



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

Trabajo Fin de Grado

CURSO 2020/21

*BUQUE PORTACONTENEDORES DE 20000 TEUS
ADAPTADO A RUTA ASIA - EUROPA*

Grado en Ingeniería Naval y Oceánica

ALUMNO

Miguel Ángel Rodríguez González

TUTOR

Luis Manuel Carral Couce

FECHA

Septiembre 2021



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

TRABAJO FIN DE GRADO

CURSO 2020/21

*BUQUE PORTACONTENEDORES DE 20000 TEUS
ADAPTADO A RUTA ASIA - EUROPA*

Grado en Ingeniería Naval y Oceánica

Cuaderno 6

**“PREDICCIÓN DE POTENCIA Y DISEÑO DE TIMONES Y
PROPULSORES”**

ÍNDICE

1 RPA.....	4
2 Resumen	5
2.1 Castellano.....	5
2.2 Gallego	5
2.3 Inglés	5
3 Introducción.....	6
4 Parámetros de Forma del Buque	7
5 Cálculo de la resistencia.....	10
5.1 Resistencia de formas	10
5.2 Resistencia de apéndices	10
5.3 Resistencia aerodinámica	11
5.4 Cálculo de la resistencia.....	13
6 Estimación de Potencia Propulsiva	15
6.1 Propulsor	15
7 Elección del Motor Propulsor	17
8 Diseño del Propulsor y Análisis de Alternativas	19
9 Claras del Codaste.....	21
10 Diseño del timón.....	22
10.1 Cálculo de la fuerza sobre la pala y del par torsor.....	22
10.1.1 Cálculo de la fuerza.....	22
10.1.2 Cálculo del par torsor.....	25
11 Croquis del Codaste	26
Anexo I: Resultados del Análisis de Resistencia	27
Anexo II: Resultados del Análisis de Potencia	28
Anexo III: Resultados del Análisis del Propulsor.....	29
Anexo IV: Características del Motor Principal	30

1 RPA



GRADO EN INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA **TRABAJO FIN DE GRADO**

PROYECTO NÚMERO

TIPO DE BUQUE: Portacontenedores con ruta Asia-Norte de Europa.

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

CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA: 20000 TEUS

VELOCIDAD Y AUTONOMÍA: 20 nudos en condiciones de servicio y 20000 millas de autonomía.

SISTEMAS Y EQUIPOS DE CARGA / DESCARGA: Sin medios propios de carga/descarga.

PROPULSIÓN: Motor Diésel.

TRIPULACIÓN Y PASAJE: 40 tripulantes en camarotes dobles e individuales.

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

Ferrol, 4 Octubre 2020

ALUMNO/A: **D Miguel Ángel Rodríguez González**

2 RESUMEN

2.1 Castellano

La finalidad del presente Trabajo Fin de Grado es el dimensionamiento y definición de un buque portacontenedores, cumpliendo con la RPA establecida. Una de las principales características es que es un buque de carga normalizada que ha de transportar 20000 TEUS, lo cual afecta a las dimensiones del mismo. Este portacontenedores será diseñado para dar servicio a la ruta Asia – Norte de Europa, por lo que ha de tener una autonomía que le permita realizar un trayecto de unas 20000 millas.

2.2 Gallego

A finalidade do presente Traballo de Fin de Grao é o dimensionamento e definición dun buque portacontenedores, cumprindo co establecido na RPA. Unha das principais características é que é un buque de carga normalizada que transporta 20000 TEUS, o cal afecta as dimensións do mesmo. Este portacontenedores deseñárase para dar servizo a ruta Asia – Norte de Europa, polo que terá unha autonomía que permita realizar o traxecto dunhas 20 000 millas.

2.3 Inglés

The purpose of this Final Degree Project is the dimensioning and definition of a container ship, complying with the established RPA. One of the main characteristics is that it is a standardized cargo ship and that it has to transport 20000 TEUS, which affects its dimensions. This container ship will be designed to serve the Asia - North Europe route, so it must have an autonomy that allows it to cover a journey of about 20000 miles.

3 INTRODUCCIÓN

El objetivo del desarrollo de este cuaderno, es la realización de una estimación de la potencia propulsora del buque y los cálculos correspondientes al propulsor, analizando de manera detenida varias alternativas para la obtención de un resultado lo más optimizado posible.

Además, se realizarán también, los cálculos correspondientes al timón, así como su colocación en el codaste del buque proyecto.

Los datos que se utilizarán serán los obtenidos en cuadernos anteriores, de los cuales se muestra un resumen a continuación.

TEUS TOTALES	20000 TEUS
TEUS BODEGA	8518 TEUS
TEUS CUBIERTA	11481 TEUS
ESLORA TOTAL (Loa)	399,8 m.
ESLORA PERPENDICULARES (Lpp)	382,4 m.
MANGA (B)	58 m.
PUNTAL (D)	32 m.
CALADO (T)	16,5 m.
DESPLAZAMIENTO (Δ)	299292 ton
VELOCIDAD (V)	20 kn

Nº DE FROUD	0,1698
COEFICIENTE DE BLOQUE	0,797
COEFICIENTE DE LA MAESTRA	0,994
COEFICIENTE PRISMÁTICO	0,887

4 PARÁMETROS DE FORMA DEL BUQUE

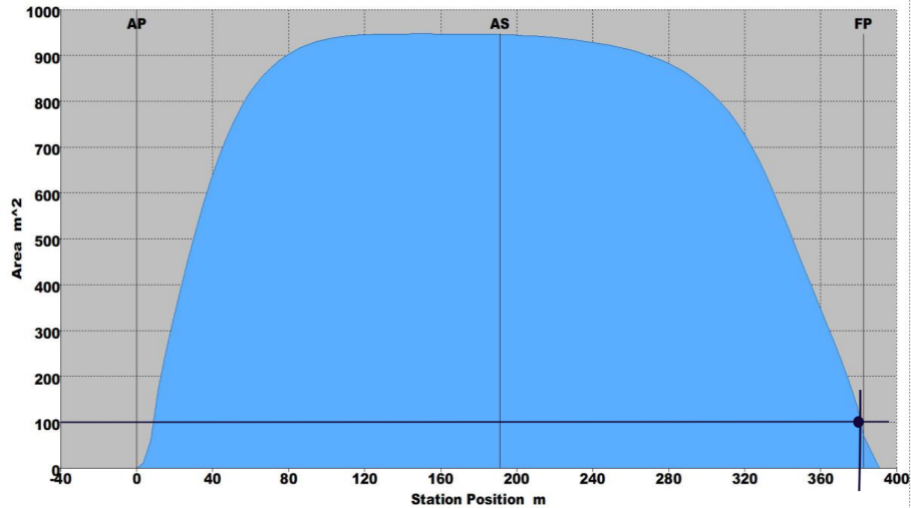
Para la realización de los cálculos de la estimación de la potencia propulsora, se utiliza el programa informático NavCad. Se calculará primero la resistencia al avance del buque y a partir de ésta, se calcula la potencia propulsora necesaria.

Para el desarrollo de lo expuesto anteriormente, se necesitarán una serie de datos, los cuales se muestran a continuación, y que están sacados de las hidrostáticas del buque proyecto al calado de diseño. Los que no nos proporcionen dichas hidrostáticas, se establecen a partir del plano de formas.

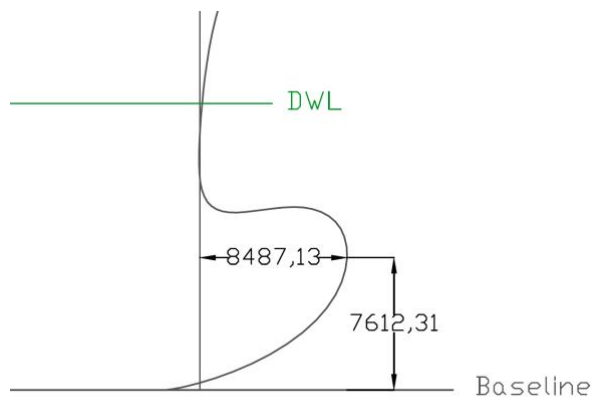
MEASUREMENT	VALUE	UNITS
Displacement	299292	t
Volume (displaced)	291991,757	m ³
Draft Amidships	16,5	m
Immersed depth	16,5	m
WL Length	382,95	m
Beam max extents on WL	57,97	m
Wetted Area	29567,886	m ²
Max sect. area	947,264	m ²
Waterpl. Area	19685,121	m ²
Prismatic coeff. (Cp)	0,805	
Block coeff. (Cb)	0,797	
Max Sect. area coeff. (Cm)	0,994	
Waterpl. area coeff. (Cwp)	0,887	
LCB length	188,623	from zero pt. (+ve fwd) m
LCF length	182,613	from zero pt. (+ve fwd) m
LCB %	49,255	from zero pt. (+ve fwd) % Lwl
LCF %	47,686	from zero pt. (+ve fwd) % Lwl
KB	8,629	m
KG fluid	0	m
BMt	16,852	m
BML	681,58	m
GMt corrected	25,481	m
GML	690,209	m
KMt	25,481	m
KML	690,209	m
Immersion (TPc)	201,772	tonne/cm
MTc	5402,03	tonne.m
RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1)	133095,207	tonne.m
Length:Beam ratio	6,606	
Beam:Draft ratio	3,513	
Length:Vol ^{0.333} ratio	5,772	

Tal como se ha comentado anteriormente, además de los datos proporcionados por estas hidrostáticas, se necesitarán diferentes dimensiones obtenidas a partir del plano de formas del buque, algunos de ellos son:

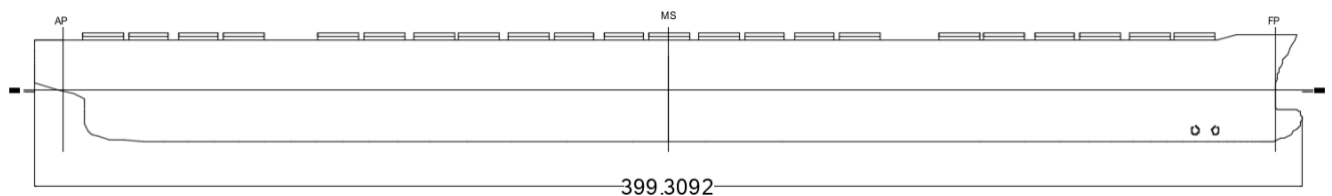
- Área del bulbo de proa: 104,84 m². Se obtiene del cuaderno 3, y se puede comprobar de manera aproximada en la curva de áreas seccionales que se muestra a continuación:



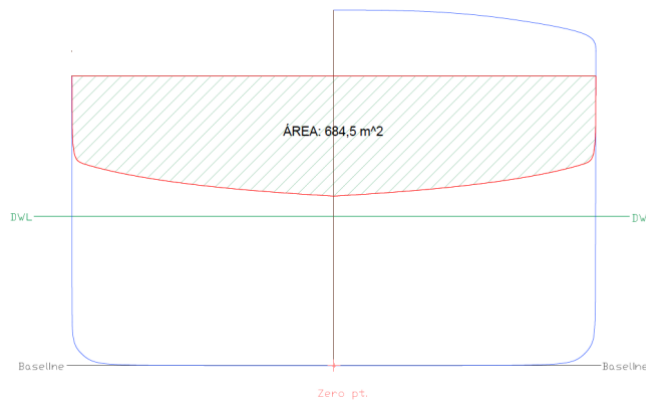
- Altura de la máxima protuberancia del bulbo de proa: 7,425 m. Dato obtenido en el cuaderno 3.



- Protuberancia del bulbo desde el espejo de popa: 399,8 m, esta dimensión se obtiene midiendo en el plano de formas.



- Área del espejo de popa: 684,5 m².



- Semiángulo de entrada: 19°, el cual se obtuvo en el cuaderno 3 a partir de la siguiente gráfica:



- Factores de proa y popa: 1, debido a las formas en U del buque.

5 CÁLCULO DE LA RESISTENCIA

A pesar de haber realizado una primera estimación de la potencia en el cuaderno 1, se estudiará más a fondo esta condición en el desarrollo de los siguientes apartados. En primer lugar, es necesario calcular la resistencia al avance del buque, y a partir de ahí se realizará una estimación de la potencia propulsora.

Para los cálculos comentados anteriormente, será necesario introducir los datos en el programa Navcad, el cual proporcionará, las tablas de datos introducidos y los diferentes resultados.

5.1 Resistencia de formas

En el apartado de resistencia de formas, serán introducidos todos los datos referentes a las formas propias del buque obtenidas en el cuaderno 3 y que principalmente se recogen en las hidrostáticas al calado de diseño.

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:	382,950 m	LCB fwd TR:	[XCG/LP 0,000] 0,000 m
Max beam on WL:	[LWL/BWL 6,606] 57,970 m	VCG below WL:	0,000 m
Max molded draft:	[BWL/T 3,513] 16,500 m	Aft station (fwd TR):	0,000 m
Displacement:	[CB 0,796] 299292,00 t	Deadrise:	0,00 deg
Wetted surface:	[CS 2,798] 29567,886 m ²	Chine beam:	0,000 m
ITTC-78 (CT)		Chine ht below WL:	0,000 m
LCB fwd TR:	[XCB/LWL 0,493] 188,623 m	Fwd station (fwd TR):	0,000 m
LCF fwd TR:	[XCF/LWL 0,477] 182,613 m	Deadrise:	0,00 deg
Max section area:	[CX 0,990] 947,264 m ²	Chine beam:	0,000 m
Waterplane area:	[CWP 0,887] 19685,121 m ²	Chine ht below WL:	0,000 m
Bulb section area:	104,840 m ²	Propulsor type:	Propeller
Bulb ctr below WL:	8,888 m	Max prop diameter:	10600,0 mm
Bulb nose fwd TR:	399,800 m	Shaft angle to WL:	0,00 deg
Imm transom area:	[ATR/AX 0,000] 0,000 m ²	Position fwd TR:	0,000 m
Transom beam WL:	[BTR/BWL 0,000] 0,000 m	Position below WL:	0,000 m
Transom immersion:	[TTR/T 0,000] 0,000 m	Transom lift device:	Flap
Half entrance angle:	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

Report ID20210513-1822

HydroComp NavCad 2018 18.04.0073.0539.U1002

5.2 Resistencia de apéndices

En cuanto a la resistencia de apéndices, se tiene únicamente el timón, lo cual se añade al programa de acuerdo con los datos obtenidos en el apartado 10 de calculo del timón.

- Altura de la pala: 11,7 m.
- Longitud inferior: 9,3 m.
- Longitud superior: 7,6 m.

El diámetro del propulsor será el obtenido en el cuaderno 3, es decir, 10,6 metros.

Además, se establecen el número de túneles de hélices de proa y el diámetro de éstos siendo 2 los túneles y 2,5 m el diámetro de cada uno de ellos.

Appendage data

General		Skeg/Keel	
Definition:	Component	Count:	0
Percent of hull drag:	0,00 %	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:	10600,0 mm	Projected area:	0,000 m2
Shaft angle to WL:	0,00 deg	Wetted surface:	0,000 m2
Exposed shaft length:	0,000 m	Stabilizer	
Shaft diameter:	0,000 m	Count:	0
Wetted surface:	0,000 m2	Root chord:	0,000 m
Strut bossing length:	0,000 m	Tip chord:	0,000 m
Bossing diameter:	0,000 m	Span:	0,000 m
Wetted surface:	0,000 m2	T/C ratio:	0,000
Hull bossing length:	0,000 m	LE sweep:	0,00 deg
Bossing diameter:	0,000 m	Wetted surface:	0,000 m2
Wetted surface:	0,000 m2	Projected area:	0,000 m2
Strut (per shaft line)		Dynamic multiplier:	1,00
Count:	0	Bilge keel	
Root chord:	0,000 m	Count:	0
Tip chord:	0,000 mm	Mean length:	0,000 m
Span:	0,000 m	Mean base width:	0,000 m
T/C ratio:	0,000	Mean projection:	0,000 m
Projected area:	0,000 m2	Wetted surface:	0,000 m2
Wetted surface:	0,000 m2	Tunnel thruster	
Exposed palm depth:	0,000 m	Count:	2
Exposed palm width:	0,000 m	Diameter:	2,500 m
Rudder		Sonar dome	
Count:	1	Count:	0
Rudder location:	Behind propeller	Wetted surface:	0,000 m2
Type:	Balanced foil	Miscellaneous	
Root chord:	9,300 m	Count:	0
Tip chord:	7,600 m	Drag area:	0,000 m2
Span:	11,700 m	Drag coef:	0,00
T/C ratio:	0,150		
LE sweep:	0,00 deg		
Projected area:	99,800 m2		
Wetted surface:	200,683 m2		

5.3 Resistencia aerodinámica

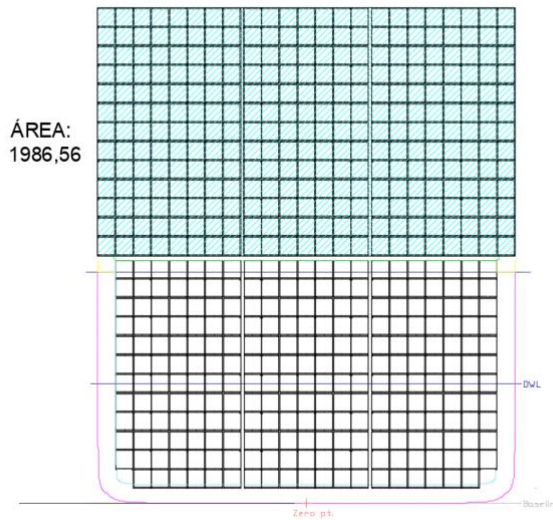
En cuanto a la resistencia aerodinámica se ha de tener en cuenta, la superficie de casco expuesto y la superficie de la superestructura. El área de la superestructura se ha estimado mediante el buque de referencia debido a que aun no se encuentra definida, siendo esto competencia del cuaderno 7.

Environment data

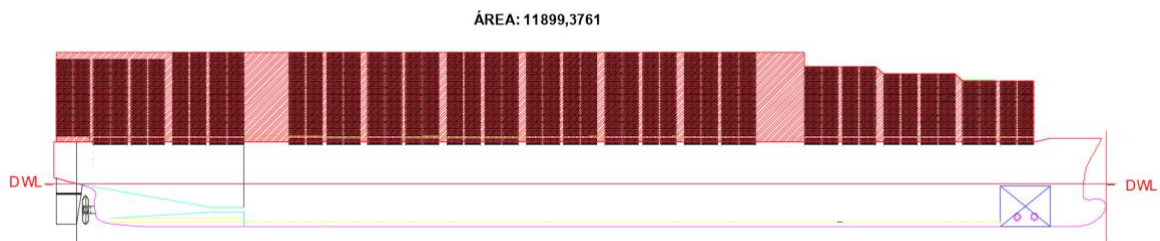
Wind		Seas	
Wind speed:	0,00 kt	Significant wave ht:	0,000 m
Angle off bow:	0,00 deg	Modal wave period:	0,0 sec
Gradient correction:	Off	Shallow/channel	
Exposed hull		Water depth:	0,000 m
Transverse area:	1032,430 m2	Type:	Shallow water
VCE above WL:	0,000 m	Channel width:	0,000 m
Profile area:	11899,380 m2	Channel side slope:	0,00 deg
Superstructure		Hull girth:	0,000 m
Superstructure shape:	Container ship		
Transverse area:	1986,560 m2		
VCE above WL:	0,000 m		
Profile area:	484,560 m2		

En cuanto a los datos puestos, se presenta a continuación un serie de esquemas en los cuales se justifican los diferentes valores.

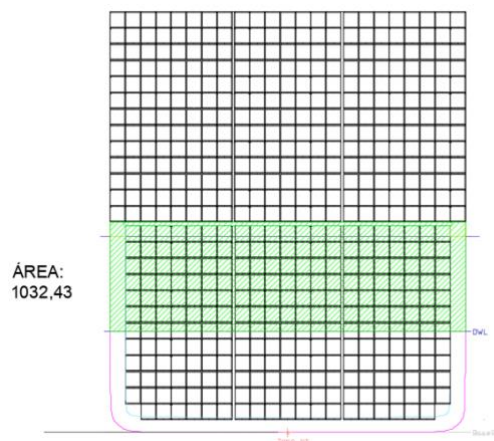
- Área transversal expuesta al viento considerada superestructura:



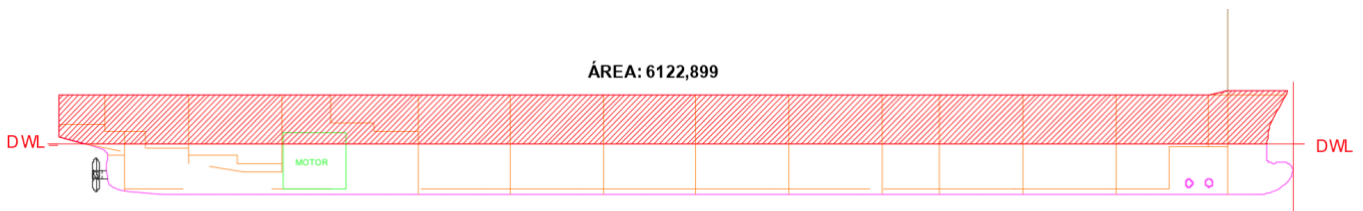
- Área del perfil de lo considerado superestructura:



- Área transversal de casco expuesto:



- Área del perfil de casco expuesto:



Se introduce, además, un 10% de margen y se define como "Hull drag only"

5.4 Cálculo de la resistencia

Para el cálculo de la resistencia, aun será necesario terminar de introducir una serie de datos.

Se utiliza una técnica de predicción a partir del método Holtrop, el cual es el que más se aproxima según indica el programa Navcad. Además, es importante destacar que se realizará el cálculo mediante la ITTC-57. Se establece como rugosidad la que fija el programa para casco nuevo, es decir 0,15 mm.

Analysis parameters

Vessel drag		ITTC-78 (C1)	Added drag	
Technique:	[Calc]	Prediction	Appendage:	[Calc] Holtrop (Component)
Prediction:		Holtrop	Wind:	[Calc] Taylor
Reference ship:			Seas:	[Off]
Model LWL:			Shallow/channel:	[Off]
Expansion:		Standard	Towed:	[Off]
Friction line:		ITTC-57	Margin:	[Calc] Hull drag only [10%]
Hull form factor:	[On]	1,310	Water properties	
Speed corr:	[On]		Water type:	Salt
Spray drag corr:	[Off]		Density:	1026,00 kg/m3
Corr allowance:		ITTC-78 (v2008)	Viscosity:	1,18920e-6 m2/s
Roughness [mm]:	[On]	0,15		

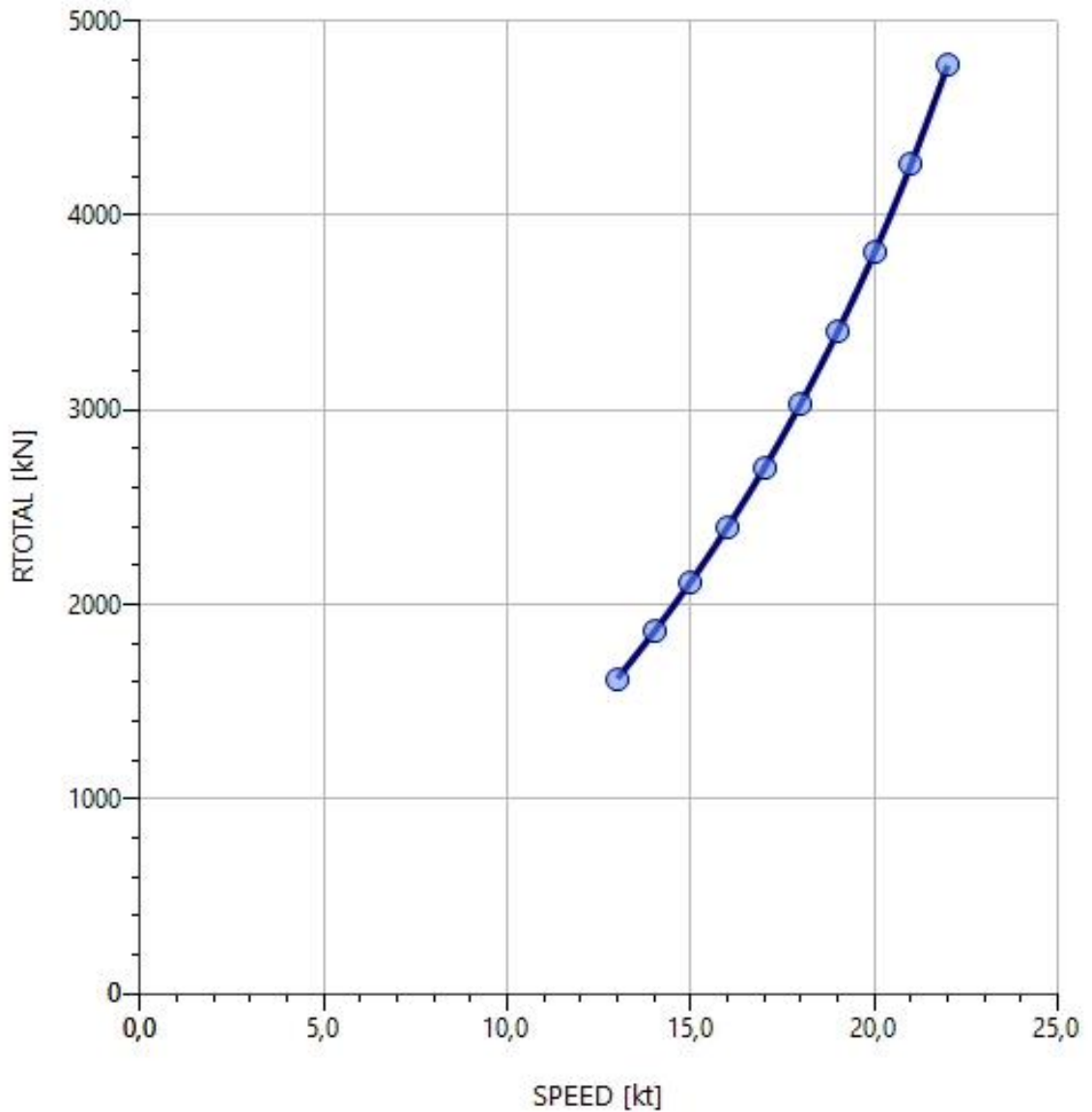
Se hace el cálculo para 10 velocidades, con intervalos de un nudo, desde los 13 kt, pasando por los 20 kt, siendo esta última la velocidad de servicio, y terminando dos nudos por encima de dicha velocidad.

SPEED [kt]
13,00
14,00
15,00
16,00
17,00
18,00
19,00
+ 20,00 +
21,00
22,00

Tras realizar los cálculos mediante el software, se obtiene que la resistencia al avance del buque proyecto es de 3807,15 kN.

Esta será la resistencia que deberá vencer el propulsor para hacer avanzar el buque en una dirección determinada a la velocidad indicada.

A continuación, se muestra una gráfica donde se ven los resultados de resistencia total frente a la velocidad en nudos:



Se muestran en el Anexo I, los resultados completos del análisis de resistencia

6 ESTIMACIÓN DE POTENCIA PROPULSIVA

Una vez calculada la resistencia del buque, se procede con la estimación de la potencia propulsiva utilizando el modo de propulsión del programa.

Además de los datos introducidos para el cálculo de la resistencia, se han de introducir los datos relativos al propulsor del buque.

6.1 Propulsor

Se introducen aquí los datos de la altura del eje, así como el diámetro del propulsor obtenidos en el cuaderno 3

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:	6	KT multiplier:	1,000
Expanded area ratio:	0,8699 [Size]	KQ multiplier:	1,000
Propeller diameter:	10600,0 mm [Keep]	Blade T/C [0.7R]:	0,00
Propeller mean pitch:	[P/D 0,8754] 9278,8 mm [Size]	Roughness:	0,00 mm
Hub immersion:	9891,7 mm	Cav breakdown:	On
Engine/gear		Design condition [By thrust]	
Drive line:	Direct drive	Max prop diam:	10600,0 mm
Gear input:	No gearbox	Design speed:	20,00 kt
Engine data:		Reference thrust:	4835,55 kW
Rated RPM:	0 RPM	Design point:	1,000
Rated power:	0,0 kW	Reference RPM:	80,0 RPM
Primary fuel:	Defined	Design point:	1,000
Secondary fuel:	None	Shaft RPM:	68,6 RPM [Size]
Gear efficiency:	1,000		
Load correction:	Off		
Gear ratio:	1,000		
Shaft efficiency:	0,970		

Report ID20210513-1829

HydroComp NavCad 2018 18.04.0073.0539.U1002

Se realiza una primera estimación, se realiza el estudio con una hélice de cuatro palas a 80 revoluciones. Para ello se selecciona la opción de “propeller sizing”, y seleccionar by thrust, es decir una estimación por empuje.

Se deja que el programa dimensione los principales parámetros de la hélice.

Propeller sizing			
To size			
Shaft RPM:	Size	68,6	RPM
Expanded area ratio:	Size	0,870	
Propeller diameter:	Keep	10600,0	mm
Propeller mean pitch:	Size	9278,8	mm
Design condition [By thrust]			
Design speed:		20,00	kt
Reference thrust:		4835,55	kN
Design point:		1,000	
Reference RPM:		80,0	
Design point:		1,000	
Max prop diam:		10600,0	mm
Review			
Tip speed:		38,10	m/s

Para el cálculo de la potencia se utiliza el método Holtrop y las mismas velocidades que en el cálculo de la resistencia.

Analysis parameters	
Hull-propulsor interaction	
Technique:	[Calc] Prediction
Prediction:	Holtrop
Reference ship:	
Max prop diam:	10600,0 mm
Corrections	
Viscous scale corr:	[Off]
Rudder location:	
Friction line:	
Hull form factor:	
Corr allowance:	
Roughness [mm]:	
Ducted prop corr:	[Off]
Tunnel stern corr:	[Off]
System analysis	
Cavitation criteria:	Keller eqn
Analysis type:	Free run
CPP method:	
Engine RPM:	
Mass multiplier:	
RPM constraint:	
Limit [RPM/s]:	
Water properties	
Water type:	Salt
Density:	1026,00 kg/m3
Viscosity:	1,18920e-6 m2/s

Se obtiene, de esta primera estimación, una potencia de 54183,7 kW y unas revoluciones óptimas del propulsor de 69 rpm.

El motor propulsor del buque proyecto ha de funcionar al 85% de su régimen, por lo que la potencia mínima requerida será:

$$\text{Potencia al 85\% MCR} = \frac{54183,7 + 4300}{0,85} = 68804,35 \text{ kW}$$

Cabe destacar que el buque proyecto lleva un alternador de cola de 4300 kW de potencia, los cuales se añaden a la potencia estimada por el programa.

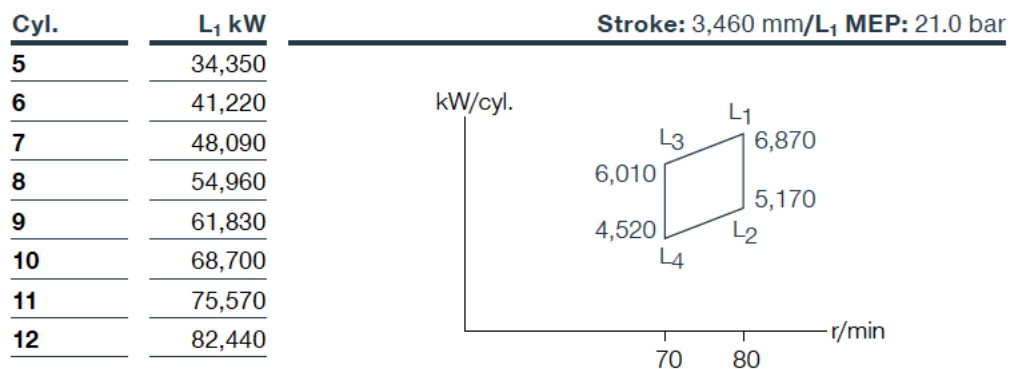
Se muestran en el Anexo II los resultados completos del análisis

Por lo tanto, solo quedará escoger de un catálogo el motor propulsor que llevará el buque proyecto.

7 ELECCIÓN DEL MOTOR PROPULSOR

Después de obtener los datos necesarios del programa NavCad, se realiza la elección del motor propulsor. Se establece mediante la revisión de buque similares al que se está proyectando, un motor MAN B&W G96ME-C10.5 Fuel Oil, el cual da una potencia desde 34 350 kW con 5 cilindros, hasta 82 440 kW con 12 cilindros.

La potencia otorgada es ligeramente superior a la que nos sale en la predicción de potencia, lo cual no es malo ya que genera un margen de error en la predicción de la potencia.



En primera instancia, y dados los resultados obtenidos en la predicción de la potencia, servirá el motor de 11 cilindros.

Se pueden ver las especificaciones del motor en el Anexo IV: Características del motor principal.

Se realiza por último un cálculo de la potencia, pero esta vez seleccionando la opción de “by power”, lo cual resulta en lo siguiente:

Propulsor data		Propeller options	
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:	0,8008 [Size]	KQ multiplier:	1,000
Propeller diameter:	10600,0 mm [Size]	Blade T/C [0.7R]:	0,00
Propeller mean pitch:	[P/D 0,7969] 8447,1 mm [Size]	Roughness:	0,00 mm
Hub immersion:	9891,7 mm	Cav breakdown:	On
Engine/gear		Design condition [By power]	
Drive line:	Direct drive	Max prop diam:	10600,0 mm
Gear input:	No gearbox	Design speed:	20,00 kt
Engine data:		Reference power:	75570,0 kW
Rated RPM:	0 RPM	Design point:	0,850
Rated power:	0,0 kW	Reference RPM:	80,0 RPM
Primary fuel:	Defined	Design point:	1,000
Secondary fuel:	None	Shaft RPM:	79,0 RPM [Size]
Gear efficiency:	1,000		
Load correction:	Off		
Gear ratio:	1,000		
Shaft efficiency:	0,970		

Tras el cálculo, utilizando el método de predicción Holtrop al igual que en el caso anterior, se obtiene:

$$\text{Potencia al 85\% MCR} = \frac{55466,2 + 4300}{0,85} = 70313,2 \text{ kW}$$

Se muestran en el Anexo III, los resultados completos del análisis.

8 DISEÑO DEL PROPULSOR Y ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS

Se realiza para el diseño del propulsor, un análisis de diferentes alternativas donde lo que cambia es el número de palas, manteniendo el motor propulsor. El software proporciona los resultados manteniendo la función “by power”, proporcionando una serie de resultados con diferentes potencias y eficiencias.

Se ha programado para que se establezca la potencia del motor fijada por la elección de éste, sin embargo, para que el propio programa dimensione el resto de parámetros que se muestran a continuación:

- 4 palas

Propeller sizing

To size			
Shaft RPM:	Size	▼ 79,0	RPM
Expanded area ratio:	Size	▼ 0,801	
Propeller diameter:	Size	▼ 10600,0	mm
Propeller mean pitch:	Size	▼ 8447,1	mm
Design condition [By power]			
Design speed:		20,00	▼ kt
Reference power:		75570	... kW
Design point:		0,850	...
Reference RPM:		80,0	...
Design point:		1,000	...
Max prop diam:		10600,0	mm
Review			
Tip speed:		43,82	m/s

- 5 palas

Propeller sizing

To size			
Shaft RPM:	Size	▼ 75,7	RPM
Expanded area ratio:	Size	▼ 0,883	
Propeller diameter:	Size	▼ 10600,0	mm
Propeller mean pitch:	Size	▼ 8816,6	mm
Design condition [By power]			
Design speed:		20,00	▼ kt
Reference power:		75570,0	... kW
Design point:		0,850	...
Reference RPM:		80,0	...
Design point:		1,000	...
Max prop diam:		10600,0	mm
Review			
Tip speed:		42,00	m/s

- 6 palas

Propeller sizing

To size			
Shaft RPM:	Size	71,5	RPM
Expanded area ratio:	Size	0,954	
Propeller diameter:	Size	10600,0	mm
Propeller mean pitch:	Size	9339,9	mm
Design condition [By power]			
Design speed:		20,00	kt
Reference power:		75570,0	kW
Design point:		0,850	
Reference RPM:		80,0	
Design point:		1,000	
Max prop diam:		10600,0	mm
Review			
Tip speed:		39,69	m/s

Se obtienen los siguientes resultados:

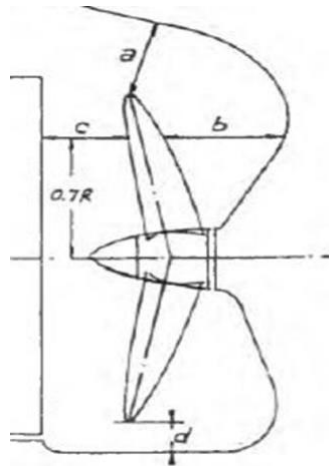
NÚMERO DE PALAS	EFICIENCIA	POTENCIA [kW]	POTENCIA AL 85% RÉGIMEN
4	0,7062	55466,2	67994,12
5	0,7145	54821,9	67211,77
6	0,7116	55043,3	67369,41

Se escogerá la hélice con 5 palas, ya que es la que mayor eficiencia tiene, y por consiguiente la que menor potencia demanda al motor principal.

Se presentan como Anexo III, los resultados de los análisis para 4, 5 y 6 palas del propulsor.

9 CLARAS DEL CODASTE

Las claras del codaste según el reglamento, las cuales corresponden a la siguiente imagen, se obtienen de una serie de ecuaciones en función de dos parámetros.



$$a = (0,24 - 0,01 * Z) * DP$$

$$b = (0,35 - 0,02 * Z) * DP$$

$$c = 0,1 * DP$$

$$d = 0,035 * DP$$

Sustituyendo en las ecuaciones anteriores con los parámetros correspondientes al buque proyecto y siendo:

- Z el número de palas del propulsor.
- DP la estimación del diámetro del propulsor.

Se obtiene el valor de cada uno de los huelgos resumidos en la tabla siguiente:

PARÁMETRO	VALOR
a	1,908 m
b	2,438 m
c	1,06 m
d	0,371 m

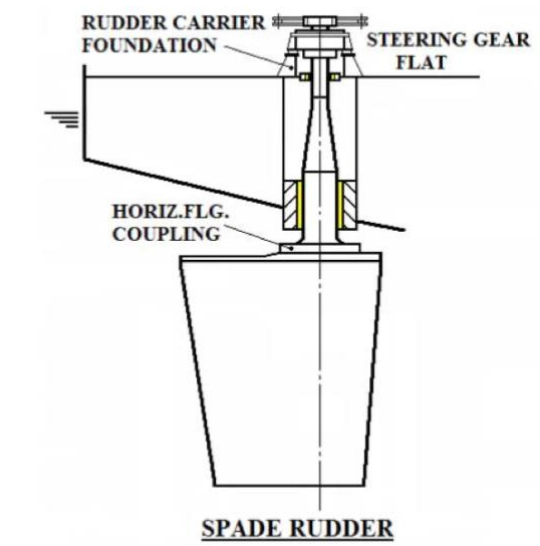
10 DISEÑO DEL TIMÓN

10.1 Cálculo de la fuerza sobre la pala y del par torsor

10.1.1 Cálculo de la fuerza

Para el diseño del se han aplicado los requerimientos expuestos por la sociedad de clasificación del buque proyecto, DNV, empleando la Parte 3, Capítulo 14, Sección 1, "Timones".

En primer lugar, se debe escoger el tipo de timón que ha de llevar el buque. Según el buque de referencia, se escoge el tipo que se muestra a continuación.



Se realiza el calculo de la fuerza lateral del timón mediante la siguiente ecuación:

$$C_R = 132 * K_1 * K_2 * K_3 * A * V^2$$

Donde:

- A : área de la pala del timón, en m^2 . Se puede aproximar esta área como un pequeño porcentaje, de entre el 1,5 a 2% del área latera deriva. El valor del área de la pala del timón ha de estar en el intervalo formado por los valores que se muestran a continuación.

$$A = 0,015 * 6243 = 93,65 \text{ m}^2$$

$$A = 0,02 * 6243 = 124,86 \text{ m}^2$$

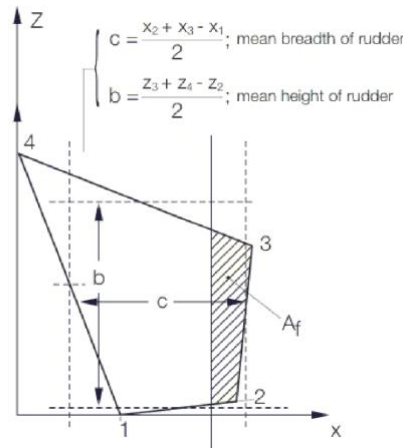
- V : máxima velocidad de servicio en nudos. En el caso del buque proyecto serán 20 kn. En el caso de ciar $V_{astern} = 0,5 V = 10 \text{ kn}$.
- K_1 : es un factor que depende de la relación de aspecto λ del área del timón.

$$K_1 = \frac{\lambda + 2}{3} = \frac{1,37 + 2}{3} = 1,12$$

- λ : se define de acuerdo a la siguiente expresión.

$$\lambda = \frac{b^2}{A_t} = \frac{11,7^2}{99,88} = \frac{b}{c} = 1,37$$

- b: Altura media del área del timón en metros. Se calculan la anchura media y la altura media del timón según el sistema de coordenadas de la figura. Se toman dichas medidas del buque de referencia.



Tras realizar los cálculos oportunos, de acuerdo con la figura anterior, se obtiene lo presentado en la siguiente tabla:

	DIMENSIONES	
	c [m]	b [m]
1	0	0
2	7,6	0
3	9,3	11,7
4	0	11,7
TOTAL	8,45	11,7






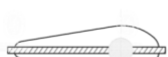
Si se comprueban las dimensiones del timón del buque proyecto mediante las dos magnitudes anteriores de c y b, se comprueba que el área del timón del buque de referencia se encuentra en el intervalo calculado, lo cual es satisfactorio ya que los buques son de dimensiones muy próximas.

$$A_{THongKong} = 8,45 * 11,7 = 98,86 \text{ m}^2$$

- A_t : Suma del área A de la pala del timón y el área del poste del timón o de la bocina del timón, si lo hubiera dentro de la altura b en m^2 . Se toma como 0 ya que no hay ninguno de estos elementos dentro de la altura b.

$$A_t = 99,88 \text{ m}^2$$

- K_2 : coeficientes que depende del tipo de timón y del perfil del mismo, según la tabla 3 que se encuentra en el reglamento en la parte, capítulo y sección especificados al inicio del este apartado, y que se muestra a continuación. En el caso del buque proyecto, se toma un perfil tipo NACA por lo que los coeficientes son 1,1 para el avance y 0,8 para ciar.

Profile Type	K_2	
	Ahead condition	Astern condition
NACA-00 series Göttingen 	1.10	0.80
Flat side 	1.10	0.90
Hollow 	1.35	0.90
High lift rudders 	1.70	to be specially considered; if not known: 1.30
Fish tail 	1.40	0.80
Single plate 	1.00	1.00
Nozzle rudder	1.90	1.50
Mixed profiles (e.g. NACA-series 63, 64, HSVA MP71, MP73)	1.21	0.90

- K_3 : coeficiente que depende del montaje de timones convencionales
 - 0,8 para timones fuera del chorro de la hélice
 - 1,15 para timones detrás de una tobera de hélice fija
 - 1.0 par resto de casos

Para el caso que se desarrolla en este trabajo fin de grado se toma como coeficiente el relativo al resto de casos, es decir, valor 1.

Una vez establecidos todos los valores de cada una de los términos de la operación se realizan los cálculos para obtener la fuerza sobre la pala del timón, tanto para el avance como para la operación de ciar:

- Fuerza avante:

$$C_{Ravante} = 132 * K_1 * K_2 * K_3 * A * V^2$$

$$C_{Ravante} = 132 * 1,12 * 1,1 * 1 * 99,88 * 20^2$$

$$C_{Ravante} = 6497,15 \text{ kN}$$

- Fuerza ciando:

$$C_{Rciando} = 132 * K_1 * K_2 * K_3 * A * V^2$$

$$C_{Rciando} = 132 * 1,12 * 0,8 * 1 * 99,88 * 10^2$$

$$C_{Rciando} = 4725,2 \text{ kN}$$

10.1.2 Cálculo del par torsor

El par torsor del timón se calculará, al igual que la fuerza, tanto para la condición de avance como para la de ciar. Se calcula mediante la ecuación del DNV, que es la siguiente:

$$Q_R = C_R * r$$

Donde:

- r : dependiendo de la condición de navegación.
 - Avante:

$$\frac{\max(c \cdot (\alpha - k); 0,1 \cdot c)}{1,82}$$

$$\frac{\max(8,45 \cdot (0,33 - 0,115); 0,1 \cdot 8,45)}{1,82}$$

- Ciando:

$$\frac{c \cdot (\alpha - k)}{4,605}$$

$$\frac{8,45 \cdot (0,66 - 0,115)}{4,605}$$

- c : anchura media del área del timón en metros.
- α : depende de la condición de navegación.
 - $\alpha = 0,33$ para la condición de avance
 - $\alpha = 0,66$ para la condición de ciar
- k : es función de las áreas de las diferentes zonas del timón.

$$k = \frac{A_f}{A} = \frac{11,5}{99,88} = 0,115$$

- A_f : área a proa de la mecha del timón (11,5 m²).

Sustituyendo los datos se obtiene:

- Avante

$$Q_{Ravante} = 6497,15 * 1,82$$

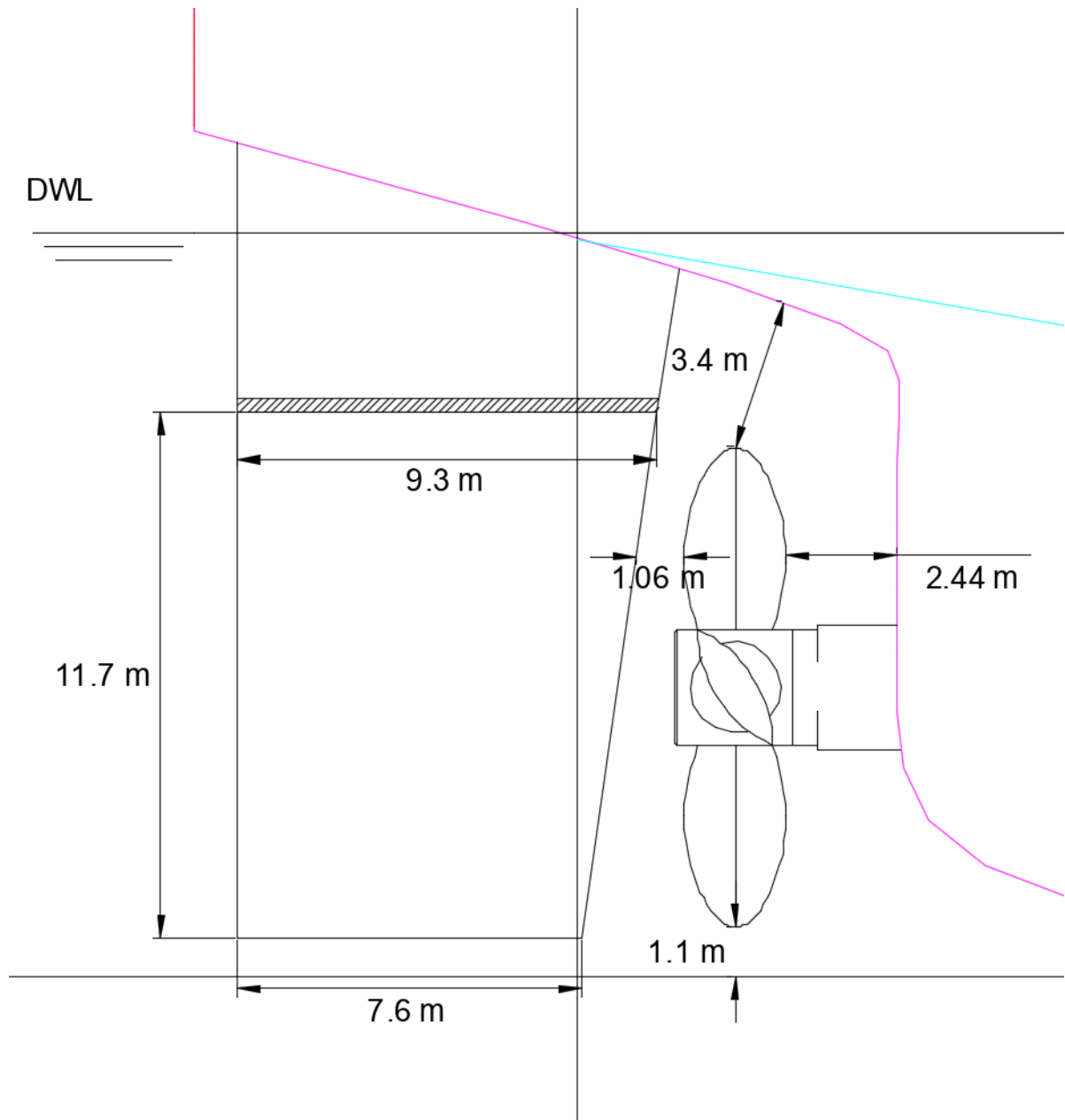
$$Q_{Ravante} = 11824 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

- Ciando

$$Q_{Rciando} = 4725,2 * 4,605$$

$$Q_{Rciando} = 21759,55 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

11 CROQUIS DEL CODASTE



ANEXO I: RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE RESISTENCIA

Resistance

13 may 2021 06:22

HydroComp NavCad 2018

Project ID

Description

File name C6.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:		Standard	Towed:	[Off]
Friction line:		ITTC-57	Margin:	[Calc] Hull drag only [10%]
Hull form factor:	[On]	1,310	Water properties	
Speed corr:	[On]		Water type:	Salt
Spray drag corr:	[Off]		Density:	1026,00 kg/m3
Corr allowance:		ITTC-78 (v2008)	Viscosity:	1,18920e-6 m2/s
Roughness [mm]:	[On]	0,15		

Prediction method check [Holtrop]

Parameters	FN [design]	CP	LWL/BWL	BWL/T	Lambda
Value	0,17	0,80	6,61	3,51	0,96
Range	0,06-0,29	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
13,00	0,109	0,262	2,15e9	0,001395	1,309	0,000034	0,000000	0,000186	0,002047
14,00	0,118	0,282	2,32e9	0,001383	1,309	0,000040	0,000000	0,000175	0,002025
15,00	0,126	0,303	2,48e9	0,001371	1,309	0,000049	0,000000	0,000165	0,002008
16,00	0,134	0,323	2,65e9	0,001361	1,308	0,000062	0,000000	0,000155	0,001997
17,00	0,143	0,343	2,82e9	0,001351	1,307	0,000081	0,000000	0,000146	0,001994
18,00	0,151	0,363	2,98e9	0,001342	1,307	0,000108	0,000000	0,000137	0,001998
19,00	0,160	0,383	3,15e9	0,001334	1,306	0,000141	0,000000	0,000128	0,002011
+ 20,00 +	0,168	0,403	3,31e9	0,001326	1,304	0,000184	0,000000	0,000120	0,002033
21,00	0,176	0,424	3,48e9	0,001319	1,303	0,000236	0,000000	0,000112	0,002066
22,00	0,185	0,444	3,64e9	0,001312	1,301	0,000300	0,000000	0,000104	0,002110
RESISTANCE									
SPEED [kt]	RBARE [kN]	RAPP [kN]	RWIND [kN]	RSEAS [kN]	RCHAN [kN]	RTOWED [kN]	RMARGIN [kN]	RTOTAL [kN]	
13,00	1388,65	30,43	62,11	0,00	0,00	0,00	138,86	1620,05	
14,00	1593,29	35,07	72,03	0,00	0,00	0,00	159,33	1859,72	
15,00	1813,82	40,02	82,69	0,00	0,00	0,00	181,38	2117,91	
16,00	2052,61	45,29	94,08	0,00	0,00	0,00	205,26	2397,25	
17,00	2312,95	50,86	106,21	0,00	0,00	0,00	231,30	2701,32	
18,00	2599,03	56,74	119,07	0,00	0,00	0,00	259,90	3034,75	
19,00	2914,42	62,93	132,67	0,00	0,00	0,00	291,44	3401,47	
+ 20,00 +	3264,29	69,43	147,01	0,00	0,00	0,00	326,43	3807,15	
21,00	3657,06	76,22	162,07	0,00	0,00	0,00	365,71	4261,06	
22,00	4100,03	83,32	177,88	0,00	0,00	0,00	410,00	4771,24	
EFFECTIVE POWER									
SPEED [kt]	PEBARE [kW]	PETOTAL [kW]	CTLR	CTLT	RBARE/W				
13,00	9287,0	10834,5	0,00067	0,03973	0,00047				
14,00	11475,2	13394,1	0,00077	0,03930	0,00054				
15,00	13996,6	16343,2	0,00094	0,03897	0,00062				
16,00	16895,3	19732,0	0,00120	0,03876	0,00070				
17,00	20228,1	23624,6	0,00158	0,03869	0,00079				
18,00	24067,0	28101,8	0,00209	0,03878	0,00089				
19,00	28486,9	33247,5	0,00275	0,03903	0,00099				
+ 20,00 +	33586,0	39171,4	0,00356	0,03945	0,00111				
21,00	39508,4	46033,7	0,00458	0,04009	0,00125				
22,00	46403,3	53999,8	0,00582	0,04096	0,00140				

Resistance

13 may 2021 06:22

HydroComp NavCad 2018

Project ID

Description

File name **C6.hcnc**

Hull data

General		Planing	
Configuration:	Monohull	<i>Proj chine length:</i>	<i>0,000 m</i>
Chine type:	Round/multiple	<i>Proj bottom area:</i>	<i>0,000 m2</i>
Length on WL:	382,950 m	<i>LCG fwd TR:</i>	<i>[XCG/LP 0,000] 0,000 m</i>
Max beam on WL:	[LWL/BWL 6,606] 57,970 m	<i>VCG below WL:</i>	<i>0,000 m</i>
Max molded draft:	[BWL/T 3,513] 16,500 m	<i>Aft station (fwd TR):</i>	<i>0,000 m</i>
Displacement:	[CB 0,796] 299292,00 t	<i>Deadrise:</i>	<i>0,00 deg</i>
Wetted surface:	[CS 2,798] 29567,886 m2	<i>Chine beam:</i>	<i>0,000 m</i>
ITTC-78 (CT)		<i>Chine ht below WL:</i>	<i>0,000 m</i>
LCB fwd TR:	[XCB/LWL 0,493] 188,623 m	<i>Fwd station (fwd TR):</i>	<i>0,000 m</i>
LCF fwd TR:	[XCF/LWL 0,477] 182,613 m	<i>Deadrise:</i>	<i>0,00 deg</i>
Max section area:	[CX 0,990] 947,264 m2	<i>Chine beam:</i>	<i>0,000 m</i>
Waterplane area:	[CWP 0,887] 19685,121 m2	<i>Chine ht below WL:</i>	<i>0,000 m</i>
Bulb section area:	104,840 m2	<i>Propulsor type:</i>	<i>Propeller</i>
Bulb ctr below WL:	8,888 m	<i>Max prop diameter:</i>	<i>10600,0 mm</i>
Bulb nose fwd TR:	399,800 m	<i>Shaft angle to WL:</i>	<i>0,00 deg</i>
Imm transom area:	[ATR/AX 0,000] 0,000 m2	<i>Position fwd TR:</i>	<i>0,000 m</i>
Transom beam WL:	[BTR/BWL 0,000] 0,000 m	<i>Position below WL:</i>	<i>0,000 m</i>
Transom immersion:	[TTR/T 0,000] 0,000 m	<i>Transom lift device:</i>	<i>Flap</i>
Half entrance angle:	19,00 deg	<i>Device count:</i>	<i>0</i>
Bow shape factor:	[WL flow] 1,0	<i>Span:</i>	<i>0,000 m</i>
Stern shape factor:	[WL flow] 1,0	<i>Chord length:</i>	<i>0,000 m</i>
		<i>Deflection angle:</i>	<i>0,00 deg</i>
		<i>Tow point fwd TR:</i>	<i>0,000 m</i>
		<i>Tow point below WL:</i>	<i>0,000 m</i>

Resistance

13 may 2021 06:22

HydroComp NavCad 2018

Project ID

Description

File name C6.hcnc

Appendage data

General		Skeg/Keel	
Definition:	Component	Count:	0
Percent of hull drag:	0,00 %	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:	10600,0 mm	Projected area:	0,000 m ²
Shaft angle to WL:	0,00 deg	Wetted surface:	0,000 m ²
Exposed shaft length:	0,000 m	Stabilizer	
Shaft diameter:	0,000 m	Count:	0
Wetted surface:	0,000 m ²	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 m ²	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 m ²
Wetted surface:	0,000 m ²	Projected area:	0,000 m ²
Strut (per shaft line)		Dynamic multiplier:	1,00
Count:	0	Bilge keel	
Root chord:	0,000 m	Count:	0
Tip chord:	0,000 m	Mean length:	0,000 m
Span:	0,000 m	Mean base width:	0,000 m
T/C ratio:	0,000	Mean projection:	0,000 m
Projected area:	0,000 m ²	Wetted surface:	0,000 m ²
Wetted surface:	0,000 m ²	Tunnel thruster	
Exposed palm depth:	0,000 m	Count:	2
Exposed palm width:	0,000 m	Diameter:	2,500 m
Rudder		Sonar dome	
Count:	1	Count:	0
Rudder location:	Behind propeller	Wetted surface:	0,000 m ²
Type:	Balanced foil	Miscellaneous	
Root chord:	9,300 m	Count:	0
Tip chord:	7,600 m	Drag area:	0,000 m ²
Span:	11,700 m	Drag coef:	0,00
T/C ratio:	0,150		
LE sweep:	0,00 deg		
Projected area:	99,800 m ²		
Wetted surface:	200,683 m ²		

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:	1032,430 m ²	Type:	Shallow water
VCE above WL:	0,000 m	Channel width:	0,000 m
Profile area:	11899,380 m ²	Channel side slope:	0,00 deg
Superstructure		Hull girth:	0,000 m
Superstructure shape:	Container ship		
Transverse area:	1986,560 m ²		
VCE above WL:	0,000 m		
Profile area:	484,560 m ²		

Resistance

13 may 2021 06:22

HydroComp NavCad 2018

Project ID

Description

File name C6.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

Resistance

13 may 2021 06:23

HydroComp NavCad 2018

Project ID

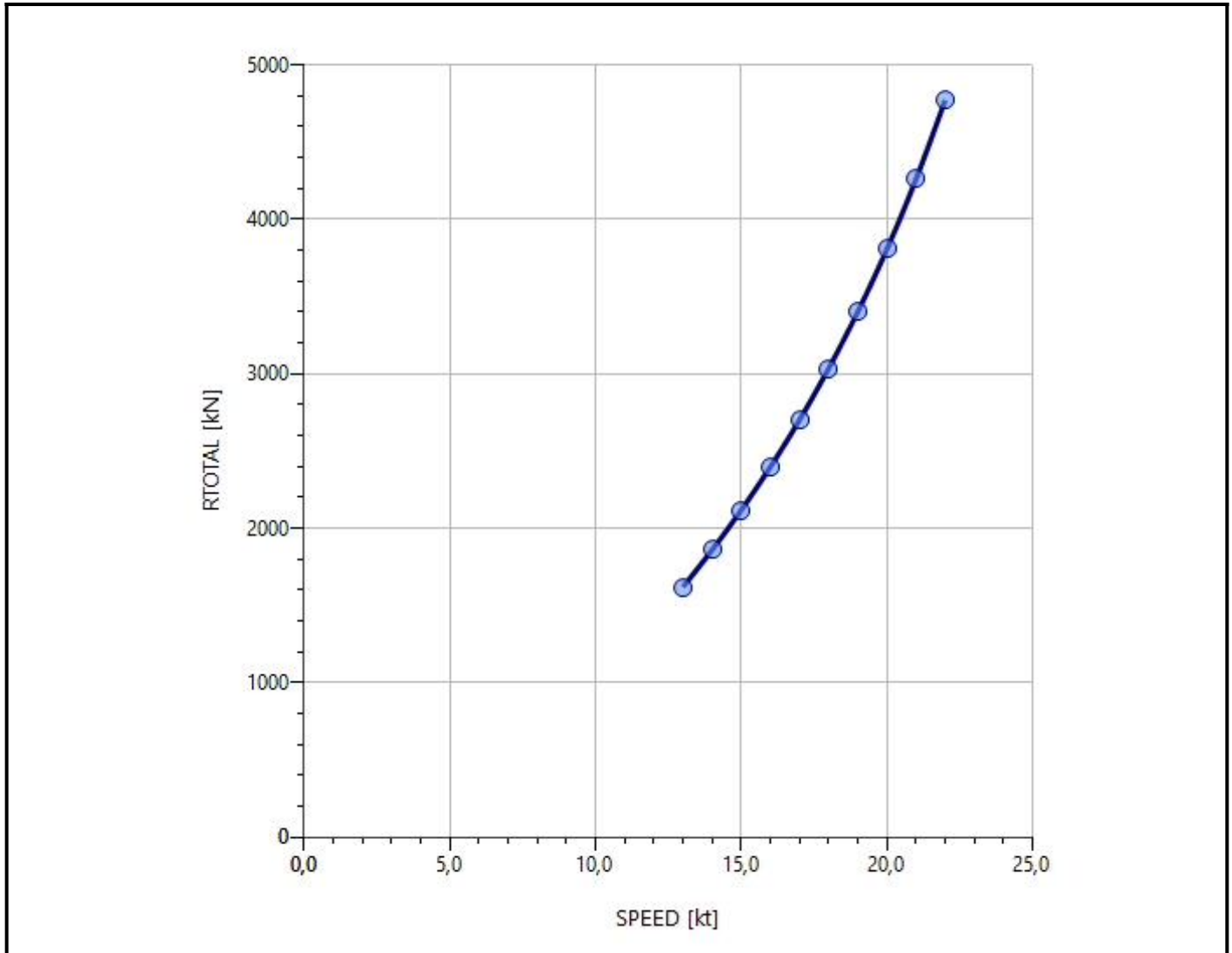
Description

File name **C6.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:		Standard	Towed:	[Off]
Friction line:		ITTC-57	Margin:	[Calc] Hull drag only [10%]
Hull form factor:	[On]	1,310	Water properties	
Speed corr:	[On]		Water type:	Salt
Spray drag corr:	[Off]		Density:	1026,00 kg/m3
Corr allowance:		ITTC-78 (v2008)	Viscosity:	1,18920e-6 m2/s
Roughness [mm]:	[On]	0,15		

Predicted resistance



ANEXO III: RESULTADOS DEL ANÁLISIS DEL PROPULSOR

Propulsion

13 may 2021 06:29

HydroComp NavCad 2018

Project ID

Description

File name **C6.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:	10600,0 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	0,17	0,80	6,61	3,51
Range	0,06-0,80	0,55-0,85	3,90-14,90	2,10-4,00

Prediction results [System]

SPEED [kt]	HULL-PROPULSOR				ENGINE			FUEL PER ENGINE	
	PETOTAL [kW]	WFT	THD	EFFR	RPMENG [RPM]	PBENG [kW]	LOADENG [% rated]	VOLRATE [L/h]	MASSRATE [t/h]
13,00	10834,5	0,5553	0,2127	1,0018	45	14961,5	0,0	---	---
14,00	13394,1	0,5542	0,2127	1,0018	48	18445,4	0,0	---	---
15,00	16343,2	0,5533	0,2127	1,0018	51	22461,3	0,0	---	---
16,00	19732,0	0,5525	0,2127	1,0018	54	27088,2	0,0	---	---
17,00	23624,6	0,5517	0,2127	1,0018	58	32430,8	0,0	---	---
18,00	28101,8	0,5509	0,2127	1,0018	61	38624,8	0,0	---	---
19,00	33247,5	0,5502	0,2127	1,0018	65	45812,0	0,0	---	---
+ 20,00 +	39171,4	0,5496	0,2127	1,0018	69	54183,7	0,0	---	---
21,00	46033,7	0,5490	0,2127	1,0018	73	64028,9	0,0	---	---
22,00	53999,8	0,5484	0,2127	1,0018	77	75652,6	0,0	---	---
SPEED [kt]	EFFICIENCY			THRUST					
	EFFO	EFFOA	MERIT	THRPROP [kN]	DELTHR [kN]				
13,00	0,4210	0,7242	0,67472	2057,65	1620,04				
14,00	0,4231	0,7261	0,67312	2362,06	1859,71				
15,00	0,4248	0,7276	0,6718	2690,00	2117,91				
16,00	0,4261	0,7284	0,67081	3044,79	2397,24				
17,00	0,4269	0,7285	0,67022	3431,00	2701,32				
18,00	0,4271	0,7276	0,67008	3854,50	3034,75				
19,00	0,4267	0,7257	0,6704	4320,28	3401,47				
+ 20,00 +	0,4256	0,7229	0,67119	4835,54	3807,15				
21,00	0,4239	0,7190	0,67253	5412,06	4261,06				
22,00	0,4214	0,7138	0,67443	6060,04	4771,23				
SPEED [kt]	POWER DELIVERY								TRANSP
	RPMPROP [RPM]	QPROP [kN·m]	QENG [kN·m]	PDPROP [kW]	PSPROP [kW]	PSTOTAL [kW]	PBTOTAL [kW]		
13,00	45	3111,90	3111,90	14512,6	14961,5	14961,5	14961,5	---	
14,00	48	3574,69	3574,69	17892,0	18445,4	18445,4	18445,4	---	
15,00	51	4073,27	4073,27	21787,4	22461,3	22461,3	22461,3	---	
16,00	54	4612,44	4612,44	26275,5	27088,2	27088,2	27088,2	891,9	
17,00	58	5198,80	5198,80	31457,9	32430,8	32430,8	32430,8	791,5	
18,00	61	5840,84	5840,84	37466,1	38624,8	38624,8	38624,8	703,7	
19,00	65	6545,78	6545,78	44437,6	45812,0	45812,0	45812,0	626,2	
+ 20,00 +	69	7324,01	7324,01	52558,2	54183,7	54183,7	54183,7	557,3	
21,00	73	8192,55	8192,55	62108,0	64028,9	64028,9	64028,9	495,2	
22,00	77	9166,10	9166,10	73383,0	75652,6	75652,6	75652,6	439,1	

Propulsion

13 may 2021 06:29

HydroComp NavCad 2018

Project ID

Description

File name **C6.hcnc**

Prediction results [Propulsor]

CAVITATION									
SPEED [kt]	SIGMAV	SIGMAN	SIGMA07R	TIPSPEED [m/s]	MINBAR	PRESS [kPa]	CAVAVG [%]	CAVMAX [%]	PITCHFC [mm]
13,00	43,89	6,25	1,26	24,76	0,485	26,80	2,0	2,0	6955,3
14,00	37,67	5,43	1,09	26,57	0,527	30,77	2,0	2,0	6964,3
15,00	32,67	4,75	0,95	28,40	0,573	35,04	2,0	2,0	6971,8
16,00	28,61	4,19	0,84	30,25	0,622	39,66	2,0	2,0	6977,3
17,00	25,25	3,71	0,74	32,13	0,675	44,69	2,3	2,3	6980,7
18,00	22,45	3,30	0,66	34,06	0,734	50,21	2,7	2,7	6981,4
19,00	20,09	2,95	0,59	36,04	0,799	56,28	3,3	3,3	6979,7
+ 20,00 +	18,08	2,64	0,53	38,10	0,870	62,99 !	4,0	4,0	6975,2
21,00	16,35	2,37	0,47	40,25	0,950	70,50 !!	5,0	5,0	6967,7
22,00	14,86	2,12	0,43	42,51	1,040	78,94 !!	6,2	6,2	6957,0
PROPULSOR COEFS									
SPEED [kt]	J	KT	KQ	KT/J2	KQ/J3	CTH	CP	RNPROP	
13,00	0,3774	0,2873	0,04100	2,0177	0,76284	5,138	12,184	5,25e7	
14,00	0,3795	0,2864	0,04088	1,988	0,74783	5,0624	11,944	5,64e7	
15,00	0,3813	0,2856	0,04079	1,964	0,73575	5,0012	11,751	6,02e7	
16,00	0,3826	0,2850	0,04072	1,9463	0,72691	4,9562	11,61	6,41e7	
17,00	0,3834	0,2846	0,04068	1,9358	0,72169	4,9295	11,527	6,81e7	
18,00	0,3836	0,2845	0,04067	1,9334	0,7205	4,9234	11,508	7,22e7	
19,00	0,3832	0,2847	0,04070	1,939	0,72326	4,9375	11,552	7,64e7	
+ 20,00 +	0,3821	0,2852	0,04075	1,953	0,73025	4,9732	11,664	8,08e7	
21,00	0,3803	0,2860	0,04084	1,9772	0,74241	5,035	11,858	8,54e7	
22,00	0,3778	0,2872	0,04098	2,0121	0,76001	5,1238	12,139	9,01e7	

Propulsion

13 may 2021 06:29

HydroComp NavCad 2018

Project ID

Description

File name **C6.hcnc**

Hull data

General		Planing	
Configuration:	Monohull	<i>Proj chine length:</i>	<i>0,000 m</i>
Chine type:	Round/multiple	<i>Proj bottom area:</i>	<i>0,000 m2</i>
Length on WL:	382,950 m	<i>LCG fwd TR:</i>	<i>[XCG/LP 0,000] 0,000 m</i>
Max beam on WL:	[LWL/BWL 6,606] 57,970 m	<i>VCG below WL:</i>	<i>0,000 m</i>
Max molded draft:	[BWL/T 3,513] 16,500 m	<i>Aft station (fwd TR):</i>	<i>0,000 m</i>
Displacement:	[CB 0,796] 299292,00 t	<i>Deadrise:</i>	<i>0,00 deg</i>
Wetted surface:	[CS 2,798] 29567,886 m2	<i>Chine beam:</i>	<i>0,000 m</i>
ITTC-78 (CT)		<i>Chine ht below WL:</i>	<i>0,000 m</i>
LCB fwd TR:	[XCB/LWL 0,493] 188,623 m	<i>Fwd station (fwd TR):</i>	<i>0,000 m</i>
LCF fwd TR:	[XCF/LWL 0,477] 182,613 m	<i>Deadrise:</i>	<i>0,00 deg</i>
Max section area:	[CX 0,990] 947,264 m2	<i>Chine beam:</i>	<i>0,000 m</i>
Waterplane area:	[CWP 0,887] 19685,121 m2	<i>Chine ht below WL:</i>	<i>0,000 m</i>
Bulb section area:	104,840 m2	<i>Propulsor type:</i>	<i>Propeller</i>
Bulb ctr below WL:	8,888 m	<i>Max prop diameter:</i>	<i>10600,0 mm</i>
Bulb nose fwd TR:	399,800 m	<i>Shaft angle to WL:</i>	<i>0,00 deg</i>
Imm transom area:	[ATR/AX 0,000] 0,000 m2	<i>Position fwd TR:</i>	<i>0,000 m</i>
Transom beam WL:	[BTR/BWL 0,000] 0,000 m	<i>Position below WL:</i>	<i>0,000 m</i>
Transom immersion:	[TTR/T 0,000] 0,000 m	<i>Transom lift device:</i>	<i>Flap</i>
Half entrance angle:	19,00 deg	<i>Device count:</i>	<i>0</i>
Bow shape factor:	[WL flow] 1,0	<i>Span:</i>	<i>0,000 m</i>
Stern shape factor:	[WL flow] 1,0	<i>Chord length:</i>	<i>0,000 m</i>
		<i>Deflection angle:</i>	<i>0,00 deg</i>
		<i>Tow point fwd TR:</i>	<i>0,000 m</i>
		<i>Tow point below WL:</i>	<i>0,000 m</i>

Propulsor data

Propulsor		Propeller options	
Count:	1	<i>Oblique angle corr:</i>	Off
Propulsor type:	Propeller series	<i>Shaft angle to WL:</i>	0,00 deg
Propeller type:	FPP	<i>Added rise of run:</i>	0,00 deg
Propeller series:	B Series	<i>Propeller cup:</i>	0,0 mm
Propeller sizing:	By thrust	<i>KTKQ corrections:</i>	Custom
Reference prop:		<i>Scale correction:</i>	None
Blade count:	6	<i>KT multiplier:</i>	1,000
Expanded area ratio:	0,8699 [Size]	<i>KQ multiplier:</i>	1,000
Propeller diameter:	10600,0 mm [Keep]	<i>Blade T/C [0.7R]:</i>	0,00
Propeller mean pitch:	[P/D 0,8754] 9278,8 mm [Size]	<i>Roughness:</i>	0,00 mm
Hub immersion:	9891,7 mm	<i>Cav breakdown:</i>	On
Engine/gear		Design condition [By thrust]	
Drive line:	Direct drive	<i>Max prop diam:</i>	10600,0 mm
Gear input:	No gearbox	<i>Design speed:</i>	20,00 kt
Engine data:		<i>Reference thrust:</i>	4835,55 kW
Rated RPM:	0 RPM	<i>Design point:</i>	1,000
Rated power:	0,0 kW	<i>Reference RPM:</i>	80,0 RPM
Primary fuel:	Defined	<i>Design point:</i>	1,000
Secondary fuel:	None	<i>Shaft RPM:</i>	68,6 RPM [Size]
Gear efficiency:	1,000		
Load correction:	Off		
Gear ratio:	1,000		
Shaft efficiency:	0,970		

Propulsion

13 may 2021 06:29

HydroComp NavCad 2018

Project ID

Description

File name C6.hcnc

Symbols and values

SPEED = Vessel speed

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

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

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

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

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

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

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

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

ANEXO II: RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE POTENCIA

Propulsion

13 may 2021 06:38

HydroComp NavCad 2018

Project ID

Description

File name **C6.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:	10600,0 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	0,17	0,80	6,61	3,51
Range	0,06-0,80	0,55-0,85	3,90-14,90	2,10-4,00

Prediction results [System]

SPEED [kt]	HULL-PROPULSOR				ENGINE			FUEL PER ENGINE	
	PETOTAL [kW]	WFT	THD	EFFR	RPMENG [RPM]	PBENG [kW]	LOADENG [% rated]	VOLRATE [L/h]	MASSRATE [t/h]
13,00	10834,5	0,5553	0,2127	1,0058	49	15315,6	0,0	---	---
14,00	13394,1	0,5542	0,2127	1,0058	53	18882,1	0,0	---	---
15,00	16343,2	0,5533	0,2127	1,0058	56	22992,8	0,0	---	---
16,00	19732,0	0,5525	0,2127	1,0058	60	27729,3	0,0	---	---
17,00	23624,6	0,5517	0,2127	1,0058	64	33198,5	0,0	---	---
18,00	28101,8	0,5509	0,2127	1,0058	68	39538,9	0,0	---	---
19,00	33247,5	0,5502	0,2127	1,0058	72	46896,2	0,0	---	---
+ 20,00 +	39171,4	0,5496	0,2127	1,0058	76	55466,2	0,0	---	---
21,00	46033,7	0,5490	0,2127	1,0058	80	65544,3	0,0	---	---
22,00	53999,8	0,5484	0,2127	1,0058	85	77443,3	0,0	---	---
SPEED [kt]	EFFICIENCY			THRUST					
	EFFO	EFFOA	MERIT	THRPROP [kN]	DELTHR [kN]				
13,00	0,4096	0,7074	0,65645	2057,65	1620,04				
14,00	0,4116	0,7094	0,65489	2362,07	1859,72				
15,00	0,4133	0,7108	0,6536	2690,00	2117,90				
16,00	0,4146	0,7116	0,65264	3044,79	2397,24				
17,00	0,4153	0,7116	0,65207	3431,01	2701,32				
18,00	0,4155	0,7107	0,65194	3854,49	3034,74				
19,00	0,4151	0,7090	0,65224	4320,27	3401,47				
+ 20,00 +	0,4141	0,7062	0,65301	4835,54	3807,15				
21,00	0,4124	0,7023	0,65432	5412,06	4261,06				
22,00	0,4099	0,6973	0,65616	6060,05	4771,24				
SPEED [kt]	POWER DELIVERY								TRANSP
	RPMPROP [RPM]	QPROP [kN·m]	QENG [kN·m]	PDPROP [kW]	PSPROP [kW]	PSTOTAL [kW]	PBTOTAL [kW]		
13,00	49	2897,10	2897,10	14856,2	15315,6	15315,6	15315,6	---	
14,00	53	3327,79	3327,79	18315,6	18882,1	18882,1	18882,1	---	
15,00	56	3791,74	3791,74	22303,0	22992,8	22992,8	22992,8	985,0	
16,00	60	4293,50	4293,50	26897,4	27729,3	27729,3	27729,3	871,2	
17,00	64	4839,23	4839,23	32202,5	33198,5	33198,5	33198,5	773,2	
18,00	68	5436,82	5436,82	38352,7	39538,9	39538,9	39538,9	687,4	
19,00	72	6093,07	6093,07	45489,3	46896,2	46896,2	46896,2	611,7	
+ 20,00 +	76	6817,67	6817,67	53802,2	55466,2	55466,2	55466,2	544,4	
21,00	80	7626,50	7626,50	63578,0	65544,3	65544,3	65544,3	483,8	
22,00	85	8533,33	8533,33	75120,0	77443,3	77443,3	77443,3	428,9	

Propulsion

13 may 2021 06:38

HydroComp NavCad 2018

Project ID

Description

File name **C6.hcnc**

Prediction results [Propulsor]

CAVITATION									
SPEED [kt]	SIGMAV	SIGMAN	SIGMA07R	TIPSPEED [m/s]	MINBAR	PRESS [kPa]	CAVAVG [%]	CAVMAX [%]	PITCHFC [mm]
13,00	43,89	5,13	1,04	27,34	0,430	29,12	2,0	2,0	6299,8
14,00	37,67	4,45	0,90	29,34	0,464	33,42	2,0	2,0	6307,7
15,00	32,67	3,90	0,79	31,36	0,501	38,06	2,0	2,0	6314,2
16,00	28,61	3,44	0,69	33,40	0,540	43,08	2,0	2,0	6319,0
17,00	25,25	3,04	0,61	35,47	0,583	48,55	2,2	2,2	6321,9
18,00	22,45	2,71	0,55	37,61	0,631	54,54	2,7	2,7	6322,5
19,00	20,09	2,42	0,49	39,80	0,683	61,13 !	3,3	3,3	6321,0
+ 20,00 +	18,08	2,16	0,44	42,07	0,740	68,42 !!	4,1	4,1	6317,1
21,00	16,35	1,94	0,39	44,44	0,805	76,58 !!	5,2	5,2	6310,6
22,00	14,86	1,74	0,35	46,93	0,877	85,75 !!	6,6	6,6	6301,3
PROPULSOR COEFS									
SPEED [kt]	J	KT	KQ	KT/J2	KQ/J3	CTH	CP	RNPROP	
13,00	0,3418	0,2357	0,03131	2,0177	0,78408	5,138	12,473	7,99e7	
14,00	0,3437	0,2349	0,03122	1,988	0,76866	5,0624	12,227	8,57e7	
15,00	0,3453	0,2342	0,03115	1,9639	0,75623	5,0011	12,03	9,16e7	
16,00	0,3465	0,2337	0,03109	1,9463	0,74715	4,9561	11,885	9,76e7	
17,00	0,3472	0,2334	0,03106	1,9358	0,74178	4,9295	11,8	1,04e8	
18,00	0,3474	0,2333	0,03105	1,9334	0,74056	4,9234	11,78	1,10e8	
19,00	0,3470	0,2335	0,03107	1,939	0,74339	4,9375	11,825	1,16e8	
+ 20,00 +	0,3461	0,2339	0,03111	1,953	0,75058	4,9732	11,94	1,23e8	
21,00	0,3445	0,2346	0,03119	1,9772	0,76308	5,035	12,139	1,30e8	
22,00	0,3422	0,2356	0,03130	2,0121	0,78117	5,1238	12,426	1,37e8	

Propulsion

13 may 2021 06:38

HydroComp NavCad 2018

Project ID

Description

File name **C6.hcnc**

Hull data

General		Planing	
Configuration:	Monohull	<i>Proj chine length:</i>	<i>0,000 m</i>
Chine type:	Round/multiple	<i>Proj bottom area:</i>	<i>0,000 m2</i>
Length on WL:	382,950 m	<i>LCG fwd TR:</i>	<i>[XCG/LP 0,000] 0,000 m</i>
Max beam on WL:	[LWL/BWL 6,606] 57,970 m	<i>VCG below WL:</i>	<i>0,000 m</i>
Max molded draft:	[BWL/T 3,513] 16,500 m	<i>Aft station (fwd TR):</i>	<i>0,000 m</i>
Displacement:	[CB 0,796] 299292,00 t	<i>Deadrise:</i>	<i>0,00 deg</i>
Wetted surface:	[CS 2,798] 29567,886 m2	<i>Chine beam:</i>	<i>0,000 m</i>
ITTC-78 (CT)		<i>Chine ht below WL:</i>	<i>0,000 m</i>
LCB fwd TR:	[XCB/LWL 0,493] 188,623 m	<i>Fwd station (fwd TR):</i>	<i>0,000 m</i>
LCF fwd TR:	[XCF/LWL 0,477] 182,613 m	<i>Deadrise:</i>	<i>0,00 deg</i>
Max section area:	[CX 0,990] 947,264 m2	<i>Chine beam:</i>	<i>0,000 m</i>
Waterplane area:	[CWP 0,887] 19685,121 m2	<i>Chine ht below WL:</i>	<i>0,000 m</i>
Bulb section area:	104,840 m2	<i>Propulsor type:</i>	<i>Propeller</i>
Bulb ctr below WL:	8,888 m	<i>Max prop diameter:</i>	<i>10600,0 mm</i>
Bulb nose fwd TR:	399,800 m	<i>Shaft angle to WL:</i>	<i>0,00 deg</i>
Imm transom area:	[ATR/AX 0,000] 0,000 m2	<i>Position fwd TR:</i>	<i>0,000 m</i>
Transom beam WL:	[BTR/BWL 0,000] 0,000 m	<i>Position below WL:</i>	<i>0,000 m</i>
Transom immersion:	[TTR/T 0,000] 0,000 m	<i>Transom lift device:</i>	<i>Flap</i>
Half entrance angle:	19,00 deg	<i>Device count:</i>	<i>0</i>
Bow shape factor:	[WL flow] 1,0	<i>Span:</i>	<i>0,000 m</i>
Stern shape factor:	[WL flow] 1,0	<i>Chord length:</i>	<i>0,000 m</i>
		<i>Deflection angle:</i>	<i>0,00 deg</i>
		<i>Tow point fwd TR:</i>	<i>0,000 m</i>
		<i>Tow point below WL:</i>	<i>0,000 m</i>

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:	0,8008 [Size]	KQ multiplier:	1,000
Propeller diameter:	10600,0 mm [Size]	Blade T/C [0.7R]:	0,00
Propeller mean pitch:	[P/D 0,7969] 8447,1 mm [Size]	Roughness:	0,00 mm
Hub immersion:	9891,7 mm	Cav breakdown:	On
Engine/gear		Design condition [By power]	
Drive line:	Direct drive	Max prop diam:	10600,0 mm
Gear input:	No gearbox	Design speed:	20,00 kt
Engine data:		Reference power:	75570,0 kW
Rated RPM:	0 RPM	Design point:	0,850
Rated power:	0,0 kW	Reference RPM:	80,0 RPM
Primary fuel:	Defined	Design point:	1,000
Secondary fuel:	None	Shaft RPM:	79,0 RPM [Size]
Gear efficiency:	1,000		
Load correction:	Off		
Gear ratio:	1,000		
Shaft efficiency:	0,970		

Propulsion

13 may 2021 06:38

HydroComp NavCad 2018

Project ID

Description

File name C6.hcnc

Symbols and values

SPEED = Vessel speed

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

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

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

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

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

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

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

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

Propulsion

13 may 2021 06:39

HydroComp NavCad 2018

Project ID

Description

File name C6.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:	10600,0 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	0,17	0,80	6,61	3,51
Range	0,06-0,80	0,55-0,85	3,90-14,90	2,10-4,00

Prediction results [System]

SPEED [kt]	HULL-PROPULSOR				ENGINE			FUEL PER ENGINE	
	PETOTAL [kW]	WFT	THD	EFFR	RPMENG [RPM]	PBENG [kW]	LOADENG [% rated]	VOLRATE [L/h]	MASSRATE [t/h]
13,00	10834,5	0,5553	0,2127	1,0010	47	15137,2	0,0	---	---
14,00	13394,1	0,5542	0,2127	1,0010	50	18662,4	0,0	---	---
15,00	16343,2	0,5533	0,2127	1,0010	54	22725,7	0,0	---	---
16,00	19732,0	0,5525	0,2127	1,0010	57	27407,2	0,0	---	---
17,00	23624,6	0,5517	0,2127	1,0010	61	32813,1	0,0	---	---
18,00	28101,8	0,5509	0,2127	1,0010	65	39080,2	0,0	---	---
19,00	33247,5	0,5502	0,2127	1,0010	68	46351,8	0,0	---	---
+ 20,00 +	39171,4	0,5496	0,2127	1,0010	72	54821,9	0,0	---	---
21,00	46033,7	0,5490	0,2127	1,0010	76	64782,2	0,0	---	---
22,00	53999,8	0,5484	0,2127	1,0010	81	76541,5	0,0	---	---
SPEED [kt]	EFFICIENCY			THRUST					
	EFFO	EFFOA	MERIT	THRPROP [kN]	DELTHR [kN]				
13,00	0,4164	0,7158	0,66742	2057,65	1620,04				
14,00	0,4185	0,7177	0,66583	2362,07	1859,72				
15,00	0,4202	0,7192	0,66451	2690,00	2117,91				
16,00	0,4215	0,7200	0,66353	3044,78	2397,24				
17,00	0,4223	0,7200	0,66294	3431,00	2701,32				
18,00	0,4224	0,7191	0,6628	3854,50	3034,75				
19,00	0,4220	0,7173	0,66312	4320,27	3401,46				
+ 20,00 +	0,4210	0,7145	0,6639	4835,54	3807,15				
21,00	0,4193	0,7106	0,66524	5412,06	4261,06				
22,00	0,4168	0,7055	0,66712	6060,04	4771,23				
SPEED [kt]	POWER DELIVERY								TRANSP
	RPMPROP [RPM]	QPROP [kN·m]	QENG [kN·m]	PDPROP [kW]	PSPROP [kW]	PSTOTAL [kW]	PBTOTAL [kW]		
13,00	47	2990,67	2990,67	14683,1	15137,2	15137,2	15137,2	---	
14,00	50	3435,35	3435,35	18102,5	18662,4	18662,4	18662,4	---	
15,00	54	3914,39	3914,39	22043,9	22725,7	22725,7	22725,7	996,6	
16,00	57	4432,43	4432,43	26585,0	27407,2	27407,2	27407,2	881,5	
17,00	61	4995,86	4995,86	31828,7	32813,1	32813,1	32813,1	782,3	
18,00	65	5612,83	5612,83	37907,7	39080,2	39080,2	39080,2	695,5	
19,00	68	6290,27	6290,27	44961,2	46351,8	46351,8	46351,8	618,9	
+ 20,00 +	72	7038,24	7038,24	53177,3	54821,9	54821,9	54821,9	550,8	
21,00	76	7873,08	7873,08	62838,8	64782,2	64782,2	64782,2	489,5	
22,00	81	8808,98	8808,98	74245,2	76541,5	76541,5	76541,5	434,0	

Propulsion

13 may 2021 06:39

HydroComp NavCad 2018

Project ID

Description

File name **C6.hcnc**

Prediction results [Propulsor]

CAVITATION									
SPEED [kt]	SIGMAV	SIGMAN	SIGMA07R	TIPSPEED [m/s]	MINBAR	PRESS [kPa]	CAVAVG [%]	CAVMAX [%]	PITCHFC [mm]
13,00	43,89	5,65	1,14	26,05	0,457	26,40	2,0	2,0	6612,0
14,00	37,67	4,90	0,99	27,95	0,496	30,30	2,0	2,0	6620,3
15,00	32,67	4,29	0,86	29,88	0,537	34,51	2,0	2,0	6627,1
16,00	28,61	3,78	0,76	31,82	0,581	39,06	2,0	2,0	6632,2
17,00	25,25	3,35	0,68	33,80	0,629	44,01	2,0	2,0	6635,3
18,00	22,45	2,98	0,60	35,83	0,682	49,45	2,3	2,3	6636,0
19,00	20,09	2,66	0,54	37,92	0,741	55,42	2,8	2,8	6634,4
+ 20,00 +	18,08	2,38	0,48	40,08	0,805	62,03	3,4	3,4	6630,3
21,00	16,35	2,14	0,43	42,34	0,877	69,43 !	4,3	4,3	6623,3
22,00	14,86	1,92	0,39	44,71	0,958	77,74 !!	5,4	5,4	6613,5
PROPULSOR COEFS									
SPEED [kt]	J	KT	KQ	KT/J2	KQ/J3	CTH	CP	RNPROP	
13,00	0,3587	0,2597	0,03561	2,0177	0,77119	5,138	12,327	6,72e7	
14,00	0,3608	0,2588	0,03550	1,988	0,75603	5,0624	12,085	7,21e7	
15,00	0,3625	0,2580	0,03542	1,964	0,74383	5,0012	11,89	7,71e7	
16,00	0,3637	0,2575	0,03536	1,9463	0,73489	4,9561	11,747	8,21e7	
17,00	0,3645	0,2571	0,03532	1,9358	0,72962	4,9295	11,663	8,73e7	
18,00	0,3646	0,2571	0,03531	1,9334	0,72842	4,9234	11,644	9,25e7	
19,00	0,3642	0,2572	0,03533	1,939	0,7312	4,9375	11,688	9,79e7	
+ 20,00 +	0,3632	0,2577	0,03538	1,953	0,73827	4,9732	11,801	1,03e8	
21,00	0,3615	0,2584	0,03547	1,9772	0,75055	5,035	11,997	1,09e8	
22,00	0,3591	0,2595	0,03559	2,0121	0,76833	5,1238	12,282	1,15e8	

Propulsion

13 may 2021 06:39

HydroComp NavCad 2018

Project ID

Description

File name **C6.hcnc**

Hull data

General		Planing	
Configuration:	Monohull	Proj chine length:	0,000 m
Chine type:	Round/multiple	Proj bottom area:	0,000 m2
Length on WL:	382,950 m	LCG fwd TR:	[XCG/LP 0,000] 0,000 m
Max beam on WL:	[LWL/BWL 6,606] 57,970 m	VCG below WL:	0,000 m
Max molded draft:	[BWL/T 3,513] 16,500 m	Aft station (fwd TR):	0,000 m
Displacement:	[CB 0,796] 299292,00 t	Deadrise:	0,00 deg
Wetted surface:	[CS 2,798] 29567,886 m2	Chine beam:	0,000 m
ITTC-78 (CT)		Chine ht below WL:	0,000 m
LCB fwd TR:	[XCB/LWL 0,493] 188,623 m	Fwd station (fwd TR):	0,000 m
LCF fwd TR:	[XCF/LWL 0,477] 182,613 m	Deadrise:	0,00 deg
Max section area:	[CX 0,990] 947,264 m2	Chine beam:	0,000 m
Waterplane area:	[CWP 0,887] 19685,121 m2	Chine ht below WL:	0,000 m
Bulb section area:	104,840 m2	Propulsor type:	Propeller
Bulb ctr below WL:	8,888 m	Max prop diameter:	10600,0 mm
Bulb nose fwd TR:	399,800 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 power	KTKQ corrections:	Custom
Reference prop:		Scale correction:	None
Blade count:	5	KT multiplier:	1,000
Expanded area ratio:	0,8834 [Size]	KQ multiplier:	1,000
Propeller diameter:	10600,0 mm [Size]	Blade T/C [0.7R]:	0,00
Propeller mean pitch:	[P/D 0,8318] 8816,6 mm [Size]	Roughness:	0,00 mm
Hub immersion:	9891,7 mm	Cav breakdown:	On
Engine/gear		Design condition [By power]	
Drive line:	Direct drive	Max prop diam:	10600,0 mm
Gear input:	No gearbox	Design speed:	20,00 kt
Engine data:		Reference power:	75570,0 kW
Rated RPM:	0 RPM	Design point:	0,850
Rated power:	0,0 kW	Reference RPM:	80,0 RPM
Primary fuel:	Defined	Design point:	1,000
Secondary fuel:	None	Shaft RPM:	75,7 RPM [Size]
Gear efficiency:	1,000		
Load correction:	Off		
Gear ratio:	1,000		
Shaft efficiency:	0,970		

Propulsion

13 may 2021 06:39

HydroComp NavCad 2018

Project ID

Description

File name **C6.hcnc**

Symbols and values

SPEED = Vessel speed

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

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

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

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

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

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

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

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

Propulsion

13 may 2021 06:40

HydroComp NavCad 2018

Project ID

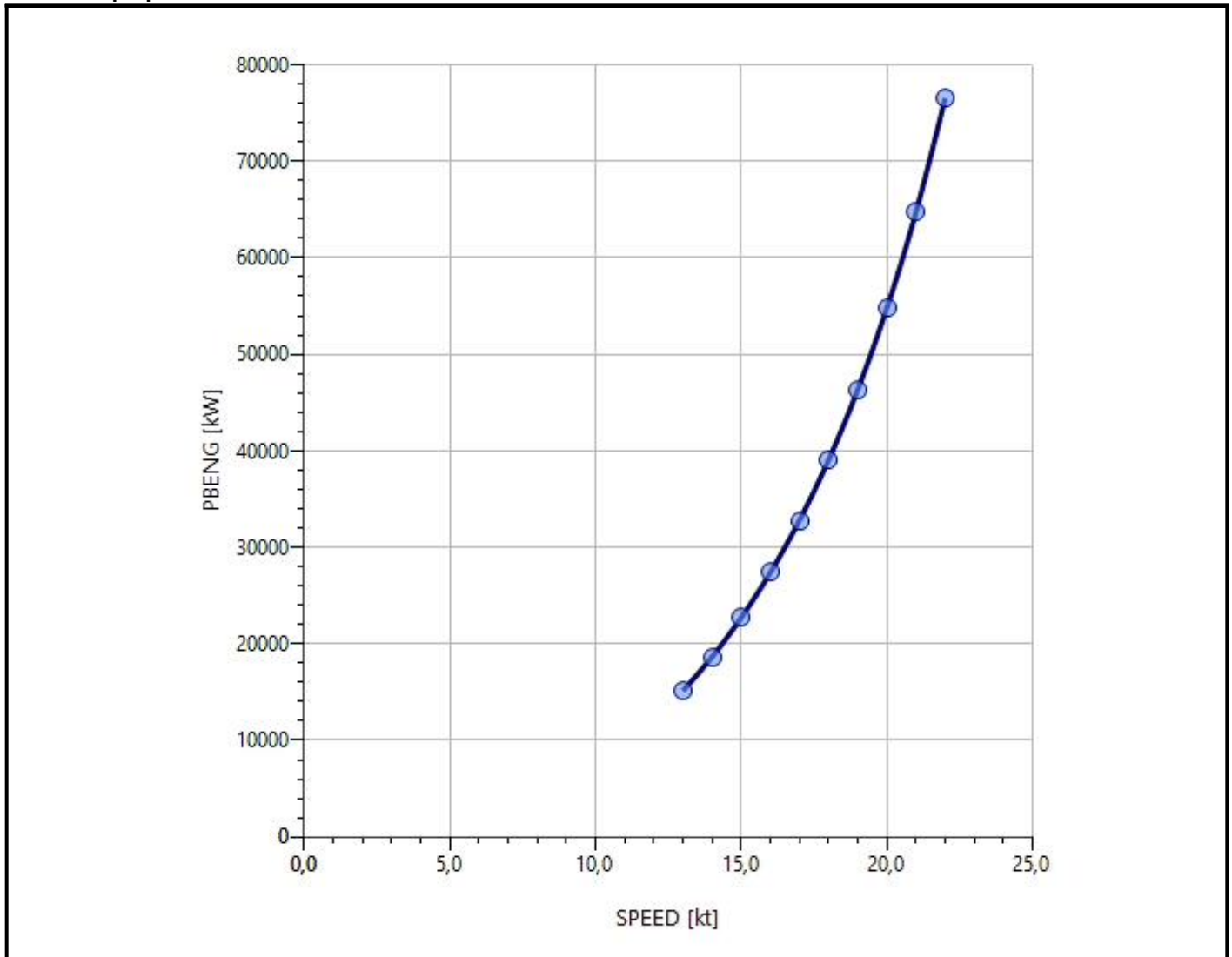
Description

File name **C6.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:	10600,0 mm	Engine RPM:	
Corrections		Mass multiplier:	
Viscous scale corr:	[Off]	RPM constraint:	
Rudder location:		Limit [RPM/s]:	
Friction line:		Water properties	
Hull form factor:		Water type:	Salt
Corr allowance:		Density:	1026,00 kg/m3
Roughness [mm]:		Viscosity:	1,18920e-6 m2/s
Ducted prop corr:	[Off]		
Tunnel stern corr:	[Off]		

Predicted propulsion



Propulsion

13 may 2021 06:41

HydroComp NavCad 2018

Project ID

Description

File name C6.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:	10600,0 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	0,17	0,80	6,61	3,51
Range	0,06-0,80	0,55-0,85	3,90-14,90	2,10-4,00

Prediction results [System]

SPEED [kt]	HULL-PROPULSOR				ENGINE			FUEL PER ENGINE	
	PETOTAL [kW]	WFT	THD	EFFR	RPMENG [RPM]	PBENG [kW]	LOADENG [% rated]	VOLRATE [L/h]	MASSRATE [t/h]
13,00	10834,5	0,5553	0,2127	0,9968	44	15199,1	0,0	---	---
14,00	13394,1	0,5542	0,2127	0,9968	48	18738,2	0,0	---	---
15,00	16343,2	0,5533	0,2127	0,9968	51	22817,7	0,0	---	---
16,00	19732,0	0,5525	0,2127	0,9968	54	27517,9	0,0	---	---
17,00	23624,6	0,5517	0,2127	0,9968	58	32945,1	0,0	---	---
18,00	28101,8	0,5509	0,2127	0,9968	61	39237,3	0,0	---	---
19,00	33247,5	0,5502	0,2127	0,9968	65	46538,6	0,0	---	---
+ 20,00 +	39171,4	0,5496	0,2127	0,9968	68	55043,3	0,0	---	---
21,00	46033,7	0,5490	0,2127	0,9968	72	65045,1	0,0	---	---
22,00	53999,8	0,5484	0,2127	0,9968	76	76854,1	0,0	---	---
SPEED [kt]	EFFICIENCY			THRUST					
	EFFO	EFFOA	MERIT	THRPROP [kN]	DELTHR [kN]				
13,00	0,4164	0,7128	0,66748	2057,65	1620,04				
14,00	0,4185	0,7148	0,6659	2362,06	1859,71				
15,00	0,4203	0,7163	0,66459	2690,00	2117,91				
16,00	0,4216	0,7171	0,66362	3044,79	2397,24				
17,00	0,4223	0,7171	0,66304	3431,00	2701,31				
18,00	0,4225	0,7162	0,6629	3854,50	3034,75				
19,00	0,4221	0,7144	0,66321	4320,28	3401,47				
+ 20,00 +	0,4211	0,7116	0,66399	4835,54	3807,15				
21,00	0,4193	0,7077	0,66532	5412,06	4261,06				
22,00	0,4168	0,7026	0,66718	6060,04	4771,23				
SPEED [kt]	POWER DELIVERY							TRANSP	
	RPMPROP [RPM]	QPROP [kN·m]	QENG [kN·m]	PDPROP [kW]	PSPROP [kW]	PSTOTAL [kW]	PBTOTAL [kW]		
13,00	44	3160,19	3160,19	14743,2	15199,1	15199,1	15199,1	---	
14,00	48	3630,06	3630,06	18176,0	18738,2	18738,2	18738,2	---	
15,00	51	4136,26	4136,26	22133,1	22817,7	22817,7	22817,7	992,6	
16,00	54	4683,67	4683,67	26692,3	27517,9	27517,9	27517,9	877,9	
17,00	58	5279,03	5279,03	31956,8	32945,1	32945,1	32945,1	779,1	
18,00	61	5930,97	5930,97	38060,2	39237,3	39237,3	39237,3	692,7	
19,00	65	6646,82	6646,82	45142,4	46538,6	46538,6	46538,6	616,4	
+ 20,00 +	68	7437,18	7437,18	53392,0	55043,3	55043,3	55043,3	548,6	
21,00	72	8319,34	8319,34	63093,7	65045,1	65045,1	65045,1	487,5	
22,00	76	9308,29	9308,29	74548,5	76854,1	76854,1	76854,1	432,2	

Propulsion

13 may 2021 06:41

HydroComp NavCad 2018

Project ID

Description

File name **C6.hcnc**

Prediction results [Propulsor]

CAVITATION									
SPEED [kt]	SIGMAV	SIGMAN	SIGMA07R	TIPSPEED [m/s]	MINBAR	PRESS [kPa]	CAVAVG [%]	CAVMAX [%]	PITCHFC [mm]
13,00	43,89	6,31	1,27	24,65	0,485	24,45	2,0	2,0	6987,4
14,00	37,67	5,48	1,10	26,45	0,527	28,06	2,0	2,0	6996,3
15,00	32,67	4,79	0,96	28,27	0,573	31,96	2,0	2,0	7003,7
16,00	28,61	4,23	0,85	30,11	0,622	36,17	2,0	2,0	7009,2
17,00	25,25	3,75	0,75	31,98	0,675	40,76	2,0	2,0	7012,5
18,00	22,45	3,33	0,67	33,90	0,734	45,79	2,2	2,2	7013,2
19,00	20,09	2,98	0,60	35,88	0,799	51,33	2,6	2,6	7011,5
+ 20,00 +	18,08	2,66	0,53	37,93	0,870	57,45	3,1	3,1	7007,1
21,00	16,35	2,39	0,48	40,07	0,950	64,30 !	3,9	3,9	6999,6
22,00	14,86	2,14	0,43	42,31	1,040	72,00 !	4,9	4,9	6989,0
PROPULSOR COEFS									
SPEED [kt]	J	KT	KQ	KT/J2	KQ/J3	CTH	CP	RNPROP	
13,00	0,3791	0,2900	0,04202	2,0177	0,77112	5,138	12,378	5,73e7	
14,00	0,3813	0,2890	0,04190	1,988	0,75595	5,0624	12,134	6,15e7	
15,00	0,3831	0,2882	0,04180	1,964	0,74373	5,0012	11,938	6,57e7	
16,00	0,3844	0,2876	0,04173	1,9463	0,73479	4,9562	11,794	7,00e7	
17,00	0,3852	0,2872	0,04169	1,9358	0,72951	4,9295	11,71	7,44e7	
18,00	0,3854	0,2871	0,04168	1,9334	0,72831	4,9234	11,69	7,89e7	
19,00	0,3849	0,2873	0,04170	1,939	0,7311	4,9375	11,735	8,35e7	
+ 20,00 +	0,3839	0,2878	0,04176	1,953	0,73817	4,9732	11,849	8,82e7	
21,00	0,3821	0,2886	0,04186	1,9772	0,75046	5,035	12,046	9,32e7	
22,00	0,3795	0,2898	0,04200	2,0121	0,76826	5,1238	12,332	9,84e7	

Propulsion

13 may 2021 06:41

HydroComp NavCad 2018

Project ID

Description

File name **C6.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:	382,950 m	LCG fwd TR:	[XCG/LP 0,000] 0,000 m
Max beam on WL:	[LWL/BWL 6,606] 57,970 m	VCG below WL:	0,000 m
Max molded draft:	[BWL/T 3,513] 16,500 m	Aft station (fwd TR):	0,000 m
Displacement:	[CB 0,796] 299292,00 t	Deadrise:	0,00 deg
Wetted surface:	[CS 2,798] 29567,886 m²	Chine beam:	0,000 m
ITTC-78 (CT)		Chine ht below WL:	0,000 m
LCB fwd TR:	[XCB/LWL 0,493] 188,623 m	Fwd station (fwd TR):	0,000 m
LCF fwd TR:	[XCF/LWL 0,477] 182,613 m	Deadrise:	0,00 deg
Max section area:	[CX 0,990] 947,264 m²	Chine beam:	0,000 m
Waterplane area:	[CWP 0,887] 19685,121 m²	Chine ht below WL:	0,000 m
Bulb section area:	104,840 m²	Propulsor type:	Propeller
Bulb ctr below WL:	8,888 m	Max prop diameter:	10600,0 mm
Bulb nose fwd TR:	399,800 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 power	KTKQ corrections:	Custom
Reference prop:		Scale correction:	None
Blade count:	6	KT multiplier:	1,000
Expanded area ratio:	0,9538 [Size]	KQ multiplier:	1,000
Propeller diameter:	10600,0 mm [Size]	Blade T/C [0.7R]:	0,00
Propeller mean pitch:	[P/D 0,8811] 9339,9 mm [Size]	Roughness:	0,00 mm
Hub immersion:	9891,7 mm	Cav breakdown:	On
Engine/gear		Design condition [By power]	
Drive line:	Direct drive	Max prop diam:	10600,0 mm
Gear input:	No gearbox	Design speed:	20,00 kt
Engine data:		Reference power:	75570,0 kW
Rated RPM:	0 RPM	Design point:	0,850
Rated power:	0,0 kW	Reference RPM:	80,0 RPM
Primary fuel:	Defined	Design point:	1,000
Secondary fuel:	None	Shaft RPM:	71,5 RPM [Size]
Gear efficiency:	1,000		
Load correction:	Off		
Gear ratio:	1,000		
Shaft efficiency:	0,970		

Propulsion

13 may 2021 06:41

HydroComp NavCad 2018

Project ID

Description

File name **C6.hcnc**

Symbols and values

SPEED = Vessel speed

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

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

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

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

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

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

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

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

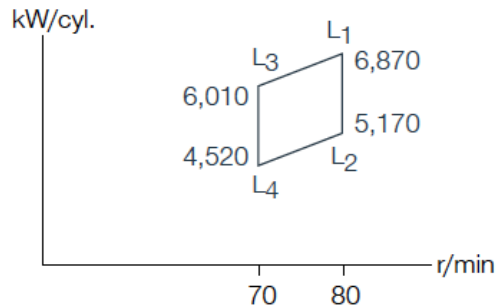
ANEXO IV: CARACTERÍSTICAS DEL MOTOR PRINCIPAL

Tier III

MAN B&W G95ME-C10.5

Cyl.	L ₁ kW
5	34,350
6	41,220
7	48,090
8	54,960
9	61,830
10	68,700
11	75,570
12	82,440

Stroke: 3,460 mm/L₁ MEP: 21.0 bar



Fuel oil

MAN B&W G95ME-C10.5-EcoEGR

L₁ SFOC [g/kWh]

	50%	75%	100%
Tier II mode	152.5	153.5	161.0
Tier III mode	161.5	160.5	165.0

MAN B&W G95ME-C10.5-EGRTC

L₁ SFOC [g/kWh]

	50%	75%	100%
Tier II mode	155.5	158.0	165.0
Tier III mode	161.5	161.5	167.0

MAN B&W G95ME-C10.5-HPSCR

L₁ SFOC [g/kWh]

	50%	75%	100%
Tier II mode	155.5	158.0	165.5
Tier III mode	157.0	159.0	166.0

MAN B&W G95ME-C10.5-LPSCR

L₁ SFOC [g/kWh]

	50%	75%	100%
Tier II mode	155.5	158.0	165.5
Tier III mode	156.5	159.0	166.5

* Available on request for HPSCR.

Tier II Tier III

MAN B&W G95ME-C10.5

Specifications

Dimensions:	A	B	C	H1	H4
mm	1,574	5,380	2,060	16,100	15,900

Cyl. distance	5-9 cyl.	10 cyl.	11 cyl.	12 cyl.
mm	1,574	1-6: 1,574	1-6: 1,574	1-6: 1,574
mm		7-10: 1,670	7-11: 1,670	7-12: 1,670

Cylinders:	5	6	7	8	9	10	11	12
L_{min} mm	11,468	13,042	14,616	16,190	17,804	19,779	21,489	23,159

Dry mass

Tier II	t	1,090	1,260	1,445	1,640	1,840	2,030	2,230	2,425
----------------	----------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Tier III (added)

EcoEGR	t	11	13	14	15	29	29	31	33
EGR	t	11	13	14	15	29	29	31	33
HP SCR	t	10	15	15	15				
LP SCR	t	-	-	-	-	-	-	-	-

Dual fuel (added)

GI	t	8	9	11	12	13	15	16	17
-----------	----------	---	---	----	----	----	----	----	----

