				
18,50	0,4840	0,6810	0,60185	2531,96	2006,25				
SPEED [kt]	POWER DELIVERY								TRANSP
	RPMPROP [RPM]	QPROP [kN·m]	QENG [kN·m]	PDPROP [kW]	PSPROP [kW]	PSTOTAL [kW]	PBTOTAL [kW]		
9,20	33	840,06	119,39	2986,0	3078,4	3078,4	3078,4	---	
10,20	37	1019,07	144,83	3998,7	4122,4	4122,4	4122,4	---	
11,20	40	1215,84	172,80	5220,9	5382,4	5382,4	5382,4	---	
13,20	47	1673,09	237,79	8445,3	8706,5	8706,5	8706,5	780,2	
14,20	51	1943,32	276,20	10570,3	10897,2	10897,2	10897,2	670,6	
15,20	55	2251,39	319,98	13165,5	13572,7	13572,7	13572,7	576,3	
16,20	59	2607,74	370,63	16373,5	16879,9	16879,9	16879,9	493,9	
+ 17,20 +	63	3024,83	429,90	20382,7	21013,1	21013,1	21013,1	421,2	
18,20	68	3517,02	499,86	25435,2	26221,8	26221,8	26221,8	357,2	
18,50	70	3681,54	523,24	27196,7	28037,8	28037,8	28037,8	339,5	

Prediction results [Propulsor]

CAVITATION									
SPEED [kt]	SIGMAV	SIGMAN	SIGMA07R	TIPSPEED [m/s]	MINBAR	PRESS [kPa]	CAVAVG [%]	CAVMAX [%]	PITCHFC [mm]
9,20	30,68	8,07	1,58	15,41	0,431	9,02	2,0	2,0	6723,1
10,20	24,86	6,62	1,30	17,01	0,481	10,93	2,0	2,0	6735,4
11,20	20,55	5,53	1,08	18,62	0,534	13,03	2,0	2,0	6745,5
13,20	14,70	4,00	0,78	21,88	0,660	17,92	2,0	2,0	6756,6
14,20	12,67	3,45	0,67	23,58	0,734	20,81	2,0	2,0	6755,8
15,20	11,04	2,98	0,58	25,35	0,819	24,12	2,4	2,4	6749,5
16,20	9,69	2,59	0,51	27,22	0,918	27,97	3,1	3,1	6737,0
+ 17,20 +	8,58	2,25	0,44	29,21	1,034	32,49	4,1	4,1	6717,9
18,20	7,65	1,95	0,38	31,35	1,171	37,85	5,7	5,7	6692,5
18,50	7,40	1,87	0,37	32,03	1,217	39,65	6,3	6,3	6683,7
PROPULSOR COEFS									
SPEED [kt]	J	KT	KQ	KT/J2	KQ/J3	CTH	CP	RNPROP	
9,20	0,5129	0,3013	0,04993	1,1453	0,37004	2,9165	6,0088	3,31e7	
10,20	0,5161	0,2997	0,04971	1,1248	0,36147	2,8642	5,8697	3,65e7	
11,20	0,5188	0,2983	0,04952	1,1083	0,35463	2,8222	5,7585	4,00e7	
13,20	0,5217	0,2968	0,04931	1,0905	0,34729	2,7769	5,6394	4,70e7	
14,20	0,5215	0,2969	0,04933	1,0918	0,34782	2,7801	5,6479	5,07e7	
15,20	0,5198	0,2978	0,04944	1,1018	0,35197	2,8058	5,7153	5,45e7	
16,20	0,5166	0,2994	0,04968	1,1222	0,36039	2,8576	5,8521	5,85e7	
+ 17,20 +	0,5116	0,3020	0,05003	1,1541	0,37372	2,9388	6,0685	6,27e7	
18,20	0,5048	0,3054	0,05050	1,1985	0,39253	3,052	6,374	6,73e7	
18,50	0,5025	0,3066	0,05066	1,2143	0,3993	3,0923	6,4839	6,87e7	

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:	259,072 m	LCG fwd TR:	[XCG/LP 0,000] 0,000 m
Max beam on WL:	[LWL/BWL 6,183] 41,900 m	VCG below WL:	0,000 m
Max molded draft:	[BWL/T 3,575] 11,720 m	Aft station (fwd TR):	0,000 m
Displacement:	[CB 0,781] 102002,00 t	Deadrise:	0,00 deg
Wetted surface:	[CS 2,659] 13494,900 m2	Chine beam:	0,000 m
ITTC-78 (CT)		Chine ht below WL:	0,000 m
LCB fwd TR:	[XCB/LWL 0,519] 134,400 m	Fwd station (fwd TR):	0,000 m
LCF fwd TR:	[XCF/LWL 0,502] 129,940 m	Deadrise:	0,00 deg
Max section area:	[CX 0,995] 488,683 m2	Chine beam:	0,000 m
Waterplane area:	[CWP 0,850] 9221,907 m2	Chine ht below WL:	0,000 m
Bulb section area:	37,140 m2	Propulsor type:	Propeller
Bulb ctr below WL:	9,000 m	Max prop diameter:	8800,0 mm
Bulb nose fwd TR:	265,000 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:	38,81 deg	Device count:	0
Bow shape factor:	[WL flow] 1,0	Span:	0,000 m
Stern shape factor:	[WL flow] 1,0	Chord length:	0,000 m
		Deflection angle:	0,00 deg
		Tow point fwd TR:	0,000 m
		Tow point below WL:	0,000 m

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 power	KTKQ corrections:	Custom
Reference prop:		Scale correction:	None
Blade count:	6	KT multiplier:	1,000
Expanded area ratio:	1,0500 [Size]	KQ multiplier:	1,000
Propeller diameter:	8800,0 mm [Keep]	Blade T/C [0.7R]:	0,00
Propeller mean pitch:	[P/D 1,0114] 8900,7 mm [Size]	Roughness:	0,00 mm
Hub immersion:	0,0 mm	Cav breakdown:	On
Engine/gear		Design condition [By power]	
Drive line:	Standard	Max prop diam:	8800,0 mm
Gear input:	Single engine	Design speed:	17,20 kt
Engine data:		Reference power:	28059,3 kW
Rated RPM:	0 RPM	Design point:	0,770
Rated power:	0,0 kW	Reference RPM:	450,0 RPM
Primary fuel:	Defined	Design point:	1,000
Secondary fuel:	None		
Gear efficiency:	1,000		
Load correction:	Off		
Gear ratio:	7,036 [Size]		
Shaft efficiency:	0,970		

Symbols and values

SPEED = Vessel speed

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

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

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

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

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

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

SIGMAV = Cavitation number of propeller by vessel speed
SIGMAN = Cavitation number of propeller by RPM
SIGMA07R = Cavitation number of blade section at 0.7R
TIPSPEED = Propeller circumferential tip speed
MINBAR = Minimum expanded blade area ratio recommended by selected cavitation criteria
PRESS = Average propeller loading pressure
CAVAVG = Average predicted back cavitation percentage
CAVMAX = Peak predicted back cavitation percentage [if in oblique flow]
PITCHFC = Minimum recommended pitch to avoid face cavitation

+ = Design speed indicator
* = Exceeds recommended parameter limit
! = Exceeds recommended cavitation criteria [warning]
!! = Substantially exceeds recommended cavitation criteria [critical]
!!! = Thrust breakdown is indicated [severe]
--- = Insignificant or not applicable

8.4 Anexo IV: Motor propulsor

Product note

Synchronous propulsion motors

ABB's low and medium speed synchronous propulsion motors are designed for demanding VSD (variable speed drive) propulsion applications in different types of marine vessels.

Dedicated low and medium speed synchronous propulsion motors

Diesel-electric propulsion systems incorporating ABB synchronous motors deliver significantly better efficiency and flexibility than conventional systems. This is a key factor in meeting new environmental regulations such as the IMO's MARPOL 73/78 rules and the EU's Sulfur Directive.

In many cases the vessel's operational profile has to be adjusted to ensure compliance with regulations – which may demand speed limits, increase the time taken for harbor access or require a change of fuel type, for example. This can involve frequent speed changes, a situation where diesel-electric propulsion systems are much more efficient than conventional solutions. Running the engines with an optimized load at constant speed close to their maximum efficiency level produces better fuel economy, reduced emissions and lower maintenance costs.

High reliability and precise control

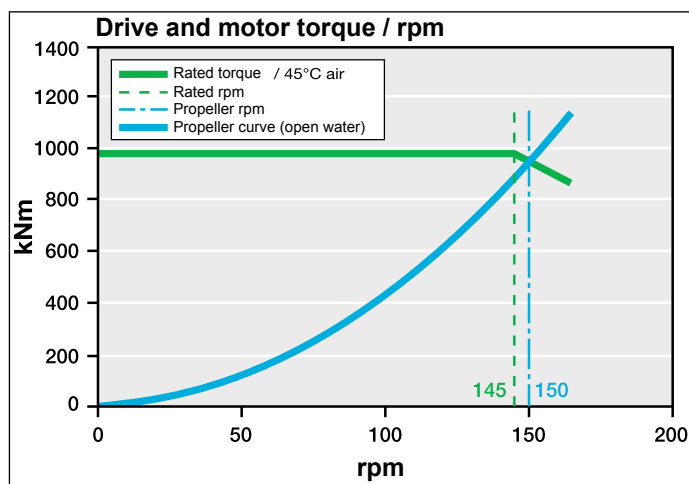
The motors are based on ABB's extensive experience and built for reliability. The proven, totally enclosed design, with air-to-water heat exchangers incorporating cooling



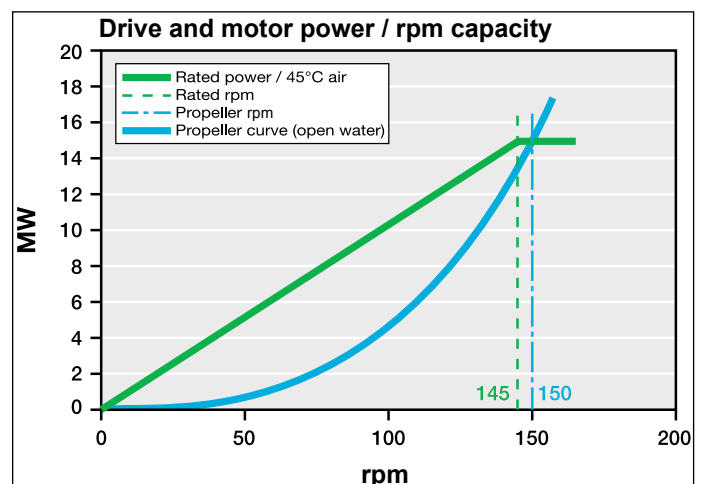
motors with fans, ensures safe operation throughout the speed range. The internal cabling is halogen-free and flame-retardant, and sufficient space is provided for easy maintenance.

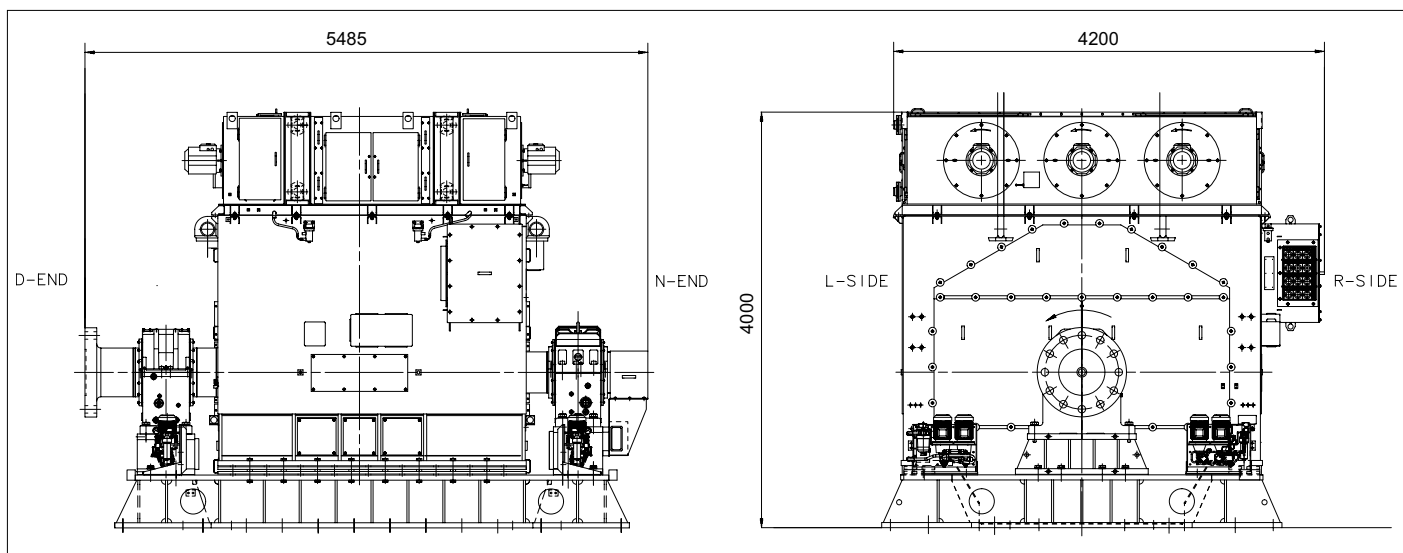
Precise torque control with ABB frequency converters makes zero-speed, starting and even the most demanding ice-going conditions easy to handle.

Close attention is paid to the requirements of the classification societies as well as customer needs. These include special bearings to handle the inclination of the vessel.



Typical characteristics of an electric propulsion motor (cruiser application).





Example of the main dimensions of a synchronous propulsion motor, type AMZ 1600.

Technical features

- Power range up to 50 MW
- Frame size up to 2500 (IEC)
- Rated speeds: low speed 0 - 250 rpm,
medium speed 250 - 700 rpm
- 4 - 20 poles
- Protection classes IP44 (standard, higher classes on request)
- Temperature rise class F or B / insulation class F
- Brushless excitation (excitation by brushes with slip rings also available)
- Fully compatible with ABB's ACS converter products with DTCTM (direct torque control). Also available for cyclo-converter and LCI drives
- Designed according to applicable IEC regulations
- Available with classification according to: LRS, DNV, GL, BV, NK, CCS, KRS, Russian Maritime, CS, ABS, RINA

Main benefits

- Diesel-electric propulsion systems provide more freedom in spatial arrangements, better tolerance for malfunctions and better fuel efficiency than mechanical systems
- ABB synchronous propulsion motors deliver efficiency, reliability and superior control dynamics while having low maintenance requirements
- Powering a wide range of vessel types since the 1930s (DC motors) / 1970s (AC motors), including cruisers, car and train ferries, ice breakers, multi-purpose tankers, LNG tankers, ice-going vessels, heavy lift vessels and seismic vessels
- Wide range of optional, application specific accessories
- After sales service through ABB's worldwide organization and network of carefully selected partners.
- Active support for customers at every stage of their project and beyond
- Synchronous propulsion motors are a future-proof choice in a changing regulatory environment

For more information please contact:

www.abb.com/motors&generators

© Copyright 2013 ABB Ltd. All rights reserved. No part of this publication may be reproduced or transmitted in any form or by means, electronic, mechanical, photocopying, recording or otherwise without prior written permission of ABB Ltd.