



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

**Trabajo Fin de Grado**  
**CURSO 2020/21**

---

*CUADERNO 6*

---

**Grado en Ingeniería Naval y Oceánica**

**ALUMNA**

Carla Fuentes Lorenzo

**TUTOR**

Marcos Míguez González

**FECHA**

Septiembre 2021



# 1 REQUISITOS PREVIOS DE ACTIVIDAD



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

*CURSO 2.020-2021*

**PROYECTO NÚMERO** 2021-GENO-25

**TIPO DE BUQUE:** Buque arrastrero congelador 1500m<sup>3</sup>.

**CLASIFICACIÓN, COTA Y REGLAMENTOS DE APLICACIÓN:** Bureau Veritas.  
Torremolinos, MARPOL.PARA ZONAS POLARES.

**CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA:** Volumen de bodega de 1500 m<sup>3</sup>. Bodegas y entrepuentes de carga.

**VELOCIDAD Y AUTONOMÍA:** 12 nudos en condiciones de servicio, 85% MCR Y 10 % margen de mar. 40 días de autonomía.

**SISTEMAS Y EQUIPOS DE CARGA / DESCARGA:** Los propios de este tipo de buques.

**PROPULSIÓN:** Motor diésel acoplado a hélice de paso fijo.

**TRIPULACIÓN Y PASAJE:** 32 tripulantes.

**OTROS EQUIPOS E INSTALACIONES:** Hélice transversal de proa y los habituales en este tipo de buques.

Ferrol, 02 Febrero 2021

**ALUMNA:** D<sup>a</sup> Carla Fuentes Lorenzo



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

**TRABAJO FIN DE GRADO  
CURSO 2020/21**

---

*BUQUE ARRASTRERO CONGELADOR DE 1500m<sup>3</sup>*

---

**Grado en Ingeniería Naval y Oceánica**

**CUADERNO 6**

**PREDICCIÓN DE POTENCIA Y SELECCIÓN DE LA PLANTA PROPULSORA**

## CONTENIDO

1 REQUISITOS PREVIOS DE ACTIVIDAD.....	3
2 PRESENTACIÓN .....	7
2.1 Hidrostáticas.....	7
2.2 Dimensiones en el plano .....	8
2.3 Tabla de datos.....	9
3 ESTIMACIÓN DE LA POTENCIA PROPULSORA.....	11
3.1 Cálculo de resistencia.....	11
3.1.1 Datos introducidos en NavCAD .....	11
3.1.2 Justificación del método de estimación .....	12
3.1.3 Resistencia de formas .....	12
3.1.4 Resistencia de apéndices .....	15
3.1.5 Resistencia aerodinámica.....	18
3.1.6 Margen.....	20
3.1.7 Resultados de resistencia.....	20
3.2 Cálculo de potencia .....	21
3.2.1 Datos del propulsor.....	21
3.2.2 Resultados de propulsión .....	21
3.2.3 Cálculo BHP .....	23
4 DEFINICIÓN DEL MOTOR.....	26
5 DISEÑO DE LA HÉLICE PROPULSORA Y ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS..	29
5.1 Elección del tipo de hélice .....	29
5.1.1 Hélice FPP .....	30
5.1.2 Hélice CPP .....	31
5.2 Diámetro del propulsor .....	32
5.3 Elección del número de palas.....	32
5.3.1 Hélice de 3 palas .....	33
5.3.2 Hélice de 4 palas .....	33
5.3.3 Hélice de 5 palas .....	34
5.3.4 Análisis de los resultados .....	35
5.4 Tiro en condición de arrastre .....	35
6 DISEÑO DEL TIMÓN .....	37
6.1 Altura y cuerda del timón .....	38

6.2 Fuerzas sobre la pala del timón.....	39
6.2.1 Fuerza sobre el timón en avante .....	41
6.2.2 Fuerza sobre el timón ciando.....	41
6.3 Cálculo de momentos sobre el timón.....	42
6.3.1 Momento resultante en condición de avante .....	42
6.3.2 Momento resultante en condición de ciado.....	43
6.4 Cálculo del diámetro de la mecha del timón .....	43
7 CROQUIS DEL CODASTE .....	46
8 ANEXO I: SALIDAS DE NAVCAD PARTE DE RESISTENCIA .....	47
9 ANEXO II: SALIDAS DE NAVCAD PARTE DE PROPULSIÓN.....	51
10 ANEXO III: SALIDAS DE NAVCAD HÉLICE CON 3 PALAS.....	55
11 ANEXO IV: SALIDAS DE NAVCAD HÉLICE CON 5 PALAS .....	59
12 ANEXO V: INFORME DE NAVCAD CAPACIDAD DE TIRO CPP .....	63
13 ANEXO VI: INFORME DE NAVCAD CAPACIDAD DE TIRO FPP.....	67
14 ANEXO VII: FICHA TÉCNICA DEL MOTOR .....	71
15 ANEXO VIII: MAQUINILLA ARRASTRE BUQUE MONTEFERRO.....	73

## 2 PRESENTACIÓN

En el presente cuaderno se realizan los cálculos pertinentes para estimar la potencia propulsora que necesitará nuestro buque. Para ello nos ayudaremos el programa NavCAD, donde introduciremos los parámetros de forma de nuestro buque.

### 2.1 Hidrostáticas

Recordamos los datos de hidrostáticas obtenidas a la altura del calado (T=6,37m) para el modelo que realizamos en Maxsurf:

Hydrostatics at DWL

	Measurement	Value	Units
1	Displacement	4228	t
2	Volume (displaced)	4124,785	m <sup>3</sup>
3	Draft Amidships	6,370	m
4	Immersed depth	6,597	m
5	WL Length	64,741	m
6	Beam max extents on WL	14,998	m
7	Wetted Area	1392,666	m <sup>2</sup>
8	Max sect. area	93,506	m <sup>2</sup>
9	Waterpl. Area	784,653	m <sup>2</sup>
10	Prismatic coeff. (Cp)	0,681	
11	Block coeff. (Cb)	0,644	
12	Max Sect. area coeff. (Cm)	0,947	
13	Waterpl. area coeff. (Cwp)	0,808	
14	LCB length	-29,941	from zero pt
15	LCF length	-27,424	from zero pt
16	LCB %	-46,248	from zero pt
17	LCF %	-42,360	from zero pt
18	KB	3,415	m
19	KG fluid	6,370	m
20	BMT	2,999	m
21	BML	47,954	m
22	GMt corrected	0,045	m
23	GML	44,999	m
24	KMt	6,415	m
25	KML	51,369	m
26	Immersion (TPc)	8,043	tonne/cm
27	MTC	31,189	tonne.m
28	RM at 1deg = GMt.Disp.sin(1)	3,286	tonne.m
29	Length:Beam ratio	4,317	
30	Beam:Draft ratio	2,273	
31	Length:Vol <sup>0.333</sup> ratio	4,037	
32	Precision	Low	42 stations

## 2.2 Dimensiones en el plano

En este apartado adjuntamos un plano acotado de las formas de nuestro buque, que sirve de justificación para los datos que utilizaremos en cálculos posteriores:

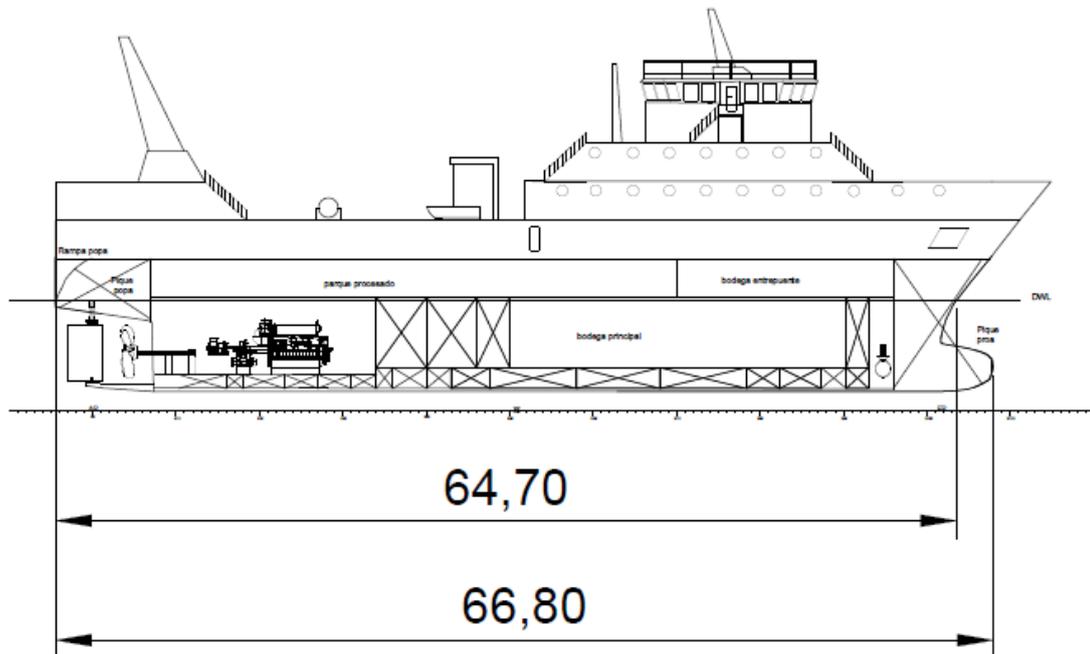


Ilustración 1: esloras acotadas

Recordamos las dimensiones de las formas de proa y popa, justificadas en el cuaderno 3:

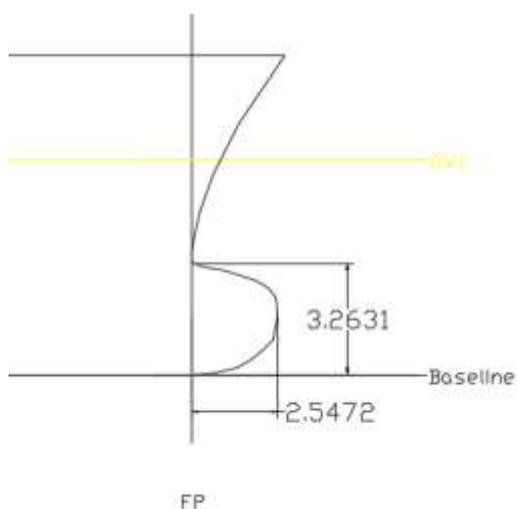


Ilustración 2: Bulbo de proa acotado

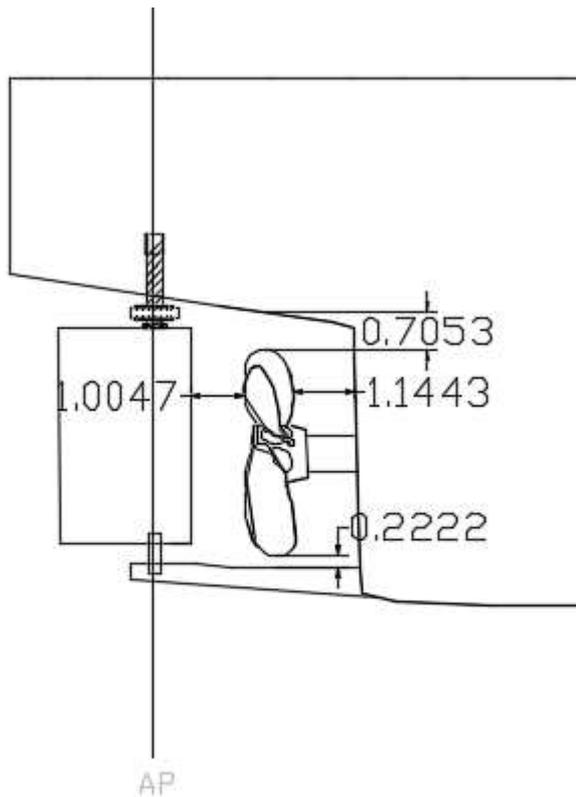


Ilustración 3: Codaste acotado

### 2.3 Tabla de datos

Los datos de la tabla siguiente se han extraído de Maxsurf. La mayoría de ellos son los resultantes tras el cuaderno 3, de ahí que los justifiquemos con la tabla de hidrostáticas (apartado 3.1), pero algunos datos, como el semiángulo de entrada, no lo proporciona el Maxsurf Modeler, por lo que adjuntamos una captura del Maxsurf Resistance donde podemos ver este valor de semiángulo de entrada, que es igual a 24,2°.

	Item	Value	Units
1	LWL	64,7	m
2	Beam	15	m
3	Draft	6,37	m
4	Displaced volume	4124,78	m <sup>3</sup>
5	Wetted area	1392,666	m <sup>2</sup>
6	Prismatic coeff. (Cp)	0,068	
7	Waterpl. area coeff. (Cwp)	0,808	
8	1/2 angle of entrance	24,2	deg.

Adjuntamos la tabla resumen con los datos que solicitará el programa para la estimación de resistencia y de potencia:

Eslora en la flotación	Length on WL	64,7	m
Desplazamiento	Displacement	4228	t
Superficie mojada	Wetted Area /surface	1392,6	m2
Centro de la carena medido desde la estampa	LCB fwd TR	29,94	m
Centro de flotación medido desde la estampa	LCF fwd TR	27,42	m
Sección de la maestra	Max section area	93,5	m2
Área de la flotación	Waterplane area	784,65	m2
Área de la sección del bulbo	Bulb section area	7,8	m2
Nariz del bulbo bajo la flotación	Bulb ctr below WL	2,54	m
Nariz del bulbo desde la estampa	Bulb nose fwd RT	66,8	m
Semiángulo de entrada	Half entrance angle	24,2	º

Con esta información, procedemos pues, a realizar los cálculos con el software Navcad.

## 3 ESTIMACIÓN DE LA POTENCIA PROPULSORA

### 3.1 Cálculo de resistencia

En esta parte del cuaderno vamos a calcular la resistencia del buque, es decir, la fuerza que opone el agua del mar, en este caso, al avance del buque.

Además de los resultados de la resistencia, obtendremos también una estimación de la potencia efectiva que necesita este buque para navegar a la velocidad de servicio (12 nudos), dadas sus formas y las características de su hélice.

#### 3.1.1 Datos introducidos en NavCAD

Vemos en la siguiente captura el nombre de nuestro proyecto y su alcance. Nuestro buque es un monocasco, su eslora en la flotación es 64,7 como bien vimos antes en el plano y su desplazamiento es de 4228t (dato obtenido del modelo del casco en Maxsurf). Tendremos una hélice propulsora, y el medio en el que navegará nuestro buque es agua salada.

<b>Project</b>		
Project ID:	BUQUE ARRASTRE...	
Description:	Buque factoría arr...	
<b>Summary</b>		
Scope:	ITTC-78 (CT)	
Configuration:	Monohull	
Chine type:	Round/multiple	
Length on WL:	64,700	m
Displacement:	4228,00	t
Propulsor type:	Propeller	
Count:	1	
<b>Water properties</b>		
Water type:	Salt	
Density:	1026,00	kg/m3
Viscosity:	1,18920e-6	m2/s

<b>Speeds</b>		
Speed [01]	4,00	kt
Speed [02]	6,00	kt
Speed [03]	8,00	kt
Speed [04]	10,00	kt
Speed [05]	11,00	kt
Speed [06]	12,00	kt
Speed [07]	13,00	kt
Speed [08]	14,00	kt
Speed [09]		kt
Speed [10]		kt
<b>Design condition</b>		
Design speed:	12,00	kt

Se definen también las velocidades para las cuales se realizará este estudio, que son 4,6,8,10,11,12,13 y 14 nudos, ya que, como vemos en la parte más baja de la tabla, la velocidad de diseño es de 12 nudos. Como habrá situaciones en las que se navegue a una velocidad inferior a 12 nudos (durante la pesca, por ejemplo), se consideran velocidades inferiores, pero también estudiaremos el comportamiento a 2 nudos más.

### 3.1.2 Justificación del método de estimación

La estimación se realizará con el método de predicción de potencia por Holtrop. También se utilizará este método para la consideración de apéndices, ya que es el método más exacto para las características de nuestro buque.

En la siguiente tabla podemos ver, en la columna de la izquierda diferentes métodos de estimación, y en las columnas siguientes, cómo de buena es la estimación según lo que busquemos. En la leyenda de este cuadro también podemos ver que los colores de los métodos se corresponden con un grado de aproximación, y para nuestro buque, el Método de Holtrop es el mejor, ya que realizará una buena estimación en lo que a potencia se refiere, en cuanto al casco y en cuanto a los detalles. Entonces será Holtrop el método de estimación que escojamos para nuestro buque.

Method Expert ranking

Method	Speed	Hull	Details	Parameters
Holtrop	OK	OK	OK	FN [design] 0,06..0,51 0,25
Oortmerssen	OK	Uncertain	OK	CP 0,55..0,85 0,68
Fung (CRTS)	OK	Uncertain	OK	LWL/BWL 3,90..14,90 4,31
Andersen	OK	Uncertain	OK	BWL/T 2,10..4,00 2,35
Fung (HSTS)	OK	Fail	OK	Lambda 0,01..1,06 0,86
Simple Ship	OK	Uncertain	Uncertain	
BSRA Series (Full)	OK	Uncertain	Uncertain	
BSRA Series (Light)	OK	Uncertain	Uncertain	
Series 60	OK	Uncertain	Uncertain	
SSPA Cargo Series	OK	Uncertain	Uncertain	

Ranking: Best ■ Good ■ Fair ■ Poor ■

### 3.1.3 Resistencia de formas

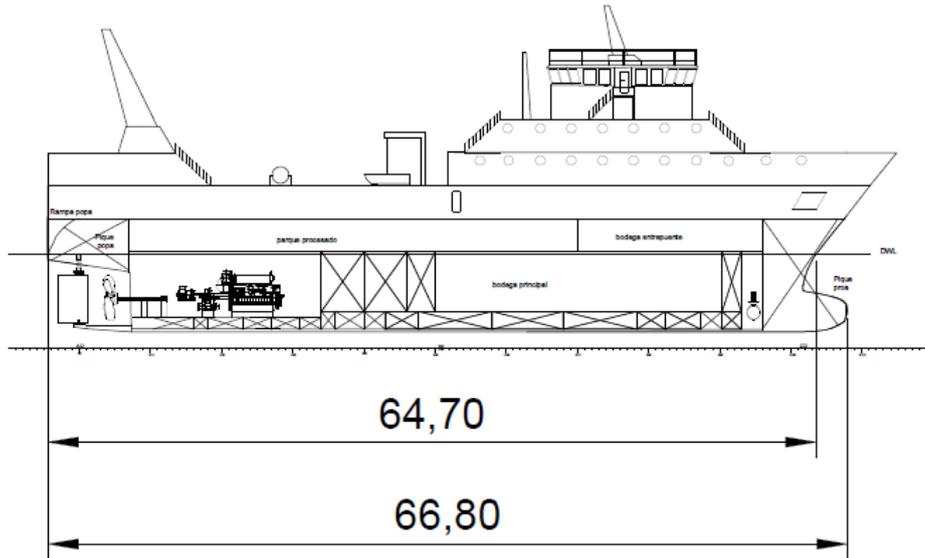
Como bien hemos dicho antes, nuestro buque es un monocasco, con una eslora en la flotación de 64,7m, una manga de 15 m y puntal de 6,6m.

El desplazamiento, 4228 t, se ha obtenido de Maxsurf (ver apartado 3.1), así como los datos del centro de carena, el centro de la flotación medidos desde la estampa y el área de la flotación.

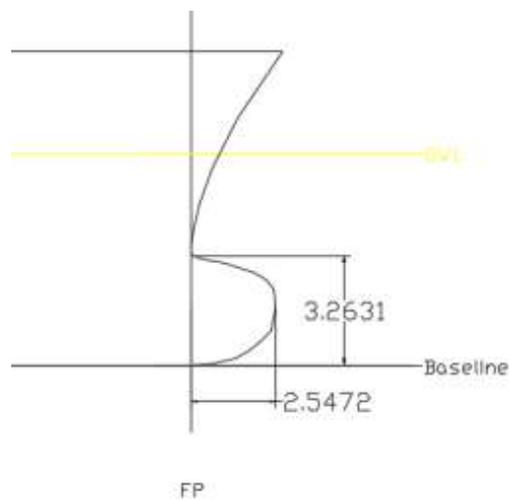
Los datos correspondientes a la nariz del bulbo son los resultantes del cuaderno 3:

El área del bulbo, 7,8m<sup>2</sup>, se calculó por formulación y se comprobó que era muy similar al dato obtenido de la curva de áreas de Maxsurf.

Los datos de nariz del bulbo bajo la flotación y nariz del bulbo desde la estampa, además de explicarse en el cuaderno 3, se ejemplifican en las siguientes imágenes:



**Ilustración 4: eslora en la flotación y eslora hasta nariz del bulbo**



**Ilustración 5: dimensiones bulbo de proa (tras C3)**

Adjuntamos una captura de los valores de áreas según la sección del buque, por lo que podemos ver que el área de la estampa será de 6,6m<sup>2</sup>, ya que se corresponde con la sección 5, y el área del bulbo de proa será 7,8m<sup>2</sup>, ya que, al estar entre las secciones 28 y 29 se ha realizado una media aritmética:

	Area X m	Area Y m <sup>2</sup>
4	0,000000	2,950126
5	2,680000	6,611583
6	5,365467	37,103416
7	8,050934	61,305791
8	10,736402	73,968980
9	13,421869	81,271521
10	16,107336	85,184182
11	18,792803	88,203288
12	21,478270	89,988985
13	24,163738	91,294536
14	26,849205	91,310146
15	29,534672	91,323324
16	30,500000	91,285718
17	32,220139	90,476897
18	34,905606	89,205040
19	37,591074	87,922041
20	40,276541	83,712659
21	42,962008	77,613303
22	45,647475	69,615780
23	48,332942	60,062525
24	51,018410	50,802570
25	53,703877	41,411989
26	56,389344	29,092273
27	59,074811	14,759199
28	61,000000	8,701429
29	61,760278	6,933295
30	62,053644	6,587647
31	64,445746	0,000000

Habiendo justificado todos los datos que solicita NavCad, adjuntamos la captura conforme son iguales a los introducidos:

Hull		
Configuration:	Monohull	
Chine type:	Round/multiple	
General		
Length on WL:	64,700	m
Max beam on WL:	15,000	m
Max molded draft:	6,600	m
Displacement:	4228,00	t
Wetted surface:	1392,600	m <sup>2</sup>
Demi-hull spacing:		m
ITTC-78 (CT)		
LCB fwd TR:	29,940	m
LCF fwd TR:	27,420	m
Max section area:	93,500	m <sup>2</sup>
Waterplane area:	784,650	m <sup>2</sup>
Bulb section area:	7,800	m <sup>2</sup>
Bulb ctr below WL:	2,540	m
Bulb nose fwd TR:	66,800	m
Imm transom area:	6,600	m <sup>2</sup>
Transom beam WL:	15,000	m
Transom immersion:	1,450	m
Half entrance angle:	24,20	deg

### 3.1.4 Resistencia de apéndices

#### 3.1.4.1 Línea de ejes

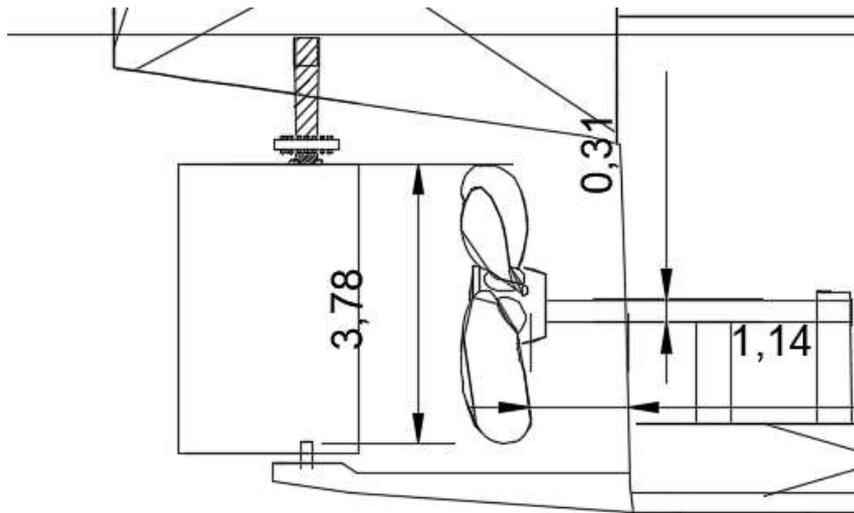
Empezamos introduciendo los datos correspondientes a la línea de ejes.

Los datos de la siguiente tabla se justifican en que nuestro buque tiene una unidad de línea de ejes.

El diámetro máximo de la hélice que entraría en nuestro codaste es de 3,78m (se adjuntará plano con medidas al final del trabajo). El eje va acoplado del motor a la hélice directamente, en la misma horizontal, de ahí que el ángulo sea 0 grados.

La longitud del eje que está “expuesta”, es decir, la longitud del eje desde la salida de la bocina hasta el acoplamiento con la hélice es de 1,14m. El diámetro de este eje es de 0,31m y el cálculo del área mojada lo ha realizado el propio NavCad asumiendo que es un cilindro.

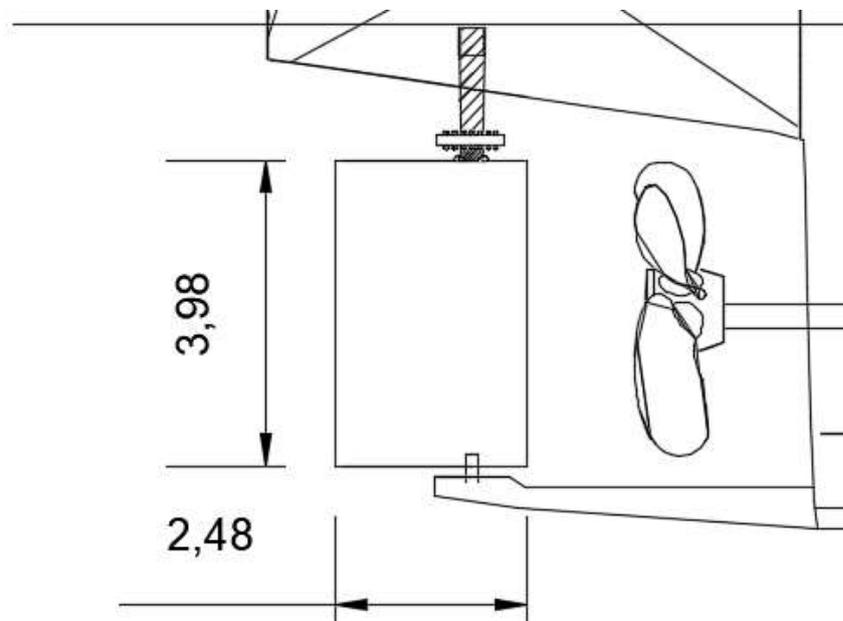
Shafting		
Count:	1	
Max prop diameter:	3780,0	mm
Shaft angle to WL:	0,00	deg
Exposed shaft length:	1,140	m
Shaft diameter:	0,310	m
Wetted surface:	1,110	m <sup>2</sup>
Strut bossing length:	0,000	m
Bossing diameter:	0,000	m
Wetted surface:	0,000	m <sup>2</sup>
Hull bossing length:	0,000	m
Bossing diameter:	0,000	m
Wetted surface:	0,000	m <sup>2</sup>



### 3.1.4.2 Timón

En este apartado se realizarán las consideraciones que pertinentes sobre el timón.

Al solo tener una línea de ejes y una hélice, también tendremos solamente un timón. Éste se situará tras la hélice propulsora. Sus medidas aparecen acotadas en la siguiente imagen



Rudder		
Count:	1	
Rudder location:	Behind propeller	
Type:	Balanced plate	
Root chord:	2,480	m
Tip chord:	0,000	m
Span:	3,980	m
Plate thickness:	0,000	m
LE sweep:	0,00	deg
Projected area:	4,687	m <sup>2</sup>
Wetted surface:	9,374	m <sup>2</sup>

### 3.1.4.3 Hélice de proa

Nuestro buque lleva en proa una hélice de maniobra, que estimamos que tendrá un diámetro de 1,3m, basándonos en las hélices de los buques de la bibliografía.

Tunnel thruster		
Count:	1	
Diameter:	1,300	m

### 3.1.4.4 Quillas de balance

Tendremos dos quillas de balance, una a cada lado, que tendrán un alcance de 31m de longitud (siendo la eslora ligeramente superior a 67m).

Estas quillas son un perfil tipo llanta bulbo, así que suponiendo un ancho de 300mm, el espesor será de 12mm.

En la siguiente imagen podemos ver la quilla de balance de babor del buque Monteferro, uno de nuestros buques de referencia:



Estas quillas de balance se extenderán a lo largo del cuerpo cilíndrico del buque, de ahí que hayamos estimado su longitud e unos 31m

Introducimos estos datos en navcad:

Bilge keel		
Count:	2	
Mean length:	31,000	m
Mean base width:	0,012	m
Mean projection:	0,300	m
Wetted surface:	18,604	m <sup>2</sup>

### 3.1.5 Resistencia aerodinámica

#### 3.1.5.1 Criterio meteorológico

Se ha supuesto una condición meteorológica de calma en la que no hay viento:

Wind		
Wind speed:	0,00	kt
Angle off bow:	0,00	deg
Gradient correction:	Off	

Y tampoco hay oleaje:

Seas		
Significant wave ht:	0,000	m
Modal wave period:	0,0	sec

#### 3.1.5.2 Área de la obra viva

Para estimar el área de perfil de la carena de nuestro buque hemos multiplicado la altura de la misma por la manga máxima, que es de 15 metros, obteniendo así una aproximación del área transversal de la obra viva igual a 99m<sup>2</sup>.

Para estimar el área de perfil de la obra muerta hemos supuesto una eslora de 63 metros, y la hemos multiplicado por 6,6m, que es la altura a la cubierta principal, resultando un área de 414,8m<sup>2</sup>.

Adjuntamos capturas correspondientes a los datos introducidos en el programa:

Exposed hull		
Transverse area:	99,000	m <sup>2</sup>
VCE above WL:	0,000	m
Profile area:	415,800	m <sup>2</sup>

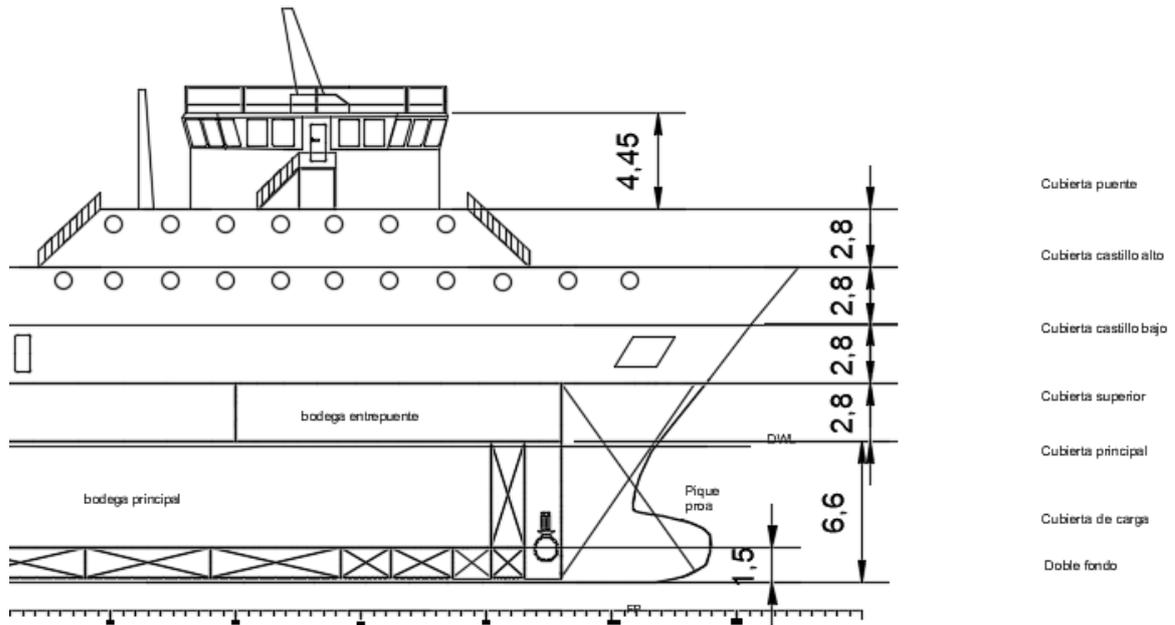
#### 3.1.5.3 Área de la obra muerta

Para el cálculo de la resistencia aerodinámica necesitamos conocer tanto el área transversal como el área de perfil de la obra muerta de nuestro buque.

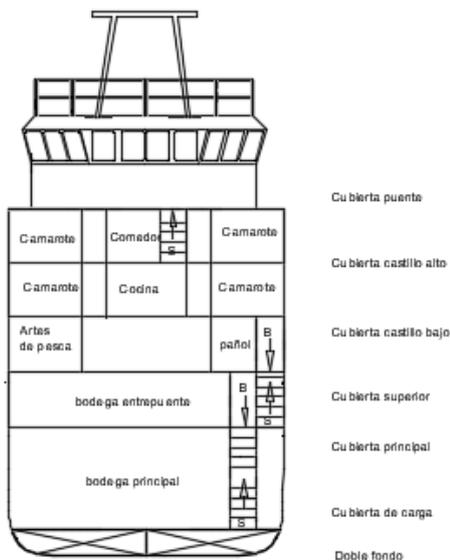
Entonces, para calcular el área transversal, sabemos que sobre la cubierta principal se encuentran otras 4 cubiertas, que tienen una altura de 2,8m y se extienden a lo largo de toda la manga del buque. La cubierta puente, tiene una manga de 12 metros y una altura de 4,45m, así que, conociendo estos datos, sumamos el área de perfil de cada cubierta y tenemos un área total de superestructura de 220,8m<sup>2</sup>

La estimación para el área de perfil se realiza del mismo modo, suponiendo que hay 2 cubiertas corridas de 67m de eslora y 2,8m de altura, una cubierta de 13+35 metros de eslora, la siguiente cubierta con 22,7m de eslora y la cubierta puente con 11,5 metros de eslora y 4,45m de altura. Obtenemos entonces un valor del área de perfil de 624,33m<sup>2</sup>.

Superstructure		
Superstructure shape:	Cargo ship	
Transverse area:	220,800	m <sup>2</sup>
VCE above WL:	0,000	m
Profile area:	624,330	m <sup>2</sup>



- Cubierta puente
- Cubierta castillo alto
- Cubierta castillo bajo
- Cubierta superior
- Cubierta principal
- Cubierta de carga
- Doble fondo



- Cubierta puente
- Cubierta castillo alto
- Cubierta castillo bajo
- Cubierta superior
- Cubierta principal
- Cubierta de carga
- Doble fondo

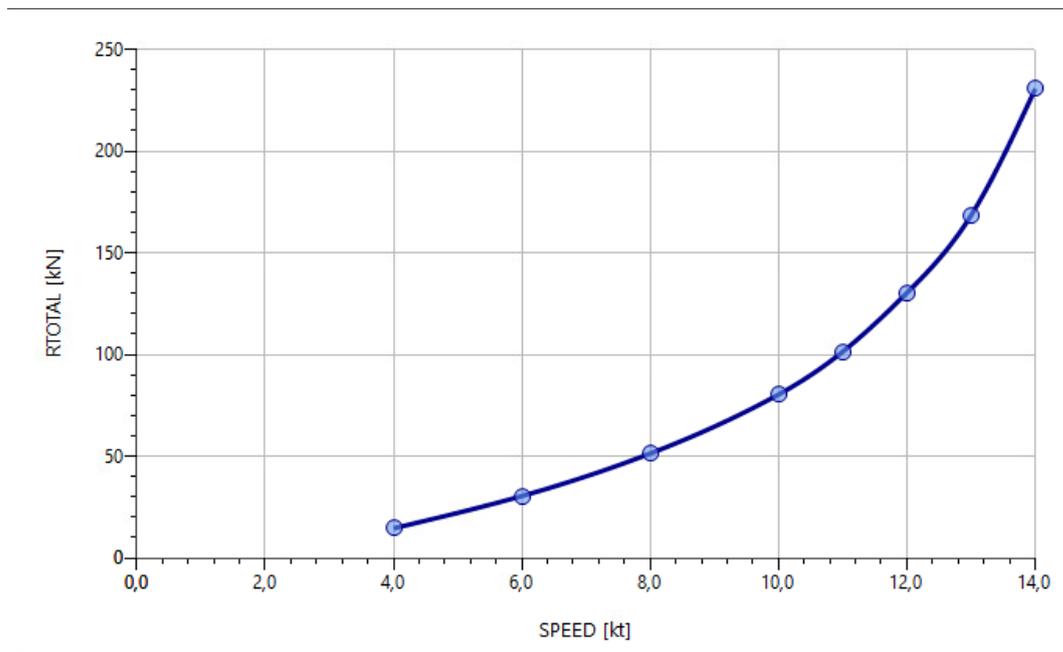
### 3.1.6 Margen

Se ha supuesto un margen del 10%, tal y como se indica en la RPA, más un 5% de margen adicional supuesto debido a que nos encontramos en una fase preliminar del diseño. Introducimos entonces en Navcad un 15%:

Margin	
Design margin:	15 %
Basis:	Hull + added dr...

### 3.1.7 Resultados de resistencia

Se adjunta la gráfica obtenida de resistencia frente a la velocidad. Cabe recordar que la velocidad de servicio es de 12 kns:



Los resultados de resistencia al avance obtenidos son los siguientes:

SPEED [kt]	RESISTANCE							
	RBARE [kN]	RAPP [kN]	RWIND [kN]	RSEAS [kN]	RCHAN [kN]	RTOWED [kN]	RMARGIN [kN]	RTOTAL [kN]
4,00	12,67	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,90	14,57
6,00	26,49	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,97	30,46
8,00	44,66	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,70	51,35
10,00	69,86	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,48	80,33
11,00	88,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	13,22	101,37
+ 12,00 +	113,29	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16,99	130,28
13,00	146,42	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	21,96	168,38
14,00	200,53	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	30,08	230,61

En aguas libres, la resistencia ofrecida por nuestro buque, navegando a velocidad de servicio, es de 130,28KN.

## 3.2 Cálculo de potencia

### 3.2.1 Datos del propulsor

En la RPA de nuestro buque se establece una hélice de paso fijo, pero, estudiando el tipo de hélices que llevan los buques similares y las ventajas de la misma (apartado 6.1) se concluye que nuestra hélice propulsora será de paso variable CPP.

Acercas de los datos introducidos en NavCad, se utilizará la serie KAPLAN19A, para hélices CPP, de paso controlado.

Estimamos inicialmente una hélice de 4 palas, aunque después estudiaremos si es más viable un propulsor de 3, 4 o 5 palas.

Propulsor		
Count:	1	▼
Propulsor type:	Propeller series	▼
Propeller type:	CPP	▼
Propeller series:	Kaplan 19A	▼
Propeller sizing:	By thrust	▼
Reference prop:		
Blade count:	4	▼
Expanded area ratio:	0,6500	
Propeller diameter:	3780,0	mm
Propeller mean pitch:	5000,0	mm
Hub immersion:	4600,0	mm

Vemos como para el cálculo del propulsor hemos utilizado una hélice de tipo paso fijo CPP, y la serie KAPLAN 19 A como decíamos anteriormente.

El número de palas es 4 y el diámetro del propulsor 3780mm, dato que se ha considerado en base a los diámetros de los propulsores de los buques de la base de datos y que en el cuaderno 3 verificamos que cumple los límites de cotas del codaste.<sup>1</sup>

Se realiza una estimación por empuje: “by thrust”.

### 3.2.2 Resultados de propulsión

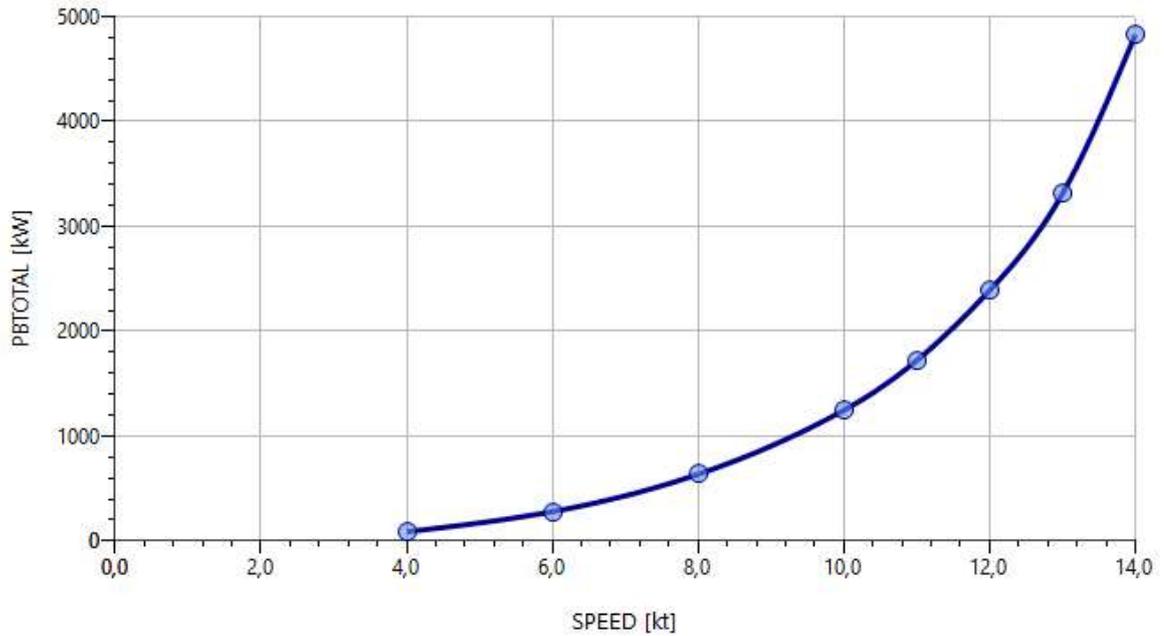
Una vez realizado el cálculo de resistencia al avance, procedemos al cálculo de la potencia requerida por el buque.

Los datos introducidos en el software son los mismos que para la condición de resistencia, pero cabe destacar que para calcular la gráfica estos son los parámetros a variar:

La gráfica de potencia frente a velocidad obtenida de NavCAD es la siguiente:

---

<sup>1</sup> Ver apartado 5.2 de este cuaderno



Por tanto, para nuestra velocidad de servicio, 12 nudos, obtenemos que la potencia requerida es 2342,7 KW.

SPEED [kt]	POWER DELIVERY								
	RPMPROP [RPM]	QPROP [kN.m]	QENG [kN.m]	PDPROP [kW]	PSPROP [kW]	PSTOTAL [kW]	PBTOTAL [kW]	TRANSP	CPPITCH [mm]
4,00	77	10,48	10,48	83,8	86,4	86,4	86,4	987,8	1701,2
6,00	114	22,59	22,59	266,4	274,6	274,6	274,6	466,1	1701,3
8,00	150	38,96	38,96	605,2	623,9	623,9	623,9	273,5	1701,4
10,00	188	61,00	61,00	1185,8	1222,5	1222,5	1222,5	174,5	1701,2
11,00	209	75,74	75,74	1636,7	1687,4	1687,4	1687,4	139,1	1701,2
+ 12,00 +	232	94,53	94,53	2272,4	2342,7	2342,7	2342,7	109,3	1701,2
13,00	258	117,92	117,92	3149,7	3247,1	3247,1	3247,1	85,4	1701,2
14,00	291	152,46	152,46	4591,1	4733,1	4733,1	4733,1	63,1	1701,3

La potencia necesaria para mover nuestro buque a una velocidad de 12 nudos, y con las características de formas que hemos definido, es de 2342,7 KW.

Aún así, esta no será la potencia que deba entregar nuestro motor propulsor, ya que se debe considerar el régimen de este, que es del 85%

Entonces:

$$Pot\ motor\ principal = \frac{PBTOTAL}{85\%} = 2734,94KW$$

Necesitamos entonces un motor que proporcione, como mínimo una potencia de 2734,9KW.

### 3.2.3 Cálculo BHP

En este apartado calcularemos la potencia total que necesita entregar nuestro motor. Dada la operatividad de nuestro buque, nos encontramos ante dos situaciones en las que la demanda de energía mecánica y energía eléctrica es muy diferente.

Tal y como se indica en la RPA, la velocidad de servicio de nuestro buque es de 12 nudos, lo que quiere decir que, en los viajes de ida y vuelta a caladero, navegará a 12 nudos.

Cuando el buque se encuentre en el caladero, faenando, navegará a 4 nudos, velocidad notablemente inferior. En esta condición en la que el buque está navegando, arrastrando las redes, congelando y conservando capturas, es la condición del buque en que mayor consumo eléctrico hay, tal y como podemos ver en el cuaderno 11. En esta situación, la navegación no será al 85%MCR, sino que será a un régimen menor, ya que la velocidad también es menor (4 nudos). Entonces, al disponer de un generador de cola PTI/PTO, si lo utilizamos en modo PTO, podemos convertir la energía mecánica excedente del motor principal en energía eléctrica, y que desde el cuadro principal se distribuya a los consumidores.

Entonces, analizaremos a continuación estas dos situaciones, y en función de la más demandante, elegiremos el motor principal

#### 3.2.3.1 BHP en navegación

Durante la navegación a 12 nudos, la potencia que ha de entregar nuestro motor principal para vencer la resistencia al avance será de 2734,9KW, como hemos visto en el apartado anterior.

En esta condición, en principio, no estaremos utilizando el generador de cola, ni en modo PTI, ni en modo PTO.

En caso de avería en los generadores, sí entraría en funcionamiento el generador de cola en modo PTO en la condición de navegación a 12 nudos, teniendo que reducirse la velocidad de navegación, pero pudiendo abastecer a los consumidores eléctricos imprescindibles. Pero, como decimos, sería un caso muy excepcional, ya que tenemos 2 generadores, de 900KW cada uno, para entregar 841KW de consumo eléctrico máximo.

Entonces, aceptamos que, durante la navegación a 12 nudos, el motor principal solamente tendrá que entregar la energía necesaria para transmitir a la hélice propulsora, que recordamos:

$$BHP \text{ navegando (12 kn)} = \frac{PB \text{ TOTAL}}{85\%} = \frac{2342,7}{85\%} = 2734,9KW$$

### 3.2.3.2 BHP en arrastre

En la condición de arrastre a 4 nudos, la potencia necesaria para la navegación se estima en un 65-70% de la potencia necesaria para la navegación a la velocidad de servicio (recordar que también tiene que arrastrar las redes de pesca que ofrecen una gran resistencia). Entonces:

$$Pot\ faenando\ (4\ kn) = \frac{70\% * PB\ TOTAL}{85\%} = \frac{70\% * 2342,7}{85\%} = 1914,45KW$$

En esta condición, la demanda eléctrica del buque es la más desfavorable, llegando a alcanzar los 1394,5KW. Tal y como se explica en el cuaderno 11, optamos por instalar 2 generadores + 1 PTI/PTO, de modo que, en todas las condiciones de navegación y consumo, se cumpla la redundancia n-1:

En el caso 1, en el que el consumo es de 464KW, funcionaría 1 generador y el otro es redundante.

En el caso 2, en el que el consumo es de 1395,5KW, funcionarían o bien los 2 generadores de 900KW, quedando el PTO de redundancia, o bien 1 generador y la PTO, quedando así el otro generador de redundancia.

En el caso 3, de navegación y congelado, el consumo máximo sería de 841KW, por lo que se considera aceptable que un solo generador supla las necesidades eléctricas de todo el buque, quedando así el otro como redundancia para cumplir el n-1.

En el caso 4, de emergencia, en principio depende de la emergencia, pero podría estar funcionando o bien 1 generador de 900KW para entregar esos 228,28KW, o bien el generador de emergencia/puerto, de 300KW.

De esta forma se justifica que el generador de cola solamente funcione en modo PTO en el caso 2, en el que el buque esté faenando a una velocidad de 4 nudos, y por tanto, la potencia mecánica para la propulsión del buque sería menor. Podríamos destinar así este excedente energético del motor principal al consumo eléctrico, pasando obviamente por la reductora, generador de cola en modo PTO y convertidores de frecuencia.

Se decide instalar entonces, un generador de cola que, en modo PTO, entregue 900KW, igual que los dos generadores de la planta eléctrica, entonces:

$$Potencia\ PTO = \frac{PTO}{85\%} = \frac{900}{85\%} = 1058,82KW$$

$$BHP\ faenando\ (4\ kn) = Pot\ navegación\ 4\ kn + Pot\ PTO = 1914,45 + 1058,82 \\ = 2973,28KW$$

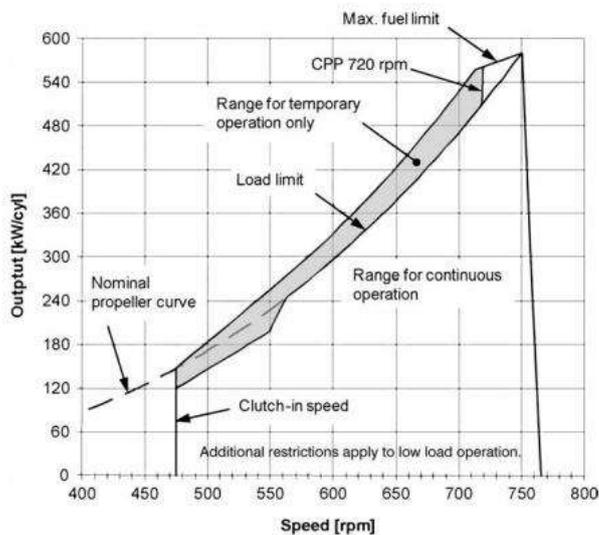
Concluimos entonces, que la potencia a entregar por el motor principal será, como mínimo de 2973,28KW, que es la demanda de energía mecánica en la situación más desfavorable (navegación a 4 nudos y arrastre)

## 4 DEFINICIÓN DEL MOTOR

En este apartado buscamos elegir el motor que mejor se adapte a nuestras necesidades de potencia, optimizando así la planta propulsora. Nos decantamos por los motores Wärtsilä 32, por estar instalados en alguno de nuestros buques de referencia.

En el apartado anterior se calcularon las BHP en las dos peores condiciones de navegación del buque, teniendo en cuenta que durante la navegación en arrastre el motor principal de un buque arrastrero suele funcionar al 65-70% de su régimen.

Los motores están diseñados para funcionar entre ciertos márgenes, tal y como podemos ver en la curva de funcionamiento del siguiente motor (Wärtsilä 6L32):



Entonces, el motor al que pertenece esta curva, se desenvuelve bien en unas condiciones de régimen intermedias, de manera que, si el motor funcionase normalmente al 90 o 95% de su MCR, este se vería deteriorado con mucha rapidez, sufriría más averías, y tendríamos que programar los mantenimientos para un intervalo de tiempo menor que el recomendado. Como en la mayoría de buques, cuanto menor sea el tiempo que esté parado el buque para realizar mantenimientos, mejor. Entonces, se busca que el régimen de funcionamiento de los motores se encuentre dentro de la curva óptima, porque si bien una sobrecarga ocasionaría deterioros en el motor, un funcionamiento muy por debajo de su régimen nominal, al 40% por ejemplo, implica que su consumo de combustible será muy elevado con relación a la potencia entregada.

Esta explicación se debe a que podríamos calcular las BHPs del motor considerando la potencia necesaria para la navegación a 12 nudos, y la potencia entregada por el PTO en el caso 2, que resultarían 3697,29KW. Tendríamos que es coger entonces el siguiente modelo de motor, es decir, un Wärtsilä 8L32, que entrega una potencia de 4640KW. Escogiendo este motor nos aseguraríamos de que el buque pudiese navegar a 12 nudos y tener la PTO en funcionamiento al mismo tiempo, pero la realidad es que es una situación que solamente se dará en caso de avería; por lo que la mayoría del tiempo tendríamos un motor de 4640KW entregando 2342,7KW, es decir, trabajando, la mayoría de su vida útil al 50% de su MCR.

Sobredimensionar la planta propulsora, además de suponer un aumento en el coste de adquisición de los equipos, no supondría ninguna ventaja en la operatividad normal del buque, de hecho, surgiría el efecto contrario: tendríamos un motor muy grande trabajando al 50% de su potencia y que consume más combustible del que consumiría un motor más pequeño (y por tanto más barato) trabajando al 85% de su MCR.

Está bastante claro entonces, que, si queremos optar por un motor de la serie Wärtsilä 32, debemos escoger el modelo 6L32, que tiene una potencia máxima de 3480KW, suficiente para cubrir nuestras necesidades, que son, como máximo 2973,28KW al 85% MCR.

Si la potencia máxima del motor 6L32 son 3480KW, la potencia que entregaría al 85%MCR sería de 2958KW, a comparar con nuestros 2527,2KW (situación faenando a 4 nudos al 100%MCR)

Entonces:

$$\text{Régimen motor} = \frac{\text{Demanda faenando}}{\text{Pot max motor}} = \frac{2734,9}{3480} = 78,5\%$$

$$\text{Régimen motor} = \frac{\text{Demanda navenago 12kn}}{\text{Pot max motor}} = \frac{2527,28}{3480} = 72,6\%$$

En ambos casos el régimen de funcionamiento del motor se encuentra entre unos márgenes de funcionamiento óptimo, por lo que podemos concluir que el motor principal de nuestro buque proyecto será un motor Wärtsilä 6L32 de 3480KW.

Se adjunta ficha de características técnicas de los motores de la serie 32:

Wärtsilä 32		IMO Tier II or III						
Cylinder bore	320 mm	Fuel specification: Fuel oil						
Piston stroke	400 mm	700 cSt/50°C	7200 sR1/100°F					
Cylinder output	580 kW/cyl	ISO 8217, category ISO-F-RMK 700						
Speed	750 rpm	SFOC 178.8 g/kWh at ISO conditions						
Mean effective pressure	28.9 bar							
Piston speed	10.0 m/s							
Rated power								
Engine type	kW							
6L32	3 480							
8L32	4 640							
9L32	5 220							
12V32	6 960							
16V32	9 280							
Dimensions (mm) and weights (tonnes)								
Engine type	A*	A	B*	B	C	D	F	Weight
6L32	5 570	5 130	2 432	2 295	2 380	2 345	1 155	35
8L32	6 400	6 379	2 457	2 375	2 610	2 345	1 155	44
9L32	6 885	6 869	2 455	2 375	2 610	2 345	1 155	49
12V32	7 098	6 865	2 516	2 430	2 900	2 120	1 210	57
16V32	8 041	7 905	2 516	2 595	3 325	2 120	1 210	71

Se adjunta una imagen de este motor montado a bordo de un buque pesquero arrastrero de características similares:



**Ilustración 6: motor Wärtsilä 6L32 instalado en la cámara de máquinas de un pesquero**

## 5 DISEÑO DE LA HÉLICE PROPULSORA Y ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS

Para el cálculo de NavCAD partimos de los datos de una hélice supuesta en el cuaderno 3, pero ahora dimensionaremos esta hélice de una manera más realista.

Cabe recordar que nuestro buque consta de una única línea de ejes y por tanto de un único propulsor, que será una hélice de paso variable. Procedemos a justificarlo

### 5.1 Elección del tipo de hélice

A la hora de justificar el tipo de hélice que llevará nuestro barco, tenemos que considerar, en primer lugar, que, en la RPA del mismo, figura que debe llevar una hélice de paso fijo, por lo que, a menos que sea más favorable otro tipo de hélice, esa será la que instalaremos.

Estudiando el tipo de hélices que llevan los buques pesqueros de nuestra base de datos, podemos ver que la mayoría de ellos tiene una hélice de paso controlable: el buque Argos Cíes lleva una hélice de paso variable de Schottel, el Monteferro también tiene una hélice CPP, el buque Sunderoy tiene una hélice de paso variable de Rolls Royce Kamewa, el VS 6206 de Wärtsila, el Sisimiut también lleva una CPP de Man, etc.

La razón de la instalación de hélices CPP en buques de pesca de arrastre, reside en su funcionalidad. Como ya hemos mencionado anteriormente, nuestro buque navegará en condiciones normales, a 12 nudos, es decir, durante los 25 días que dura el viaje de ida y vuelta de puerto a caladero. Durante los 15 días que pasa el buque en caladero, su velocidad es variable, ya que en ocasiones se encuentra navegando hacia bancos de peces y en otras ocasiones, cuando está pescando, navega a una velocidad muy baja, de 4 nudos, mientras arrastra la red de pesca. La navegación de este buque es entonces muy variable, o sea que su velocidad de servicio (12kn) no es representativa, dada su funcionalidad.

Las hélices de paso fijo son una buena opción para buques que siempre navegan a la misma velocidad, a su velocidad de servicio. Buques que se dediquen al transporte, por ejemplo, siempre navegan a la misma velocidad, excepto en puerto o ante condiciones adversas. Por eso, para un LNG, un petrolero, un bulkcarrier o un carguero en general, les favorece la instalación de una hélice FPP, principalmente, porque su coste es inferior al de una hélice CPP.

En nuestro caso, aunque pretendamos reducir los costes de construcción del buque, nos favorece más una hélice de paso controlable, porque es más eficiente en las condiciones variadas de navegación del buque.

Vemos a continuación el tiro al arrastre del buque, con el motor que ya hemos escogido, de 3480KW funcionando al 85%MCR.

A continuación se estudia en el programa Navcad, la capacidad de tiro que tiene el motor a 4 nudos, con una potencia de 2421,2KW tanto con una hélice de paso fijo como con una hélice de paso variable.

Si bien es cierto que nuestro motor principal entrega una potencia máxima de 3480KW, estudiamos la condición de arrastre, en la que estará funcionando la PTO, que entrega 900KW, al 85%MCR, por lo que

$$Potencia\ hélice = Pot\ máxima\ motor - \frac{Pot\ PTO}{85\%} = 3480 - 1058,82 = 2421,1KW$$

Se adjunta una captura de los datos introducidos para calcular el tiro de las hélices:

Propeller sizing

To size			
Gear ratio:	Keep	3,500	
Expanded area ratio:	Keep	0,650	
Propeller diameter:	Keep	3780,0	mm
Propeller mean pitch:	Keep	5000,0	mm
Design condition [By power]			
Design speed:		12,00	kt
Reference power:		2421,2	kW
Design point:		0,850	
Reference RPM:		750,0	
Design point:		1,000	
Max prop diam:		3780,0	mm
Review			
Tip speed:		0,00	m/s

Size Save report OK Cancel Help

### 5.1.1 Hélice FPP

Para las características descritas, el tiro entregado por el buque, si tiene una hélice de paso fijo será de 146,21KN en la condición de arrastre faenando y tan solo 10KN a 12 nudos, velocidad de navegación.

Podemos ver que la diferencia de potencia entre una condición y otra es muy grande, ya que la hélice no tiene capacidad de adaptación a las diferentes condiciones de navegación y operatividad del buque.

SPEED [kt]	EFFICIENCY			THRUST		
	EFFO	EFFOA	MERIT	THRPROP [kN]	DELTHR [kN]	TOWPULL [kN]
4,00	0,3298	0,3892	1,0705	209,26	160,78	146,21
6,00	0,4402	0,5177	0,90787	191,37	147,04	116,58
8,00	0,5215	0,6120	0,7742	177,03	136,02	84,67
10,00	0,5763	0,6752	0,65806	164,18	126,15	45,82
11,00	0,5883	0,6889	0,62322	171,20	131,54	30,17
+ 12,00 +	0,5956	0,6971	0,59711	182,63	140,33	10,04
13,00	0,6024	0,7046	0,56644	188,79	145,06	-23,32
14,00	0,6070	0,7097	0,53473	192,34	147,79	-82,83

### 5.1.2 Hélice CPP

Con los mismos datos introducidos para una hélice de paso fijo, calculamos ahora el tiro para una hélice CPP o de paso controlable:

SPEED [kt]	EFFICIENCY			THRUST		
	EFFO	EFFOA	MERIT	THRPROP [kN]	DELTHR [kN]	TOWPULL [kN]
4,00	0,1972	0,2328	1,0017	512,28	393,62	379,05
6,00	0,2741	0,3224	0,88901	473,11	363,52	333,06
8,00	0,3380	0,3967	0,78803	436,57	335,44	284,09
10,00	0,3896	0,4565	0,69609	401,91	308,81	228,48
11,00	0,4109	0,4811	0,65279	385,07	295,87	194,50
+ 12,00 +	0,4291	0,5022	0,61096	368,44	283,09	152,81
13,00	0,4443	0,5197	0,57038	351,94	270,41	102,04
14,00	0,4563	0,5335	0,53085	335,49	257,77	27,16

A 4 nudos, la capacidad de tiro del buque es de 379,05 kN, más del doble que el tiro que podíamos entregar con una hélice de paso fijo.

Podemos ver en la tabla también que a 12 nudos el tiro es de 152kN, considerablemente superior al tiro entregado con una hélice FPP. Pero en realidad el valor del tiro que nos interesa es el de 4 nudos, porque será este el que defina la capacidad que tendrá el buque para arrastrar las redes de pesca.

No entraremos en el detalle del cálculo del tiro necesario para el arrastre de nuestras redes de pesca, pero en función a los datos que tenemos de buques similares, el tiro necesario está entre 30 y 35 toneladas, lo que viene siendo, entre 295kN y 343kN, capacidad que la hélice de paso fijo no alcanza ni a la menor de las velocidades estudiadas. Con la hélice CPP entregaríamos 379kN, suficiente según los datos de tiro que tenemos de los buques base.

Además de las claras ventajas en la pesca, las hélices de CPP permiten aumentar o disminuir la velocidad del buque sin variar las revoluciones del motor principal, variando solamente el ángulo de las palas de la hélice. Variando este paso también, se facilita la maniobra de ciado, invirtiendo el paso de las palas, en lugar de tener que desembragar y embragar el motor principal de la reductora.

El hecho de poder controlar el paso de las palas, supone una gran ventaja para este buque porque, como ya hemos visto, no solo navegará a 12kn, su velocidad de servicio, sino que además navegará a 4kn cuando esté faenando.

Mencionar también que, según J.F.K. Wilson, en "Medidas de ahorro de combustible y de costo para armadores de pequeñas embarcaciones pesqueras", cito textualmente: *"una hélice de paso variable bien diseñada y bien manejada permite lograr un ahorro de combustible de hasta un 15 por ciento en comparación con una hélice de paso fijo en una tobera"*.

La hélice que se instalará será, pues, de paso controlable, dadas las ventajas que presenta la misma para la operatividad de nuestro buque proyecto.

## 5.2 Diámetro del propulsor

Para el cálculo del diámetro del propulsor partimos de la siguiente fórmula:

$$D_{max}=0,7 \cdot T$$

Siendo nuestro calado de diseño de 6.37m, obtenemos pues, un diámetro máximo de 4,45m.

Nuestra hélice preliminar cumple con esta restricción, ya que tiene un diámetro de 3,78m, así que aceptamos este dato como válido, pues las dimensiones son acordes a nuestros buques de referencia. Se establece el diámetro máximo en 3,78m porque, si tuviese mayor tamaño, no entraría en el codaste del buque con los espacios que tenemos que dejar por encima y por debajo de este. Además, la hélice se ubicará dentro de una tobera, por lo que tenemos que reservar cierto espacio para el espesor de la misma. Se explica en el cuaderno 3, en las formas del codaste, pero recordamos estas cotas mínimas:

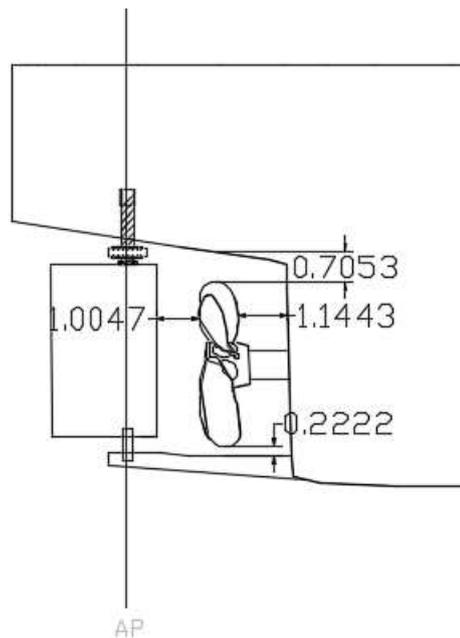


Ilustración 7: Cotas codaste

## 5.3 Elección del número de palas

Se realizará un estudio para una hélice de 3, 4 y 5 palas. Esta será una hélice Kaplan de paso controlable (CPP).

### 5.3.1 Hélice de 3 palas

Los datos introducidos son los siguientes:

Propulsor	
Count:	1
Propulsor type:	Propeller series
Propeller type:	CPP
Propeller series:	Kaplan 19A
Propeller sizing:	By thrust
Reference prop:	
Blade count:	3
Expanded area ratio:	0,6500
Propeller diameter:	3780,0 mm
Propeller mean pitch:	5000,0 mm
Hub immersion:	4600,0 mm

Y, como podemos ver en la siguiente tabla, tenemos que para nuestra velocidad de servicio, teniendo una hélice de 3 palas necesitaríamos un motor que proporcione 2405.6KW.

SPEED [kt]	POWER DELIVERY								
	RPMPROP [RPM]	QPROP [kN·m]	QENG [kN·m]	PDPROP [kW]	PSPROP [kW]	PSTOTAL [kW]	PBTOTAL [kW]	TRANSP	CPPITCH [mm]
4,00	78	10,67	10,67	86,0	88,7	88,7	88,7	961,9	1701,3
6,00	115	22,99	22,99	273,5	282,0	282,0	282,0	453,9	1701,3
8,00	151	39,65	39,65	621,4	640,6	640,6	640,6	266,4	1701,3
10,00	189	62,07	62,07	1217,3	1255,0	1255,0	1255,0	170,0	1701,3
11,00	210	77,08	77,08	1680,4	1732,4	1732,4	1732,4	135,4	1701,3
+ 12,00 +	234	96,24	96,24	2333,4	2405,6	2405,6	2405,6	106,4	1701,3
13,00	260	120,10	120,10	3234,7	3334,7	3334,7	3334,7	83,2	1701,3
14,00	293	155,40	155,40	4715,1	4860,9	4860,9	4860,9	61,4	1701,3

### 5.3.2 Hélice de 4 palas

Introducimos los mismos datos que en el caso anterior, pero en este caso con 4 palas:

Propulsor	
Count:	1
Propulsor type:	Propeller series
Propeller type:	CPP
Propeller series:	Kaplan 19A
Propeller sizing:	By thrust
Reference prop:	
Blade count:	4
Expanded area ratio:	0,6500
Propeller diameter:	3780,0 mm
Propeller mean pitch:	5000,0 mm
Hub immersion:	4600,0 mm

SPEED [kt]	POWER DELIVERY								
	RPMPROP [RPM]	QPROP [kN.m]	QENG [kN.m]	PDPROP [kW]	PSPROP [kW]	PSTOTAL [kW]	PBTOTAL [kW]	TRANSP	CPPITCH [mm]
4,00	77	10,48	10,48	83,8	86,4	86,4	86,4	987,8	1701,2
6,00	114	22,59	22,59	266,4	274,6	274,6	274,6	466,1	1701,3
8,00	150	38,96	38,96	605,2	623,9	623,9	623,9	273,5	1701,4
10,00	188	61,00	61,00	1185,8	1222,5	1222,5	1222,5	174,5	1701,2
11,00	209	75,74	75,74	1636,7	1687,4	1687,4	1687,4	139,1	1701,2
+ 12,00 +	232	94,53	94,53	2272,4	2342,7	2342,7	2342,7	109,3	1701,2
13,00	258	117,92	117,92	3149,7	3247,1	3247,1	3247,1	85,4	1701,2
14,00	291	152,46	152,46	4591,1	4733,1	4733,1	4733,1	63,1	1701,3

Resulta una potencia de 2342.7 KW.

### 5.3.3 Hélice de 5 palas

Se adjunta captura de datos introducidos en NavCAD:

Propulsor	
Count:	1
Propulsor type:	Propeller series
Propeller type:	CPP
Propeller series:	Kaplan 19A
Propeller sizing:	By thrust
Reference prop:	
Blade count:	5
Expanded area ratio:	0,6500
Propeller diameter:	3780,0 mm
Propeller mean pitch:	5000,0 mm
Hub immersion:	4600,0 mm

Y del resultado:

SPEED [kt]	POWER DELIVERY								
	RPMPROP [RPM]	QPROP [kN.m]	QENG [kN.m]	PDPROP [kW]	PSPROP [kW]	PSTOTAL [kW]	PBTOTAL [kW]	TRANSP	CPPITCH [mm]
4,00	76	12,00	12,00	94,8	97,7	97,7	97,7	872,9	1701,3
6,00	113	25,91	25,91	302,2	311,6	311,6	311,6	410,7	1701,3
8,00	148	44,75	44,75	688,1	709,4	709,4	709,4	240,5	1701,3
10,00	186	70,06	70,06	1348,2	1389,8	1389,8	1389,8	153,5	1701,3
11,00	206	86,90	86,90	1858,2	1915,7	1915,7	1915,7	122,5	1701,3
+ 12,00 +	229	108,26	108,26	2573,3	2652,9	2652,9	2652,9	96,5	1701,4
13,00	255	134,77	134,77	3555,5	3665,4	3665,4	3665,4	75,7	1701,4
14,00	286	173,66	173,66	5155,5	5315,0	5315,0	5315,0	56,2	1701,4

De esta tabla se obtiene que para una hélice de 5 palas sería necesario proporcionar 2652.9KW

### 5.3.4 Análisis de los resultados

De los datos resultantes de NavCad tenemos que:

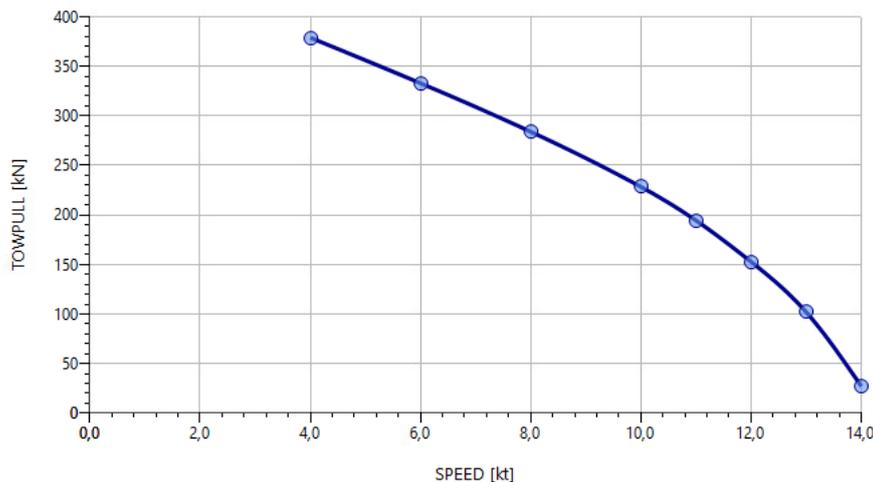
Numero de palas	Potencia requerida
3	2405,6 KW
4	2342,7 KW
5	2652,9 KW

Hemos visto que para las mismas dimensiones de una hélice y para la velocidad de servicio, teniendo una hélice de 3 palas necesitaríamos un motor que entregue 2405,6KW, para un propulsor de 4 palas se necesitan 2342,7 KW y para uno de 5 palas, 2652,9KW. Se escoge la menor de las potencias requeridas, ya que será el propulsor más favorable.

En este cuaderno partíamos de la premisa de que nuestra hélice contaría con 4 palas, ya que es la configuración típica de los propulsores de este tipo de buques. Con los resultados obtenidos de NavCAD verificamos que la hélice óptima es de 4 palas, ya que, para las mismas condiciones, es la que menos potencia propulsiva requiere.

### 5.4 Tiro en condición de arrastre

Para una hélice CPP, de 4 palas, y una relación de transmisión de 3,5, la curva de tiro frente a velocidad es la siguiente:



Y el tiro:

SPEED [kt]	EFFICIENCY			THRUST		
	EFFO	EFFOA	MERIT	THRPROP [kN]	DELTHR [kN]	TOWPULL [kN]
4,00	0,1972	0,2328	1,0017	512,28	393,62	379,05
6,00	0,2741	0,3224	0,88901	473,11	363,52	333,06
8,00	0,3380	0,3967	0,78803	436,57	335,44	284,09
10,00	0,3896	0,4565	0,69609	401,91	308,81	228,48
11,00	0,4109	0,4811	0,65279	385,07	295,87	194,50
+ 12,00 +	0,4291	0,5022	0,61096	368,44	283,09	152,81
13,00	0,4443	0,5197	0,57038	351,94	270,41	102,04
14,00	0,4563	0,5335	0,53085	335,49	257,77	27,16

Se adjunta informe completo del estudio realizado en Navcad como anexo al cuaderno.

Como ya hemos explicado en el apartado 6.1 para justificar la elección de una hélice de paso controlable, el tiro del buque, con el motor Wärtsila 6L32 de 3480KW que hemos escogido y las dimensiones del propulsor resultantes (4 palas, diámetro de 3,78m, etc), resulta ser de 379kN a 4 nudos, que es la velocidad que llevará el buque cuando esté faenando y arrastrando el aparejo.

Los 379kN vienen siendo unas 38 toneladas de capacidad de arrastre, que, en base a la capacidad de tiro de buques similares, estimamos suficiente, ya que estas rondan las 30 toneladas.<sup>2</sup>

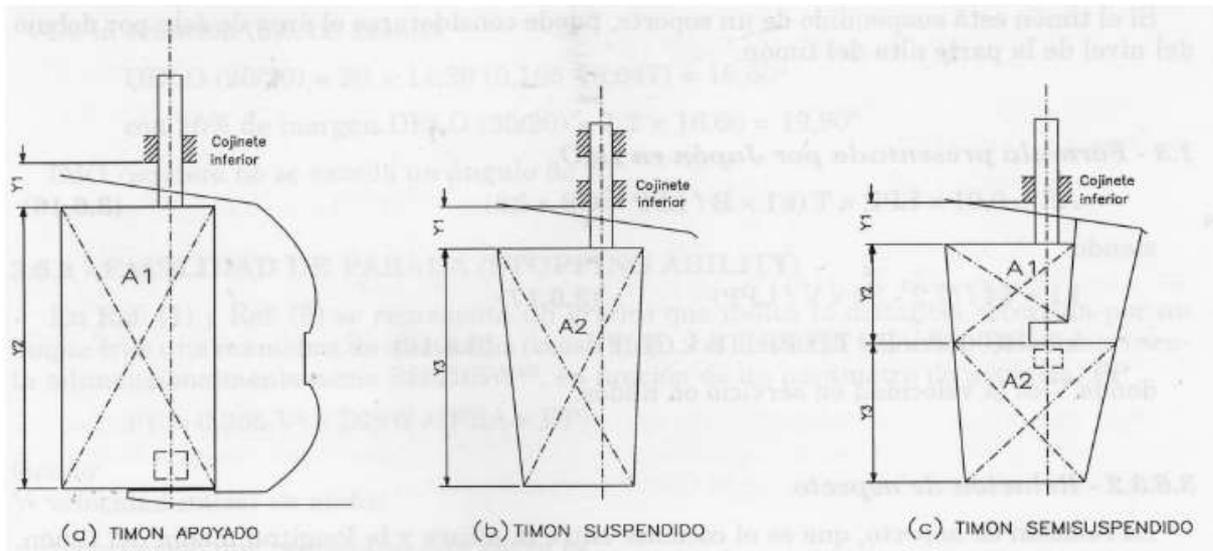
---

<sup>2</sup> Basado en el tiro de maquinillas de los buques Monteferro y Argos Cies, de 35,2 toneladas y 29,5 toneladas.

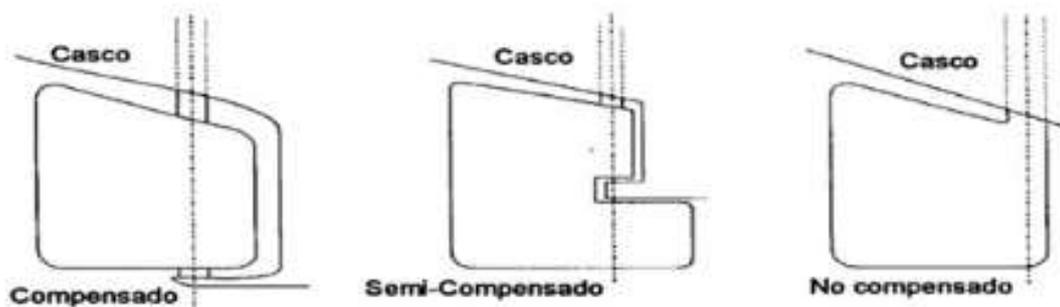
## 6 DISEÑO DEL TIMÓN

Se utilizará para nuestro buque un timón compensado, el habitual en nuestro tipo de buques. Este irá a popa del propulsor, y apoyado en una extensión de la quilla maciza del buque.

En el siguiente esquema se muestran disposiciones tipo, y el nuestro se corresponde con el “a, timón apoyado”.



Vemos en la siguiente imagen cómo también se aplica la denominación de “timón compensado”



## 6.1 Altura y cuerda del timón

La altura del timón será ligeramente superior a la de la hélice: el diámetro de la hélice es de 3.78m y la altura del timón de 3,98m.

Para calcular el área de dicho timón, tenemos una fórmula que la relaciona con el área de deriva:

Área timón=0,0189\*Área de deriva

Siendo el área de deriva= T\*Lfl= 5,99 \*67,4 =403,4m<sup>2</sup>

Obtenemos pues, que el área del timón es igual a 7,62m<sup>2</sup>

Ahora procedemos a comprobar que esta área de timón cumple con las exigencias del Bureau Veritas, que nos proporciona una fórmula para el cálculo del área mínima de la pala del timón.

$$A_p = \frac{L_R \cdot T}{100} \cdot \left[ 1 + 25 \cdot \left( \frac{B}{L_R} \right)^2 \right]$$

En esta fórmula, T es el calado de escantillonado (6.37m), B es la manga del buque (15m) y Lr es la eslora de escantillonado, que aproximamos a las eslora entre perpendiculares, ya que no disponemos de ese dato (Lr=Lpp=61m)

Resulta entonces, un área mínima A=8.66m<sup>2</sup>

Nuestro timón preliminar tenía una altura de 3,98m y una cuerda de 2,48m, por lo que el área del mismo es de 9,87m<sup>2</sup>. Cumple pues con la restricción del Bureau Veritas, así que dejaremos estas dimensiones para nuestro timón, ya que han sido los datos con lo que hemos realizado los cálculos de resistencia en NavCAD.

Habitualmente, la relación entre la cuerda del timón y su altura es de 1,5-1,6; nuestra relación de 3,98/2,48 es de 1,6 así que podemos decir que tiene una relación de dimensiones habitual.

## 6.2 Fuerzas sobre la pala del timón

El reglamento de la sociedad clasificadora (Bureau Veritas, 2016) dicta que la fuerza sobre el timón, en Newtons, se obtiene mediante la siguiente fórmula:

$$C_R = 132 \cdot n_R \cdot A \cdot V^2 \cdot r_1 \cdot r_2 \cdot r_3$$

Siendo  $n_R$  el coeficiente de navegación, que se tomará 1 para navegación libre.

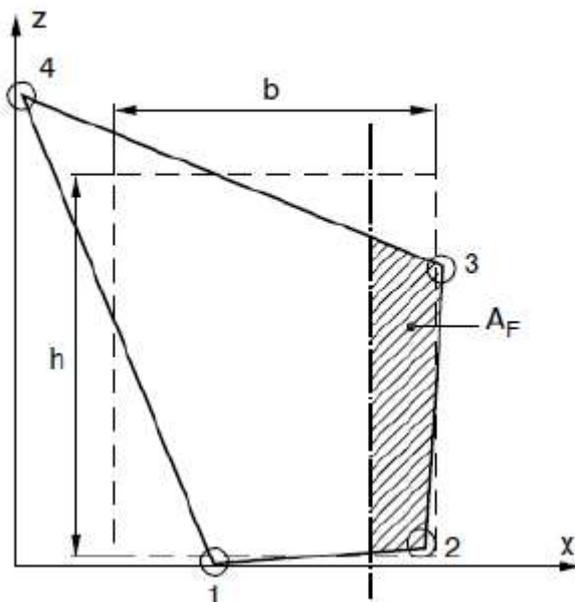
$R_1$  es el factor de forma, y viene dado  $r_1 = \frac{\lambda + 2}{3}$  por

Donde  $\lambda$ , que deberá ser inferior a 2, se obtiene de la siguiente fórmula:  $\lambda = \frac{h^2}{A_T}$

H es la altura media del área del timón:  $h = \frac{z_3 + z_4 - z_2}{2}$

Estas dimensiones se aclaran en el siguiente esquema proporcionado por el Bureau Veritas:

**Figure 1 : Geometry of rudder blade without cut-outs**



De aquí se deduce que  $z_2$  será 0, y  $z_3 = z_4 =$  altura del timón (3.98m).

Ar será el área de la pala, 9,87m<sup>2</sup>, ya no presenta cuerno.

Entonces:

$$H=(3.98+3.98)/2= 3.98m$$

$$\lambda =3.98^2/9,87=1,62<2$$

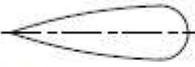
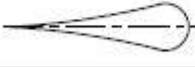
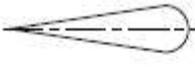
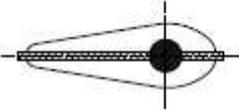
$$R1=(1,6+2)/3= 1,2$$

Nos falta por determinar los valores de r2 y r3:

R2 es el factor de forma, y para perfiles NACA se toma como 1.10 para avante y 0,8 cuando<sup>3</sup>.

R3 es un factor que depende del tipo de interacción entre hélice propulsora y timón, y su valor será de 1,15, ya que se trata de un timón detrás de un propulsor fijo en tobera.

Table 2 : Values of coefficient r<sub>2</sub>

Rudder profile type	r <sub>2</sub> for ahead condition	r <sub>2</sub> for astern condition
<b>NACA 00 - Goettingen</b> 	1,10	0,80
<b>Hollow</b> 	1,35	0,90
<b>Flat side</b> 	1,10	0,90
<b>High lift</b> 	1,70	1,30
<b>Fish tail</b> 	1,40	0,80
<b>Single plate</b> 	1,00	1,00

<sup>3</sup> Ver tabla de Bureau Veritas para los valores de r2 (pagina 19)

Procedemos pues al cálculo de las fuerzas actuantes sobre el timón, tanto en situación de avante como cuando:

### 6.2.1 Fuerza sobre el timón en avante

Procedemos a sustituir los datos anteriormente expuestos para este caso que nos ocupa:

$$C_R = 132 \cdot n_R \cdot A \cdot V^2 \cdot r_1 \cdot r_2 \cdot r_3$$

$$N_r=1$$

$$H=3,98$$

$$\lambda=1,62$$

$$R_1=1,2$$

$$R_2=1,1$$

$$R_3=1,15$$

$$A=9,87$$

$$V=12 \text{ nudos}$$

$$C_r \text{ avante} = 132 \cdot 1 \cdot 9,87 \cdot 12^2 \cdot 1,2 \cdot 1,1 \cdot 1,15 = 284,79 \text{ KN}$$

### 6.2.2 Fuerza sobre el timón cuando

La fórmula de aplicación es la misma y los datos son los siguientes:

$$C_R = 132 \cdot n_R \cdot A \cdot V^2 \cdot r_1 \cdot r_2 \cdot r_3$$

$$N_r=1$$

$$H=3,98$$

$$\lambda=1,62$$

$$R_1=1,2$$

$$R_2=0,8$$

$$R_3=1,15$$

$$A=9,87$$

$$V \text{ cuando} = 6 \text{ nudos}$$

$$C_r \text{ cuando} = 132 \cdot 1 \cdot 9,87 \cdot 6^2 \cdot 1,2 \cdot 0,8 \cdot 1,15 = 51,78 \text{ KN}$$

### 6.3 Cálculo de momentos sobre el timón

Se realizarán los cálculos, como para las fuerzas, para la situación de avance y la de cido.

La formulación también será la propuesta por el Bureau Veritas.

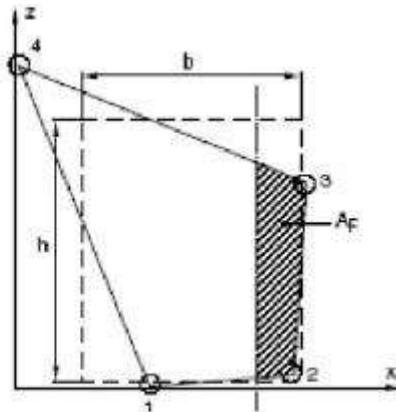
#### 6.3.1 Momento resultante en condición de avance

$$M_r = F_r \cdot r$$

Donde  $F_r$  es la fuerza resultante, 284,79KN en este caso, y  $r$  es la distancia al punto de aplicación de la fuerza, que calculamos del siguiente modo:

$$r = b \cdot \left[ \alpha - \frac{A_F}{A} \right]; b = \frac{x_2 + x_3 - x_1}{2}$$

Las dimensiones se toman en base al siguiente esquema:



$\alpha$  es igual a 0,33 en condición de marcha avante

$A=9,87\text{m}^2$  (el área de la pala)

$X_2=X_3= 2,48\text{m}$  (cuerda del timón)

$X_1=0$

$A_f$  corresponde al área del timón que se encuentra a proa de la mecha, que en nuestro caso será  $3,98 \cdot 0,72 = 2,86\text{m}^2$ .

Tenemos entonces que:

$$B = (2,48 + 2,48) / 2 = 2,48$$

$$R = 2,48 \cdot (0,33 - (2,86 / 9,87)) = 0,099$$

Estos son los resultados obtenidos, pero también se dice que  $r$  nunca será menor de  $0,1b$  ( $0,248$ ), por lo que aceptamos este valor como válido y descartamos el anterior:

$$\mathbf{Mr\ avante=Fr\ avante \cdot r\ avante = 284,79 \cdot 0,248 = 70,62\ KN\ m}$$

### 6.3.2 Momento resultante en condición de ciado

El procedimiento de cálculo es el mismo, pero en este caso  $\alpha=0,66$ . Los demás datos son iguales, así que sustituimos en la siguiente fórmula y obtenemos:

$$r = b \cdot \left[ \alpha - \frac{A_F}{A} \right]; b = \frac{x_2 + x_3 - x_1}{2}$$

$$B=2,48$$

$R=0,918$ , que al ser mayor que  $0,248$  cumple la restricción.

$$\mathbf{Mr\ ciado=Fr\ ciado \cdot r\ ciado = 51,78 \cdot 0,918 = 47,53\ KN\ m}$$

## 6.4 Cálculo del diámetro de la mecha del timón

En esta parte del trabajo nos apoyaremos en la reglamentación del Bureau Veritas, en concreto, la Parte B, Capítulo 10, Sección 1.

Para calcular el diámetro de la mecha del timón necesitamos conocer los momentos y las fuerza que actúan sobre el mismo. Estos se han calculado ya en los anteriores apartados, así que para conocer el momento torsor del timón se considera el momento máximo que actúa sobre él, es decir, la situación más desfavorable, que para nuestro timón es:

$$M_t = M_r\ avante = \mathbf{70,62\ KNm}$$

Para conocer el momento flector, aplicamos la siguiente fórmula facilitada por la sociedad de clasificación:

$$M_B = 0,866 \cdot \frac{H \cdot C_R}{A}$$

Donde

$H$  viene dado por  $H = A \cdot a_1 \cdot u \cdot H_1$

Siendo  $A$  el área de la pala ( $9,87\text{m}^2$ )

El valor  $a_1$  sale de  $a_1 = 2,55 - 1,75 \cdot c$

Donde, a su vez,  $c$  lo obtenemos de  $c = \frac{H_1}{H_1 + H_c}$

El valor  $u$ , según el reglamento es  $u = 1,1 \cdot c^2 - 2,05 \cdot c + 1,175$

$H_1$  será la altura de la pala (3,98m)

$H_c$  es la distancia entre el canto inferior del cojinete de la mecha y el canto de la pala, 0,57m medido en el plano.

Entonces,

$$C = 3,98 / (3,98 + 0,57) = 0,87$$

$$U = 1,1 \cdot 0,87^2 - 2,05 \cdot 0,87 + 1,175 = 0,22$$

$$a_1 = 2,55 - 1,75 \cdot 0,87 = 1,025$$

$$H = 9,87 \cdot 1,025 \cdot 0,22 \cdot 3,98 = 8,85$$

Ahora ya tenemos los datos necesarios para sustituir en la fórmula inicial:

$$M_B = 0,866 \cdot \frac{H \cdot C_r}{A}$$

Destacar que  $C_r$  se corresponde con la mayor fuerza resultante ejercida sobre la pala, en nuestro caso,  $C_r$  avante = 284,79 KN

$$W_b = 0,866 \cdot (8,85 \cdot 284,79 / 9,87) = \mathbf{221,14 \text{ KNm}}$$

Teniendo ya, todos estos datos, podemos calcular el diámetro mínimo de la mecha:

$$d = 4,2 \cdot (M_T \cdot k_1)^{1/3} \cdot \left[ 1 + \frac{4}{3} \cdot \left( \frac{M_B}{M_T} \right)^2 \right]^{1/6}$$

$d$  es el resultado de diámetro mínimo de la mecha del timón que obtendremos

$M_t$  es el momento torsor sobre la mecha del timón (70,62 KNm )

$K_1$  es un coeficiente relativo al material, que tomaremos como 1 suponiendo que será acero

$M_b$  es el momento flector sobre la mecha (221,14 KNm)

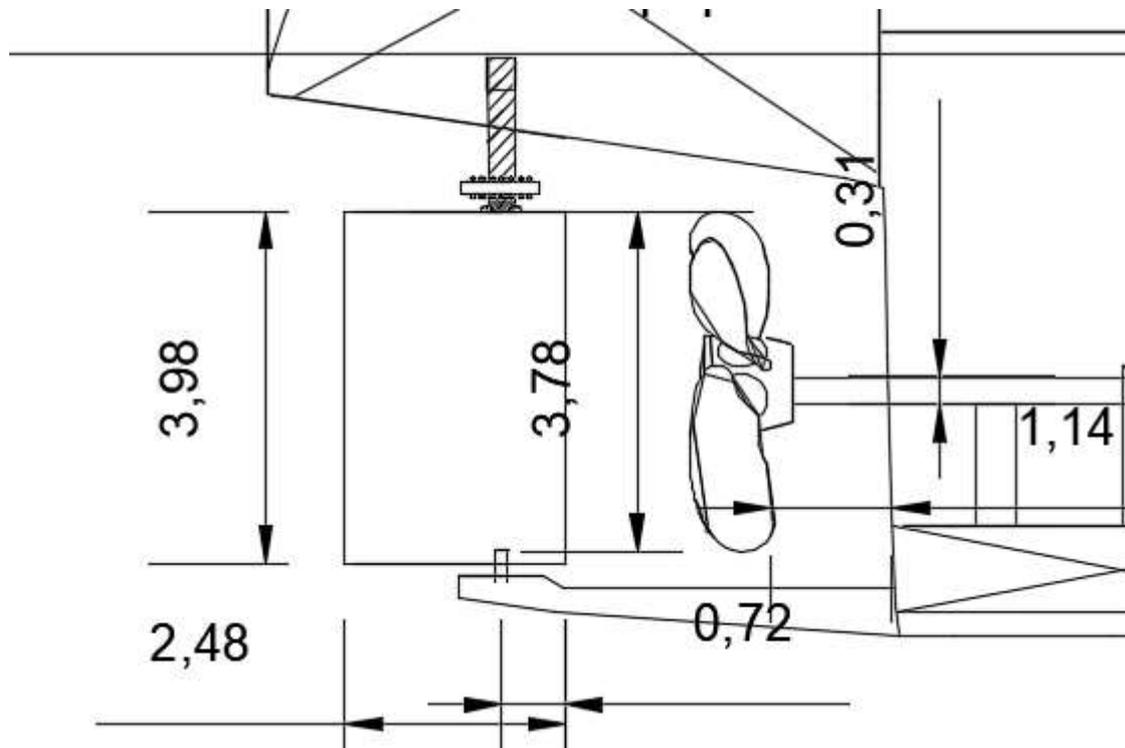
Resulta que nuestro diámetro mínimo teórico es de 269mm. Sin embargo, este no será el diámetro real de nuestra mecha del timón, ya que los buques pesqueros, dicta el Bureau Veritas, que deberán ver incrementado este diámetro mínimo en un 5%, por lo que

**D mecha timón = 282,4mm**

No tendremos problemas con esta dimensión, ya que en nuestro timón preliminar estimamos 300mm, por lo que dejaremos esta medida y que esté así ligeramente sobredimensionado

## 7 CROQUIS DEL CODASTE

Se adjunta imagen con todas las cotas de interés



## 8 ANEXO I: SALIDAS DE NAVCAD PARTE DE RESISTENCIA

### Resistance

10 ago 2021 06:05  
 HydroComp NavCad 2018

Project ID: BUQUE ARRASTRERO 1500M3  
 Description: Buque factoria arrastrero congelador de 1500m3  
 File name: 2021.CarlaFuentesLorenzo.C6.hcnc

#### Analysis parameters

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

#### Prediction method check [Holtrop]

Parameters	FN [design]	CP	LWL/BWL	BWL/T	Lambda
Value	0,25	0,68	4,31	2,27	0,86
Range	0,06-0,51	0,55-0,85	3,90-14,90	2,10-4,00	0,01-1,06

#### Prediction results

SPEED [kt]	SPEED COEFS		ITTC-78 COEFS						
	FN	FV	RN	CF	[CV/CF]	CR	iCF	CA	CT
4,00	0,082	0,164	1,12e8	0,002050	1,000	0,002138	0,000000	0,000000	0,004188
6,00	0,123	0,246	1,68e8	0,001935	1,000	0,001956	0,000000	0,000000	0,003891
8,00	0,163	0,328	2,24e8	0,001860	1,000	0,001830	0,000000	0,000000	0,003690
10,00	0,204	0,410	2,80e8	0,001804	1,000	0,001890	0,000000	0,000000	0,003695
11,00	0,225	0,451	3,08e8	0,001782	1,000	0,002072	0,000000	0,000000	0,003853
+ 12,00 +	0,245	0,492	3,36e8	0,001761	1,000	0,002400	0,000000	0,000000	0,004161
13,00	0,266	0,533	3,64e8	0,001742	1,000	0,002840	0,000000	0,000000	0,004582
14,00	0,286	0,574	3,92e8	0,001725	1,000	0,003686	0,000000	0,000000	0,005411
RESISTANCE									
SPEED [kt]	RBARE [kN]	RAPP [kN]	RWIND [kN]	RSEAS [kN]	RCHAN [kN]	RTOWED [kN]	RMARGIN [kN]	RTOTAL [kN]	
4,00	12,67	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,90	14,57	
6,00	26,49	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,97	30,46	
8,00	44,66	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,70	51,35	
10,00	69,86	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,48	80,33	
11,00	88,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	13,22	101,37	
+ 12,00 +	113,29	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16,99	130,28	
13,00	146,42	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	21,96	168,38	
14,00	200,53	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	30,08	230,61	
EFFECTIVE POWER			OTHER						
SPEED [kt]	PEBARE [kW]	PE TOTAL [kW]	CTLR	CTLT	RBAREAW				
4,00	26,1	30,0	0,02338	0,04579	0,00031				
6,00	81,8	94,0	0,02138	0,04254	0,00064				
8,00	183,8	211,3	0,02001	0,04034	0,00108				
10,00	359,4	413,3	0,02067	0,04039	0,00168				
11,00	498,8	573,7	0,02265	0,04212	0,00213				
+ 12,00 +	699,4	804,3	0,02624	0,04549	0,00273				
13,00	979,2	1126,1	0,03105	0,05009	0,00353				
14,00	1444,3	1660,9	0,04030	0,05916	0,00484				

Report 2021-10-10-18:05

HydroComp NavCad 2018 18.04.2017.05:58 v11002

### Resistance

10 ago 2021 06:05  
 HydroComp NavCad 2018

Project ID: BUQUE ARRASTRERO 1500M3  
 Description: Buque factoria arrastrero congelador de 1500m3  
 File name: 2021.CarlaFuentesLorenzo.C6.hcnc

#### Analysis parameters

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

#### Prediction method check [Holtrop]

Parameters	FN (design)	CP	LWL/BWL	BWL/T	Lambda
Value	0,25	0,68	4,31	2,27	0,86
Range	0,06-0,51	0,55-0,85	3,90-14,90	2,10-4,00	0,01-1,06

#### Prediction results

SPEED [kt]	SPEED COEFS		ITTC-78 COEFS						
	FN	FV	RN	CF	[CV/CF]	CR	dCF	CA	CT
4,00	0,082	0,164	1,12e8	0,002050	1,000	0,002138	0,000000	0,000000	0,004188
6,00	0,123	0,246	1,68e8	0,001935	1,000	0,001956	0,000000	0,000000	0,003891
8,00	0,163	0,328	2,24e8	0,001860	1,000	0,001830	0,000000	0,000000	0,003690
10,00	0,204	0,410	2,80e8	0,001804	1,000	0,001890	0,000000	0,000000	0,003696
11,00	0,225	0,451	3,08e8	0,001782	1,000	0,002072	0,000000	0,000000	0,003853
+ 12,00 +	0,245	0,492	3,36e8	0,001761	1,000	0,002400	0,000000	0,000000	0,004161
13,00	0,266	0,533	3,64e8	0,001742	1,000	0,002840	0,000000	0,000000	0,004582
14,00	0,286	0,574	3,92e8	0,001725	1,000	0,003686	0,000000	0,000000	0,005411
SPEED [kt]	RESISTANCE								
	RBARE [kN]	RAPP [kN]	RWIND [kN]	RSEAS [kN]	RCHAN [kN]	RTOWED [kN]	RMARGIN [kN]	RTOTAL [kN]	
4,00	12,67	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,90	14,57	
6,00	26,49	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,97	30,46	
8,00	44,66	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,70	51,36	
10,00	69,86	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,48	80,33	
11,00	88,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	13,22	101,37	
+ 12,00 +	113,29	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16,99	130,28	
13,00	146,42	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	21,96	168,38	
14,00	200,53	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	30,08	230,61	
SPEED [kt]	EFFECTIVE POWER		OTHER						
	PEBARE [kW]	PETOTAL [kW]	CTLR	CTLT	RBARE/W				
4,00	26,1	30,0	0,02338	0,04579	0,00031				
6,00	81,8	94,0	0,02138	0,04254	0,00064				
8,00	183,8	211,3	0,02001	0,04034	0,00108				
10,00	359,4	413,3	0,02067	0,04039	0,00168				
11,00	498,8	573,7	0,02265	0,04212	0,00213				
+ 12,00 +	699,4	804,3	0,02624	0,04549	0,00273				
13,00	979,2	1126,1	0,03105	0,05009	0,00353				
14,00	1444,3	1860,9	0,04030	0,05916	0,00484				

Report: 2020/18010-1802

HydroComp NavCad 2018 18.04.2017 05:58:01/0522

**Resistance**

10 ago 2021 06:05  
 HydroComp NavCad 2018

Project ID **BUQUE ARRASTRERO 1500M3**  
 Description **Buque factoria arrastrero congelador de 1500m3**  
 File name **2021.CarlaFuentesLorenzo.C6.hcnc**

**Appendage data**

General		Skeg/Keel	
Definition:	Component	Count:	0
Percent of hull drag:	5,00 %	Type:	Skeg
<b>Planing influence</b>		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
<b>Shafting</b>		Height mid:	0,000 m
Count:	1	Height fwd:	0,000 m
Max prop diameter:	3780,0 mm	Projected area:	0,000 m2
Shaft angle to WL:	0,00 deg	Wetted surface:	0,000 m2
Exposed shaft length:	1,140 m	<b>Stabilizer</b>	
Shaft diameter:	0,310 m	Count:	0
Wetted surface:	1,110 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
<b>Strut (per shaft line)</b>		Dynamic multiplier:	1,00
Count:	0	<b>Bilge keel</b>	
Root chord:	0,000 m	Count:	2
Tip chord:	0,000 mm	Mean length:	31,000 m
Span:	0,000 m	Mean base width:	0,012 m
T/C ratio:	0,000	Mean projection:	0,300 m
Projected area:	0,000 m2	Wetted surface:	18,604 m2
Wetted surface:	0,000 m2	<b>Tunnel thruster</b>	
Exposed palm depth:	0,000 m	Count:	1
Exposed palm width:	0,000 m	Diameter:	1,300 m
<b>Rudder</b>		<b>Sonar dome</b>	
Count:	1	Count:	0
Rudder location:	Behind propeller	Wetted surface:	0,000 m2
Type:	Balanced plate	<b>Miscellaneous</b>	
Root chord:	2,480 m	Count:	0
Tip chord:	0,000 m	Drag area:	0,000 m2
Span:	3,780 m	Drag coef:	0,00
Plate thickness:	0,000	<b>Environment data</b>	
LE sweep:	0,00 deg	<b>Wind</b>	
Projected area:	4,687 m2	Wind speed:	0,00 kt
Wetted surface:	9,374 m2	Angle off bow:	0,00 deg
		Gradient correction:	Off
		<b>Exposed hull</b>	
		Transverse area:	99,000 m2
		VCE above WL:	0,000 m
		Profile area:	415,800 m2
		<b>Superstructure</b>	
		Superstructure shape:	Cargo ship
		Transverse area:	220,800 m2
		VCE above WL:	0,000 m
		Profile area:	624,330 m2

**Environment data**

<b>Wind</b>		<b>Seas</b>	
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	<b>Shallow channel</b>	
<b>Exposed hull</b>		Water depth:	0,000 m
Transverse area:	99,000 m2	Type:	Shallow water
VCE above WL:	0,000 m	Channel width:	0,000 m
Profile area:	415,800 m2	Channel side slope:	0,00 deg
<b>Superstructure</b>		Hull girth:	0,000 m
Superstructure shape:	Cargo ship		
Transverse area:	220,800 m2		
VCE above WL:	0,000 m		
Profile area:	624,330 m2		

Report 0120210810-1405

HydroComp NavCad 2018 18.04.0373.0538 v11002

## Resistance

10 ago 2021 06:06  
HydroComp NavCad 2018

Project ID BUQUE ARRASTRERO 1500M3  
Description Buque factoria arrastrero congelador de 1500m3  
File name 2021.CarlaFuentesLorenzo.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 = Teller residuary resistance coefficient  
CTLT = Teller total bare-hull resistance coefficient  
RBARE/W = Bare-hull resistance to weight ratio  
+ = Design speed indicator  
\* = Exceeds parameter limit

## 9 ANEXO II: SALIDAS DE NAVCAD PARTE DE PROPULSIÓN

### Propulsion

12 ago 2021 05:49

HydroComp NavCad 2018

Project ID BUQUE ARRASTRERO 1500M3

Description Buque factoria arrastrero congelador de 1500m3

File name 2021.CarlaFuentesLorenzo.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:	Fixed RPM
Max prop diam:	3780,0 mm	Engine RPM:	
<b>Corrections</b>		Mass multiplier:	
Viscous scale corr:	[Off]	RPM constraint:	
Rudder location:		Limit [RPM/s]:	
Friction line:		<b>Water properties</b>	
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	0,25	0,68	4,31	2,27
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	RPMEG [RPM]	PBENG [kW]	LOADENG [% rated]	VOLRATE [L/h]	MASSRATE [lb/h]	
4,00	30,0	0,3617	0,2316	1,0106	77	86,4	0,0	---	---	
6,00	94,0	0,3696	0,2316	1,0106	114	274,6	0,0	---	---	
8,00	211,3	0,3582	0,2316	1,0106	150	623,9	0,0	---	---	
10,00	413,3	0,3572	0,2316	1,0106	188	1222,5	0,0	---	---	
11,00	573,7	0,3568	0,2316	1,0106	209	1687,4	0,0	---	---	
+ 12,00 +	804,3	0,3564	0,2316	1,0106	232	2342,7	0,0	---	---	
13,00	1126,1	0,3561	0,2316	1,0106	258	3247,1	0,0	---	---	
14,00	1660,9	0,3558	0,2316	1,0106	291	4733,1	0,0	---	---	
SPEED [kt]	EFFICIENCY			THRUST						
	EFFO	EFFOA	MERIT	THRPROP [kN]	DELTHR [kN]					
4,00	0,2942	0,3471	0,28741	18,96	14,57					
6,00	0,2911	0,3424	0,27328	39,64	30,46					
8,00	0,2886	0,3387	0,26329	66,84	51,35					
10,00	0,2885	0,3381	0,26291	104,55	80,33					
11,00	0,2903	0,3400	0,27001	131,94	101,37					
+ 12,00 +	0,2933	0,3433	0,28334	169,56	130,28					
13,00	0,2965	0,3468	0,30035	219,14	168,38					
14,00	0,3001	0,3509	0,33027	300,14	230,61					
SPEED [kt]	POWER DELIVERY									
	RPMPROP [RPM]	QPROP [kN·m]	QENG [kN·m]	PDPROP [kW]	PSPROP [kW]	PSTOTAL [kW]	PBTOTAL [kW]	TRANSP	CPPITCH [mm]	
4,00	77	10,48	10,48	83,8	86,4	86,4	86,4	987,8	1701,2	
6,00	114	22,59	22,59	266,4	274,6	274,6	274,6	466,1	1701,3	
8,00	150	38,96	38,96	605,2	623,9	623,9	623,9	273,5	1701,4	
10,00	188	61,00	61,00	1185,8	1222,5	1222,5	1222,5	174,5	1701,2	
11,00	209	75,74	75,74	1636,7	1687,4	1687,4	1687,4	139,1	1701,2	
+ 12,00 +	232	94,53	94,53	2272,4	2342,7	2342,7	2342,7	109,3	1701,2	
13,00	258	117,92	117,92	3149,7	3247,1	3247,1	3247,1	85,4	1701,2	
14,00	291	152,46	152,46	4591,1	4733,1	4733,1	4733,1	63,1	1701,3	

Planet ID:20110010-1740

HydroComp NavCad 2018 18.04.2023.0533.01002

**Propulsion**

12 ago 2021 05:49  
 HydroComp NavCad 2018

Project ID BUQUE ARRASTRERO 1500M3  
 Description Buque factoria arrastrero congelador de 1500m3  
 File name 2021.CarlaFuentesLorenzo.C6.hcnc

**Prediction results [Propulsor]**

CAVITATION									
SPEED [kt]	SIGMAV	SIGMAN	SIGMA07R	TIPSPEED [m/s]	MINBAR	PRESS [kPa]	CAVAVG [%]	CAVMAX [%]	PITCHFC [mm]
4,00	164,88	12,04	2,45	15,27	0,217	1,92	2,0	2,0	1381,9
6,00	72,79	5,54	1,13	22,52	0,236	4,08	2,0	2,0	1387,5
8,00	40,77	3,19	0,65	29,67	0,261	6,94	2,0	2,0	1391,5
10,00	26,01	2,04	0,41	37,13 !!	0,295	10,86	2,0	2,0	1391,5
11,00	21,47	1,65	0,34	41,27 !!	0,319	13,61	2,0	2,0	1388,7
+ 12,00 +	18,02	1,33	0,27	45,92 !!	0,351	17,27	2,0	2,0	1383,5
13,00	15,34	1,08	0,22	51,02 !!	0,392	21,98	2,0	2,0	1376,8
14,00	13,21	0,85	0,17	57,52 !!	0,457	29,38	2,0	2,0	1365,0
PROPULSOR COEFS									
SPEED [kt]	J	KT	KQ	KT/U2	KQU3	CTH	CP	RNPROP	KTN
4,00	0,2702	0,0548	0,00801	0,74981	0,40569	1,9094	6,4231	1,27e7	0,0142
6,00	0,2758	0,0526	0,00794	0,69207	0,37835	1,7623	5,9902	1,88e7	0,0132
8,00	0,2797	0,0511	0,00789	0,6535	0,36034	1,6641	5,705	2,48e7	0,0124
10,00	0,2798	0,0511	0,00788	0,65224	0,35981	1,6609	5,6966	3,10e7	0,0124
11,00	0,2770	0,0521	0,00792	0,67934	0,37242	1,7299	5,8962	3,45e7	0,0129
+ 12,00 +	0,2718	0,0541	0,00799	0,73278	0,39758	1,866	6,2946	3,83e7	0,0139
13,00	0,2652	0,0567	0,00807	0,80613	0,43277	2,0528	6,8518	4,26e7	0,0152
14,00	0,2534	0,0611	0,00821	0,95111	0,50437	2,422	7,9853	4,80e7	0,0175

Report ID:20210612-1740

HydroComp NavCad 2018 18.04.0973.0038.U1002

### Propulsion

12 ago 2021 05:49  
 HydroComp NavCad 2018

Project ID **BUQUE ARRASTRERO 1500M3**  
 Description **Buque factoria arrastrero congelador de 1500m3**  
 File name **2021.CarlaFuentesLorenzo.C6.hcnc**

#### Hull data

General		Planing	
Configuration:	<b>Monohull</b>	Proj chine length:	<b>0,000 m</b>
Chine type:	<b>Round/multiple</b>	Proj bottom area:	<b>0,000 m2</b>
Length on WL:	<b>64,700 m</b>	LCG fwd TR:	<b>0,000 m</b> [XCG/LP 0,000]
Max beam on WL: [LWL/BWL 4,313]	<b>15,000 m</b>	VCG below WL:	<b>0,000 m</b>
Max molded draft: [BWL/T 2,273]	<b>6,600 m</b>	Aft station (fwd TR):	<b>0,000 m</b>
Displacement: [CB 0,643]	<b>4228,00 t</b>	Deadrise:	<b>0,00 deg</b>
Wetted surface: [CS 2,697]	<b>1392,600 m2</b>	Chine beam:	<b>0,000 m</b>
<b>ITTC-78 (CT)</b>		Chine ht below WL:	<b>0,000 m</b>
LCB fwd TR: [XCB/LWL 0,463]	<b>29,940 m</b>	Fwd station (fwd TR):	<b>0,000 m</b>
LCF fwd TR: [XCF/LWL 0,424]	<b>27,420 m</b>	Deadrise:	<b>0,00 deg</b>
Max section area: [CX 0,944]	<b>93,500 m2</b>	Chine beam:	<b>0,000 m</b>
Waterplane area: [CWP 0,809]	<b>784,650 m2</b>	Chine ht below WL:	<b>0,000 m</b>
Bulb section area:	<b>7,800 m2</b>	Propulsor type:	<b>Propeller</b>
Bulb ctr below WL:	<b>2,540 m</b>	Max prop diameter:	<b>3780,0 mm</b>
Bulb nose fwd TR:	<b>66,800 m</b>	Shaft angle to WL:	<b>0,00 deg</b>
Imm transom area: [ATR/AX 0,071]	<b>6,600 m2</b>	Position fwd TR:	<b>0,000 m</b>
Transom beam WL: [BTR/BWL 1,000]	<b>15,000 m</b>	Position below WL:	<b>0,000 m</b>
Transom immersion: [TTR/T 0,220]	<b>1,450 m</b>	Transom lift device:	<b>Flap</b>
Half entrance angle:	<b>24,20 deg</b>	Device count:	<b>0</b>
Bow shape factor: [WL flow] <b>1,0</b>		Span:	<b>0,000 m</b>
Stem shape factor: [WL flow] <b>1,0</b>		Chord length:	<b>0,000 m</b>
		Deflection angle:	<b>0,00 deg</b>
		Tow point fwd TR:	<b>0,000 m</b>
		Tow point below WL:	<b>0,000 m</b>

#### Propulsor data

Propulsor		Propeller options	
Count:	<b>1</b>	Oblique angle corr:	<b>Off</b>
Propulsor type:	<b>Propeller series</b>	Shaft angle to WL:	<b>0,00 deg</b>
Propeller type:	<b>CPP</b>	Added rise of run:	<b>0,00 deg</b>
Propeller series:	<b>Kaplan 19A</b>	Propeller cup:	<b>0,0 mm</b>
Propeller sizing:	<b>By thrust</b>	KTKQ corrections:	<b>Standard</b>
Reference prop:		Scale correction:	<b>Full ITTC</b>
Blade count:	<b>4</b>	KT multiplier:	<b>1,000</b>
Expanded area ratio:	<b>0,6500</b> [Size]	KQ multiplier:	<b>1,000</b>
Propeller diameter:	<b>3780,0 mm</b> [Keep]	Blade T/C [0,7R]:	<b>Standard</b>
Propeller mean pitch: [P/D 1,3228]	<b>5000,0 mm</b> [Keep]	Roughness:	<b>Standard</b>
Hub immersion:	<b>4600,0 mm</b>	Cav breakdown:	<b>Off</b>
		Nozzle L/D:	<b>Standard</b>
<b>Engine/gear</b>		<b>Design condition [By thrust]</b>	
Drive line:	<b>Direct drive</b>	Max prop diam:	<b>3780,0 mm</b>
Gear input:	<b>No gearbox</b>	Design speed:	<b>12,00 kt</b>
Engine data:		Reference thrust:	<b>147,44 kW</b>
Rated RPM:	<b>0 RPM</b>	Design point:	<b>1,000</b>
Rated power:	<b>0,0 kW</b>	Reference RPM:	<b>750,0 RPM</b>
Primary fuel:	<b>Defined</b>	Design point:	<b>1,000</b>
Secondary fuel:	<b>None</b>	Shaft RPM:	<b>125,0 RPM</b> [Keep]
Gear efficiency:	<b>1,000</b>		
Load correction:	<b>Off</b>		
Gear ratio:	<b>1,000</b>		
Shaft efficiency:	<b>0,970</b>		

Report ID:20210812-1749

HydroComp NavCad 2018 18.04.0373.0533 L11002

## Propulsion

12 ago 2021 05:49  
 HydroComp NavCad 2018

Project ID BUQUE ARRASTRERO 1500M3  
 Description Buque factoria arrastrero congelador de 1500m3  
 File name 2021.CarlaFuentesLorenzo.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
KTN	= Nozzle thrust coefficient
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

Report: C:\2021\0812-1749

HydroComp NavCad 2018 18.04.0373.0838 v1002

## 10 ANEXO III: SALIDAS DE NAVCAD HÉLICE CON 3 PALAS

### Propulsion

12 ago 2021 05:51

HydroComp NavCad 2018

Project ID BUQUE ARRASTRERO 1500M3

Description Buque factoria arrastrero congelador de 1500m3

File name 2021.CarlaFuentesLorenzo.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:	Fixed RPM
Max prop diam:	3780,0 mm	Engine RPM:	
<b>Corrections</b>		Mass multiplier:	
Viscous scale corr:	[Off]	RPM constraint:	
Rudder location:		Limit [RPM/s]:	
Friction line:		<b>Water properties</b>	
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	0,25	0,68	4,31	2,27
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]
4,00	30,0	0,3617	0,2316	1,0106	78	88,7	0,0	---	---
6,00	94,0	0,3696	0,2316	1,0106	115	282,0	0,0	---	---
8,00	211,3	0,3682	0,2316	1,0106	151	640,6	0,0	---	---
10,00	413,3	0,3572	0,2316	1,0106	189	1255,0	0,0	---	---
11,00	573,7	0,3568	0,2316	1,0106	210	1732,4	0,0	---	---
+ 12,00 +	804,3	0,3564	0,2316	1,0106	234	2405,6	0,0	---	---
13,00	1126,1	0,3561	0,2316	1,0106	260	3334,7	0,0	---	---
14,00	1660,9	0,3558	0,2316	1,0106	293	4860,9	0,0	---	---
SPEED [kt]	EFFICIENCY			THRUST					
	EFFO	EFFOA	MERIT	THRPROP [kN]	DELTHR [kN]				
4,00	0,2864	0,3380	0,27987	18,96	14,57				
6,00	0,2835	0,3335	0,26614	39,64	30,46				
8,00	0,2811	0,3299	0,25643	66,84	51,35				
10,00	0,2810	0,3293	0,25611	104,55	80,33				
11,00	0,2828	0,3311	0,26299	131,94	101,37				
+ 12,00 +	0,2857	0,3343	0,27593	169,56	130,28				
13,00	0,2887	0,3377	0,29246	219,14	168,38				
14,00	0,2922	0,3417	0,32159	300,14	230,61				
SPEED [kt]	POWER DELIVERY								
	RPMPROP [RPM]	QPROP [kN-m]	QENG [kN-m]	PDPROP [kW]	PSPROP [kW]	PSTOTAL [kW]	PBTOTAL [kW]	TRANSP	CPPITCH [mm]
4,00	78	10,67	10,67	86,0	88,7	88,7	88,7	961,9	1701,3
6,00	115	22,99	22,99	273,5	282,0	282,0	282,0	453,9	1701,3
8,00	151	39,65	39,65	621,4	640,6	640,6	640,6	266,4	1701,3
10,00	189	62,07	62,07	1217,3	1255,0	1255,0	1255,0	170,0	1701,3
11,00	210	77,08	77,08	1680,4	1732,4	1732,4	1732,4	135,4	1701,3
+ 12,00 +	234	96,24	96,24	2333,4	2405,6	2405,6	2405,6	106,4	1701,3
13,00	260	120,10	120,10	3234,7	3334,7	3334,7	3334,7	83,2	1701,3
14,00	293	155,40	155,40	4715,1	4860,9	4860,9	4860,9	61,4	1701,3

Report ID:20210613-1781

HydroComp NavCad 2018 18.04.0373.0934 01/09/21

**Propulsion**

12 ago 2021 05:51  
 HydroComp NavCad 2018

Project ID **BUQUE ARRASTRERO 1500M3**  
 Description **Buque factoria arrastrero congelador de 1500m3**  
 File name **2021.CarlaFuentesLorenzo.C6.hcnc**

**Prediction results [Propulsor]**

SPEED [kt]	CAVITATION								
	SIGMAV	SIGMAN	SIGMA07R	TIPSPEED [m/s]	MINBAR	PRESS [kPa]	CAVAVG [%]	CAVMAX [%]	PITCHFC [mm]
4,00	164,88	11,84	2,41	15,40	0,211	1,47	2,0	2,0	1370,2
6,00	72,79	5,44	1,11	22,72	0,224	3,09	2,0	2,0	1375,3
8,00	40,77	3,13	0,64	29,94	0,240	5,23	2,0	2,0	1379,0
10,00	26,01	2,00	0,41	37,46 !!	0,263	8,18	2,0	2,0	1379,1
11,00	21,47	1,62	0,33	41,64 !!	0,279	10,30	2,0	2,0	1376,5
+ 12,00 +	18,02	1,31	0,27	46,31 !!	0,301	13,18	2,0	2,0	1371,7
13,00	15,34	1,06	0,22	51,44 !!	0,330	16,95	2,0	2,0	1365,5
14,00	13,21	0,84	0,17	57,95 !!	0,377	23,01	2,0	2,0	1354,7
SPEED [kt]	PROPULSOR COEFS								
	J	KT	KQ	KT/J2	KQ/J3	CTH	CP	RNPROP	KTN
4,00	0,2679	0,0538	0,00801	0,74981	0,41662	1,9094	6,596	1,71e7	0,0233
6,00	0,2734	0,0517	0,00794	0,69207	0,3885	1,7624	6,1509	2,53e7	0,0223
8,00	0,2772	0,0502	0,00788	0,6535	0,36997	1,6641	5,8575	3,33e7	0,0216
10,00	0,2773	0,0502	0,00788	0,65224	0,36937	1,6609	5,8479	4,17e7	0,0215
11,00	0,2746	0,0512	0,00792	0,67934	0,38235	1,7299	6,0535	4,63e7	0,0221
+ 12,00 +	0,2695	0,0532	0,00799	0,73278	0,40826	1,866	6,4637	5,15e7	0,0230
13,00	0,2630	0,0558	0,00808	0,80613	0,44444	2,0528	7,0366	5,72e7	0,0243
14,00	0,2515	0,0602	0,00824	0,95112	0,51799	2,422	8,201	6,44e7	0,0265

Report ID 20210812-1781

HydroComp NavCad 2018 18.04.0373.0033.L1002

### Propulsion

12 ago 2021 05:51  
 HydroComp NavCad 2018

Project ID **BUQUE ARRASTRERO 1500M3**  
 Description **Buque factoria arrastrero congelador de 1500m3**  
 File name **2021.CarlaFuentesLorenzo.C6.hcnc**

#### Hull data

General		Planing	
Configuration:	<b>Monohull</b>	Proj chine length:	<b>0,000 m</b>
Chine type:	<b>Round/multiple</b>	Proj bottom area:	<b>0,000 m2</b>
Length on WL:	<b>64,700 m</b>	LCG fwd TR:	<b>0,000 m</b> [XCG/LP 0,000]
Max beam on WL: [LWL/BWL 4,313]	<b>15,000 m</b>	VCG below WL:	<b>0,000 m</b>
Max molded draft: [BWL/T 2,273]	<b>6,600 m</b>	Aft station (fwd TR):	<b>0,000 m</b>
Displacement: [CB 0,643]	<b>4228,00 t</b>	Deadrise:	<b>0,00 deg</b>
Wetted surface: [CS 2,697]	<b>1392,600 m2</b>	Chine beam:	<b>0,000 m</b>
<b>ITTC-78 (CT)</b>		Chine ht below WL:	<b>0,000 m</b>
LCB fwd TR: [XCB/LWL 0,463]	<b>29,940 m</b>	Fwd station (fwd TR):	<b>0,000 m</b>
LCF fwd TR: [XCF/LWL 0,424]	<b>27,420 m</b>	Deadrise:	<b>0,00 deg</b>
Max section area: [CX 0,944]	<b>93,500 m2</b>	Chine beam:	<b>0,000 m</b>
Waterplane area: [CWP 0,809]	<b>784,650 m2</b>	Chine ht below WL:	<b>0,000 m</b>
Bulb section area:	<b>7,800 m2</b>	Propulsor type:	<b>Propeller</b>
Bulb ctr below WL:	<b>2,540 m</b>	Max prop diameter:	<b>3780,0 mm</b>
Bulb nose fwd TR:	<b>66,800 m</b>	Shaft angle to WL:	<b>0,00 deg</b>
Imm transom area: [ATR/AX 0,071]	<b>6,600 m2</b>	Position fwd TR:	<b>0,000 m</b>
Transom beam WL: [BTR/BWL 1,000]	<b>15,000 m</b>	Position below WL:	<b>0,000 m</b>
Transom immersion: [TTR/T 0,220]	<b>1,450 m</b>	Transom lift device:	<b>Flap</b>
Half entrance angle:	<b>24,20 deg</b>	Device count:	<b>0</b>
Bow shape factor: [WL flow] <b>1,0</b>		Span:	<b>0,000 m</b>
Stem shape factor: [WL flow] <b>1,0</b>		Chord length:	<b>0,000 m</b>
		Deflection angle:	<b>0,00 deg</b>
		Tow point fwd TR:	<b>0,000 m</b>
		Tow point below WL:	<b>0,000 m</b>

#### Propulsor data

Propulsor		Propeller options	
Count:	<b>1</b>	Oblique angle corr:	<b>Off</b>
Propulsor type:	<b>Propeller series</b>	Shaft angle to WL:	<b>0,00 deg</b>
Propeller type:	<b>CPP</b>	Added rise of run:	<b>0,00 deg</b>
Propeller series:	<b>Kaplan 19A</b>	Propeller cup:	<b>0,0 mm</b>
Propeller sizing:	<b>By thrust</b>	KTKQ corrections:	<b>Standard</b>
Reference prop:		Scale correction:	<b>Full ITTC</b>
Blade count:	<b>3</b>	KT multiplier:	<b>1,000</b>
Expanded area ratio:	<b>0,6500</b> [Keep]	KQ multiplier:	<b>1,000</b>
Propeller diameter:	<b>3780,0 mm</b> [Keep]	Blade T/C [0,7R]:	<b>Standard</b>
Propeller mean pitch: [P/D 1,3228]	<b>5000,0 mm</b> [Keep]	Roughness:	<b>Standard</b>
Hub immersion:	<b>4600,0 mm</b>	Cav breakdown:	<b>Off</b>
		Nozzle L/D:	<b>Standard</b>
<b>Engine/gear</b>		<b>Design condition [By thrust]</b>	
Drive line:	<b>Direct drive</b>	Max prop diam:	<b>3780,0 mm</b>
Gear input:	<b>No gearbox</b>	Design speed:	<b>12,00 kt</b>
Engine data:		Reference thrust:	<b>147,44 kW</b>
Rated RPM:	<b>0 RPM</b>	Design point:	<b>1,000</b>
Rated power:	<b>0,0 kW</b>	Reference RPM:	<b>750,0 RPM</b>
Primary fuel:	<b>Defined</b>	Design point:	<b>1,000</b>
Secondary fuel:	<b>None</b>	Shaft RPM:	<b>125,0 RPM</b> [Keep]
Gear efficiency:	<b>1,000</b>		
Load correction:	<b>Off</b>		
Gear ratio:	<b>1,000</b>		
Shaft efficiency:	<b>0,970</b>		

Report © 2021/08/12-17:51

HydroComp NavCad 2018 18.04.0373.0533 L1/002

## Propulsion

12 ago 2021 05:51  
 HydroComp NavCad 2018

Project ID BUQUE ARRASTRERO 1500M3  
 Description Buque factoria arrastrero congelador de 1500m3  
 File name 2021.CarlaFuentesLorenzo.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
KTN	= Nozzle thrust coefficient
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

Report: C:\2021\0812-1781

HydroComp NavCad 2018 18.04.0373.0038 v1002

## 11 ANEXO IV: SALIDAS DE NAVCAD HÉLICE CON 5 PALAS

### Propulsion

12 ago 2021 05:51  
HydroComp NavCad 2018

Project ID: BUQUE ARRASTRERO 1500M3  
Description: Buque factoria arrastrero congelador de 1500m3  
File name: 2021.CarlaFuentesLorenzo.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:	Fixed RPM
Max prop diam:	3780,0 mm	Engine RPM:	
<b>Corrections</b>		Mass multiplier:	
Viscous scale corr:	[Off]	RPM constraint:	
Rudder location:		Limit [RPM/s]:	
Fraction line:		<b>Water properties</b>	
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	0,25	0,68	4,31	2,27
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]
4,00	30,0	0,3617	0,2316	1,0106	76	97,7	0,0	---	---
6,00	94,0	0,3596	0,2316	1,0106	113	311,6	0,0	---	---
8,00	211,3	0,3582	0,2316	1,0106	148	709,4	0,0	---	---
10,00	413,3	0,3572	0,2316	1,0106	186	1389,8	0,0	---	---
11,00	573,7	0,3568	0,2316	1,0106	206	1915,7	0,0	---	---
+ 12,00 +	804,3	0,3564	0,2316	1,0106	229	2652,9	0,0	---	---
13,00	1126,1	0,3561	0,2316	1,0106	255	3665,4	0,0	---	---
14,00	1660,9	0,3558	0,2316	1,0106	286	5315,0	0,0	---	---

SPEED [kt]	EFFICIENCY			THRUST	
	EFFO	EFFOA	MERIT	THRPROP [kN]	DELTHR [kN]
4,00	0,2599	0,3067	0,25399	18,96	14,57
6,00	0,2566	0,3017	0,24083	39,64	30,46
8,00	0,2539	0,2979	0,23156	66,84	51,35
10,00	0,2538	0,2974	0,23125	104,55	80,33
11,00	0,2557	0,2995	0,23782	131,94	101,37
+ 12,00 +	0,2590	0,3032	0,25021	169,56	130,28
13,00	0,2626	0,3072	0,26607	219,14	168,38
14,00	0,2673	0,3125	0,29412	300,14	230,61

SPEED [kt]	POWER DELIVERY								
	RPMPROP [RPM]	QPROP [kN-m]	QENG [kN-m]	PDPROP [kW]	PSPROP [kW]	PSTOTAL [kW]	PBTOTAL [kW]	TRANSP	CPPITCH [mm]
4,00	76	12,00	12,00	94,8	97,7	97,7	97,7	872,9	1701,3
6,00	113	25,91	25,91	302,2	311,6	311,6	311,6	410,7	1701,3
8,00	148	44,75	44,75	688,1	709,4	709,4	709,4	240,5	1701,3
10,00	186	70,06	70,06	1348,2	1389,8	1389,8	1389,8	153,5	1701,3
11,00	206	86,90	86,90	1858,2	1915,7	1915,7	1915,7	122,5	1701,3
+ 12,00 +	229	108,26	108,26	2673,3	2652,9	2652,9	2652,9	96,5	1701,4
13,00	255	134,77	134,77	3555,5	3665,4	3665,4	3665,4	75,7	1701,4
14,00	286	173,66	173,66	5155,5	5315,0	5315,0	5315,0	56,2	1701,4

Report ID:20210810-1781

HydroComp NavCad 2018 18.04.9373.0538 (1/1002)

**Propulsion**

12 ago 2021 05:51  
 HydroComp NavCad 2018

Project ID **BUQUE ARRASTRERO 1500M3**  
 Description **Buque factoria arrastrero congelador de 1500m3**  
 File name **2021.CarlaFuentesLorenzo.C6.hcnc**

**Prediction results [Propulsor]**

SPEED [kt]	CAVITATION								
	SIGMAV	SIGMAN	SIGMA07R	TIPSPEED [m/s]	MINBAR	PRESS [kPa]	CAVAVG [%]	CAVMAX [%]	PITCHFC [mm]
4,00	164,88	12,32	2,51	15,09	0,223	2,32	2,0	2,0	1397,9
6,00	72,79	5,66	1,15	22,28	0,248	4,93	2,0	2,0	1402,3
8,00	40,77	3,25	0,66	29,37	0,282	8,41	2,0	2,0	1405,4
10,00	26,01	2,08	0,42	36,76 !!	0,329	13,16	2,0	2,0	1405,5
11,00	21,47	1,68	0,34	40,84 !!	0,361	16,46	2,0	2,0	1403,3
+ 12,00 +	18,02	1,36	0,28	45,40 !!	0,404	20,82	2,0	2,0	1399,2
13,00	15,34	1,11	0,23	50,39 !!	0,459	26,39	2,0	2,0	1393,9
14,00	13,21	0,87	0,18	56,70 !!	0,543	35,04	2,0	2,0	1384,5
SPEED [kt]	PROPULSOR COEFS								
	J	KT	KQ	KT/J2	KQ/J3	CTH	CP	RNPROP	KTN
4,00	0,2734	0,0560	0,00938	0,74981	0,45908	1,9094	7,2683	1,01e7	0,0061
6,00	0,2787	0,0538	0,00930	0,69207	0,42933	1,7624	6,7972	1,49e7	0,0050
8,00	0,2825	0,0522	0,00924	0,6535	0,40972	1,6841	6,4868	1,96e7	0,0043
10,00	0,2826	0,0521	0,00924	0,65224	0,40907	1,6609	6,4766	2,46e7	0,0043
11,00	0,2800	0,0532	0,00928	0,67934	0,42282	1,7299	6,6942	2,73e7	0,0048
+ 12,00 +	0,2749	0,0554	0,00936	0,73278	0,45023	1,866	7,1281	3,03e7	0,0058
13,00	0,2685	0,0581	0,00945	0,80613	0,48853	2,0528	7,7345	3,36e7	0,0071
14,00	0,2570	0,0628	0,00962	0,95112	0,56637	2,422	8,967	3,78e7	0,0093

Report ID 20210812-1781

HydroComp NavCad 2018 18.04.0373.0033.L1002

### Propulsion

12 ago 2021 05:51  
 HydroComp NavCad 2018

Project ID **BUQUE ARRASTRERO 1500M3**  
 Description **Buque factoria arrastrero congelador de 1500m3**  
 File name **2021.CarlaFuentesLorenzo.C6.hcnc**

#### Hull data

General		Planing	
Configuration:	<b>Monohull</b>	Proj chine length:	<b>0,000 m</b>
Chine type:	<b>Round/multiple</b>	Proj bottom area:	<b>0,000 m2</b>
Length on WL:	<b>64,700 m</b>	LCG fwd TR:	<b>0,000 m</b> [XCG/LP 0,000]
Max beam on WL: [LWL/BWL 4,313]	<b>15,000 m</b>	VCG below WL:	<b>0,000 m</b>
Max molded draft: [BWL/T 2,273]	<b>6,600 m</b>	Aft station (fwd TR):	<b>0,000 m</b>
Displacement: [CB 0,643]	<b>4228,00 t</b>	Deadrise:	<b>0,00 deg</b>
Wetted surface: [CS 2,697]	<b>1392,600 m2</b>	Chine beam:	<b>0,000 m</b>
<b>ITTC-78 (CT)</b>		Chine ht below WL:	<b>0,000 m</b>
LCB fwd TR: [XCB/LWL 0,463]	<b>29,940 m</b>	Fwd station (fwd TR):	<b>0,000 m</b>
LCF fwd TR: [XCF/LWL 0,424]	<b>27,420 m</b>	Deadrise:	<b>0,00 deg</b>
Max section area: [CX 0,944]	<b>93,500 m2</b>	Chine beam:	<b>0,000 m</b>
Waterplane area: [CWP 0,809]	<b>784,650 m2</b>	Chine ht below WL:	<b>0,000 m</b>
Bulb section area:	<b>7,800 m2</b>	Propulsor type:	<b>Propeller</b>
Bulb ctr below WL:	<b>2,540 m</b>	Max prop diameter:	<b>3780,0 mm</b>
Bulb nose fwd TR:	<b>66,800 m</b>	Shaft angle to WL:	<b>0,00 deg</b>
Imm transom area: [ATR/AX 0,071]	<b>6,600 m2</b>	Position fwd TR:	<b>0,000 m</b>
Transom beam WL: [BTR/BWL 1,000]	<b>15,000 m</b>	Position below WL:	<b>0,000 m</b>
Transom immersion: [TTR/T 0,220]	<b>1,450 m</b>	Transom lift device:	<b>Flap</b>
Half entrance angle:	<b>24,20 deg</b>	Device count:	<b>0</b>
Bow shape factor: [WL flow] <b>1,0</b>		Span:	<b>0,000 m</b>
Stem shape factor: [WL flow] <b>1,0</b>		Chord length:	<b>0,000 m</b>
		Deflection angle:	<b>0,00 deg</b>
		Tow point fwd TR:	<b>0,000 m</b>
		Tow point below WL:	<b>0,000 m</b>

#### Propulsor data

Propulsor		Propeller options	
Count:	<b>1</b>	Oblique angle corr:	<b>Off</b>
Propulsor type:	<b>Propeller series</b>	Shaft angle to WL:	<b>0,00 deg</b>
Propeller type:	<b>CPP</b>	Added rise of run:	<b>0,00 deg</b>
Propeller series:	<b>Kaplan 19A</b>	Propeller cup:	<b>0,0 mm</b>
Propeller sizing:	<b>By thrust</b>	KTKQ corrections:	<b>Standard</b>
Reference prop:		Scale correction:	<b>Full ITTC</b>
Blade count:	<b>5</b>	KT multiplier:	<b>1,000</b>
Expanded area ratio:	<b>0,6500</b> [Size]	KQ multiplier:	<b>1,000</b>
Propeller diameter:	<b>3780,0 mm</b> [Keep]	Blade T/C [0,7R]:	<b>Standard</b>
Propeller mean pitch: [P/D 1,3228]	<b>5000,0 mm</b> [Keep]	Roughness:	<b>Standard</b>
Hub immersion:	<b>4600,0 mm</b>	Cav breakdown:	<b>Off</b>
		Nozzle L/D:	<b>Standard</b>
<b>Engine/gear</b>		<b>Design condition [By thrust]</b>	
Drive line:	<b>Direct drive</b>	Max prop diam:	<b>3780,0 mm</b>
Gear input:	<b>No gearbox</b>	Design speed:	<b>12,00 kt</b>
Engine data:		Reference thrust:	<b>147,44 kW</b>
Rated RPM:	<b>0 RPM</b>	Design point:	<b>1,000</b>
Rated power:	<b>0,0 kW</b>	Reference RPM:	<b>750,0 RPM</b>
Primary fuel:	<b>Defined</b>	Design point:	<b>1,000</b>
Secondary fuel:	<b>None</b>	Shaft RPM:	<b>125,0 RPM</b> [Keep]
Gear efficiency:	<b>1,000</b>		
Load correction:	<b>Off</b>		
Gear ratio:	<b>1,000</b>		
Shaft efficiency:	<b>0,970</b>		

Report © 2021/08/12-17:51

HydroComp NavCad 2018 18.04.0073.0033 L1/002

## Propulsion

12 ago 2021 05:51  
 HydroComp NavCad 2018

Project ID BUQUE ARRASTRERO 1500M3  
 Description Buque factoria arrastrero congelador de 1500m3  
 File name 2021.CarlaFuentesLorenzo.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
KTN	= Nozzle thrust coefficient
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

Report: C:\2021\0812-1781

HydroComp NavCad 2018 18.04.0373.0038 v1002

## 12 ANEXO V: INFORME DE NAVACAD CAPACIDAD DE TIRO CPP

<b>Propulsion</b>		Project ID	BUQUE ARRASTRERO 1500M3
13 sep 2021 06:40		Description	Buque factoria arrastrero congelador de 1500m3
HydroComp NavCad 2018		File name	2021.CarlaFuentesLorenzo.C6.hmc
Hull data			
General		Planing	
Configuration	Monohull	Proj chine length	0,000 m
Chine type	Round/multiple	Proj bottom area	0,000 m <sup>2</sup>
Length on WL	64,700 m	LCG fwd TR	[XCG/LP 0,000] 0,000 m
Max beam on WL	[LWL/BWL 4,313] 15,000 m	VCG below WL	0,000 m
Max molded draft	[BWL/T 2,273] 6,600 m	Aft station (fwd TR)	0,000 m
Displacement	[CB 0,643] 4228,00 t	Deadrise	0,00 deg
Wetted surface	[CS 2,697] 1392,600 m <sup>2</sup>	Chine beam	0,000 m
<b>ITTC-78 (CT)</b>		Chine ht below WL	0,000 m
LCB fwd TR	[XCB/LWL 0,463] 29,940 m	Fwd station (fwd TR)	0,000 m
LCF fwd TR	[XCF/LWL 0,424] 27,420 m	Deadrise	0,00 deg
Max section area	[CX 0,644] 93,500 m <sup>2</sup>	Chine beam	0,000 m
Waterplane area	[CWP 0,806] 784,650 m <sup>2</sup>	Chine ht below WL	0,000 m
Bulb section area	7,800 m <sup>2</sup>	Propulsor type	Propeller
Bulb ctr below WL	2,540 m	Max prop diameter	3780,0 mm
Bulb nose fwd TR	66,800 m	Shaft angle to WL	0,00 deg
Imm transom area	[ATR/AX 0,071] 6,600 m <sup>2</sup>	Position fwd TR	0,000 m
Transom beam WL	[BTR/BWL 1,000] 15,000 m	Position below WL	0,000 m
Transom immersion	[TTR/T 0,220] 1,450 m	Transom Mt device	Flap
Half entrance angle	24,20 deg	Device count	0
Bow shape factor	[WL flow] 1,0	Span	0,000 m
Stem shape factor	[WL flow] 1,0	Chord length	0,000 m
		Deflection angle	0,00 deg
		Tow point fwd TR	0,000 m
		Tow point below WL	0,000 m
Propulsor data			
Propulsor		Propeller options	
Count	1	Oblique angle corr	Off
Propulsor type	Propeller series	Shaft angle to WL	0,00 deg
Propeller type	CPP	Added rise of run	0,00 deg
Propeller series	Kaplan 19A	Propeller cup	0,0 mm
Propeller sizing	By power	KTKQ corrections	Standard
Reference prop.		Scale correction	Full ITTC
Blade count	4	KT multiplier	1,000
Expanded area ratio	0,6500 [Keep]	KQ multiplier	1,000
Propeller diameter	3780,0 mm [Keep]	Blade T/C [0,7R]	Standard
Propeller mean pitch	[P/D 1,3228] 5000,0 mm [Keep]	Roughness	Standard
Hub immersion	4600,0 mm	Cav breakdown	Off
		Nozzle L/D	Standard
Engine/gear		Design condition [By power]	
Drive line	Standard	Max prop diam	3780,0 mm
Gear input	Single engine	Design speed	12,00 kt
Engine data	Generic diesel	Reference power	2421,2 kW
Rated RPM	750 RPM	Design point	0,850
Rated power	3480,0 kW	Reference RPM	750,0 RPM
Primary fuel	Defined	Design point	1,000
Secondary fuel	None		
Gear efficiency	1,000		
Load correction	Off		
Gear ratio	3,500 [Keep]		
Shaft efficiency	0,970		

HydroComp NavCad 2018

HydroComp NavCad 2018 16:04:07 3/28/2021

**Propulsion**

13 sep 2021 06:40  
 HydroComp NavCad 2018

Project ID BUQUE ARRASTRERO 1500M3  
 Description Buque factoria arrastrero congelador de 1500m3  
 File name 2021.CarlaFuentesLorenzo.C6.hcnc

**Prediction results [Propulsor]**

SPEED [kt]	CAVITATION								
	SIGMAV	SIGMAN	SIGMA07R	TIPSPEED [m/s]	MINBAR	PRESS [kPa]	CAVAVG [%]	CAVMAX [%]	PITCHFC [mm]
4,00	164,88	1,56	0,32	42,41 !!	0,561	41,31	2,0	2,0	1517,3
6,00	72,79	1,56	0,32	42,41 !!	0,563	40,40	2,0	2,0	1575,7
8,00	40,77	1,56	0,32	42,41 !!	0,545	39,47	2,0	2,0	1643,8
10,00	26,01	1,56	0,32	42,41 !!	0,537	38,49	2,0	2,0	1721,0
11,00	21,47	1,56	0,32	42,41 !!	0,532	37,98	2,0	2,0	1762,8
+ 12,00 +	18,02	1,56	0,32	42,41 !!	0,527	37,44	2,0	2,0	1806,7
13,00	15,34	1,56	0,32	42,41 !!	0,523	36,88	2,0	2,0	1852,5
14,00	13,21	1,56	0,32	42,41 !!	0,517	36,29	2,0	2,0	1900,2
SPEED [kt]	PROPULSOR COEFS								
	J	KT	KQ	KTU2	KQU3	CTH	CP	RNPROP	KTN
4,00	0,0973	0,1917	0,01505	20,257	16,345	51,583	258,79	3,52e7	0,0790
6,00	0,1464	0,1771	0,01505	8,2593	4,795	21,032	75,916	3,52e7	0,0668
8,00	0,1957	0,1634	0,01505	4,2687	2,0099	10,87	31,821	3,53e7	0,0556
10,00	0,2449	0,1504	0,01505	2,5073	1,0243	6,3847	16,216	3,53e7	0,0453
11,00	0,2696	0,1441	0,01505	1,9828	0,76807	5,049	12,16	3,54e7	0,0404
+ 12,00 +	0,2943	0,1379	0,01505	1,5923	0,5906	4,0547	9,3506	3,54e7	0,0357
13,00	0,3190	0,1317	0,01505	1,2946	0,46381	3,2968	7,3432	3,55e7	0,0310
14,00	0,3437	0,1256	0,01505	1,0631	0,37084	2,7072	5,8712	3,55e7	0,0265

Report S:\2021\0013-1840

HydroComp NavCad 2018 18 04 0373.0888.0/1002

**Propulsion**

13 sep 2021 06:40  
 HydroComp NavCad 2018

Project ID **BUQUE ARRASTRERO 1500M3**  
 Description **Buque factoria arrastrero congelador de 1500m3**  
 File name **2021.CarlaFuentesLorenzo.C6.hcnc**

**Analysis parameters**

Hull-propulsor interaction		System analysis	
Technique:	[Calc] Prediction	Cavitation criteria:	Keller eqn
Prediction:	Holtrop	Analysis type:	Towing
Reference ship:		CPP method:	Fixed RPM
Max prop diam:	3780,0 mm	Engine RPM:	
<b>Corrections</b>		Mass multiplier:	
Viscous scale corr:	[Off]	RPM constraint:	
Rudder location:		Limit [RPM/s]:	
Friction line:		<b>Water properties</b>	
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	0,25	0,68	4,31	2,27
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	RPMEG [RPM]	PBENG [kW]	LOADENG [% rated]	VOLRATE [L/h]	MASSRATE [t/h]
4,00	30,0	0,3617	0,2316	1,0106	750	3480,0	100,0	---	---
6,00	94,0	0,3596	0,2316	1,0106	750	3480,0	100,0	---	---
8,00	211,3	0,3582	0,2316	1,0106	750	3480,0	100,0	---	---
10,00	413,3	0,3572	0,2316	1,0106	750	3480,0	100,0	---	---
11,00	573,7	0,3568	0,2316	1,0106	750	3480,0	100,0	---	---
+ 12,00 +	804,3	0,3564	0,2316	1,0106	750	3480,0	100,0	---	---
13,00	1126,1	0,3561	0,2316	1,0106	750	3480,0	100,0	---	---
14,00	1660,9	0,3558	0,2316	1,0106	750	3480,0	100,0	---	---
SPEED [kt]	EFFICIENCY			THRUST					
	EFFO	EFFOA	MERIT	THRPROP [kN]	DELTHR [kN]	TOWPULL [kN]			
4,00	0,1972	0,2328	1,0017	512,28	393,62	379,05			
6,00	0,2741	0,3224	0,88901	473,11	363,52	333,06			
8,00	0,3380	0,3967	0,78803	436,57	335,44	284,09			
10,00	0,3896	0,4565	0,69609	401,91	308,81	228,48			
11,00	0,4109	0,4811	0,65279	385,07	295,87	194,50			
+ 12,00 +	0,4291	0,5022	0,61096	368,44	283,09	152,81			
13,00	0,4443	0,5197	0,57038	351,94	270,41	102,04			
14,00	0,4563	0,5335	0,53085	335,49	257,77	27,16			
SPEED [kt]	POWER DELIVERY								
	RPMPROP [RPM]	QPROP [kN·m]	QENG [kN·m]	PDPROP [kW]	PSPROP [kW]	PSTOTAL [kW]	PBTOTAL [kW]	TRANSP	CPPITCH [mm]
4,00	214	152,02	43,43	3375,6	3480,0	3480,0	3480,0	0,0	2241,0
6,00	214	152,02	43,43	3375,6	3480,0	3480,0	3480,0	0,0	2270,1
8,00	214	152,02	43,43	3375,6	3480,0	3480,0	3480,0	0,0	2308,7
10,00	214	152,02	43,43	3375,6	3480,0	3480,0	3480,0	0,0	2357,6
11,00	214	152,02	43,43	3375,6	3480,0	3480,0	3480,0	0,0	2386,2
+ 12,00 +	214	152,02	43,43	3375,6	3480,0	3480,0	3480,0	0,0	2417,7
13,00	214	152,02	43,43	3375,6	3480,0	3480,0	3480,0	0,0	2452,1
14,00	214	152,02	43,43	3375,6	3480,0	3480,0	3480,0	0,0	2489,5

Report ID 20210913-1040

HydroComp NavCad 2018 18.04.0173.0533.U1002

## Propulsion

13 sep 2021 06:40  
 HydroComp NavCad 2018

Project ID BUQUE ARRASTRERO 1500M3  
 Description Buque factoria arrastrero congelador de 1500m3  
 File name 2021.CarlaFuentesLorenzo.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/J <sup>2</sup>	= Propulsor thrust loading ratio
KQ/J <sup>3</sup>	= Propulsor torque loading ratio
CTH	= Horizontal component of bare-hull resistance coefficient
CP	= Propulsor thrust loading coefficient
RNPROP	= Propeller Reynolds number at 0.7R
KTN	= Nozzle thrust coefficient
SIGMW	= 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

Report 0120210913-1840

HydroComp NavCad 2018 18.04.0373.0838 v1.002

## 13 ANEXO VI: INFORME DE NAVCAD CAPACIDAD DE TIRO FPP

### Propulsion

13 sep 2021 06:39

HydroComp NavCad 2018

Project ID: BUQUE ARRASTRERO 1500M3

Description: Buque factoría arrastrero congelador de 1500m3

File name: 2021.CarlaFuentesLorenzo.C6.hnc

#### Hull data

General		Planing	
Configuration:	Monohull	Proj chine length:	0,000 m
Chine type:	Round/multiple	Proj bottom area:	0,000 m <sup>2</sup>
Length on WL:	64,700 m	LCG fwd TR:	[XCG/LP 0,000] 0,000 m
Max beam on WL:	[LWL/BWL 4,313] 16,000 m	VCG below WL:	0,000 m
Max molded draft:	[BWL/T 2,273] 6,600 m	Aft station (fwd TR):	0,000 m
Displacement:	[CB 0,643] 4228,00 t	Deadrise:	0,00 deg
Wetted surface:	[CS 2,697] 1392,600 m <sup>2</sup>	Chine beam:	0,000 m
<b>ITTC-78 (CT)</b>		Chine ht below WL:	0,000 m
LCB fwd TR:	[XCB/LWL 0,463] 29,940 m	Fwd station (fwd TR):	0,000 m
LCF fwd TR:	[XCF/LWL 0,424] 27,420 m	Deadrise:	0,00 deg
Max section area:	[CX 0,944] 93,500 m <sup>2</sup>	Chine beam:	0,000 m
Waterplane area:	[CWP 0,809] 784,650 m <sup>2</sup>	Chine ht below WL:	0,000 m
Bulb section area:	7,800 m <sup>2</sup>	Propulsor type:	Propeller
Bulb ctr below WL:	2,540 m	Max prop diameter:	3780,0 mm
Bulb nose fwd TR:	66,800 m	Shaft angle to WL:	0,00 deg
Imm transom area:	[ATR/AX 0,071] 6,600 m <sup>2</sup>	Position fwd TR:	0,000 m
Transom beam WL:	[BTR/BWL 1,000] 15,000 m	Position below WL:	0,000 m
Transom immersion:	[TTR/T 0,220] 1,450 m	Transom Mt device:	Flap
Half entrance angle:	24,20 deg	Device count:	0
Bow shape factor:	[WL flow] 1,0	Span:	0,000 m
Stem shape factor:	[WL flow] 1,0	Chord length:	0,000 m
		Deflection angle:	0,00 deg
		Tow point fwd TR:	0,000 m
		Tow point below WL:	0,000 m

#### Propulsor data

Propulsor		Propeller options	
Count:	1	Oblique angle corr:	Off
Propulsor type:	Propeller series	Shaft angle to WL:	0,00 deg
Propeller type:	FPP	Added rise of run:	0,00 deg
Propeller series:	Kaplan 19A	Propeller cup:	0,0 mm
Propeller sizing:	By power	KTKQ corrections:	Standard
Reference prop:		Scale correction:	Full ITTC
Blade count:	4	KT multiplier:	1,000
Expanded area ratio:	0,6500 [Keep]	KQ multiplier:	1,000
Propeller diameter:	3780,0 mm [Keep]	Blade TIC [0,7R]:	Standard
Propeller mean pitch:	[P/D 1,3228] 5000,0 mm [Keep]	Roughness:	Standard
Hub immersion:	4600,0 mm	Cav breakdown:	Off
		Nozzle LD:	Standard
<b>Engine/gear</b>		<b>Design condition [By power]</b>	
Drive line:	Standard	Max prop diam:	3780,0 mm
Gear input:	Single engine	Design speed:	12,00 kt
Engine data:	Generic diesel	Reference power:	2421,2 kW
Rated RPM:	750 RPM	Design point:	0,850
Rated power:	3480,0 kW	Reference RPM:	750,0 RPM
Primary fuel:	Defined	Design point:	1,000
Secondary fuel:	None		
Gear efficiency:	1,000		
Load correction:	Off		
Gear ratio:	3,600 [Keep]		
Shaft efficiency:	0,970		

HydroComp NavCad 2018

HydroComp NavCad 2018 16.04.2015.0559.11.1002

**Propulsion**

13 sep 2021 06:39  
 HydroComp NavCad 2018

Project ID BUQUE ARRASTRERO 1500M3  
 Description Buque factoria arrastrero congelador de 1500m3  
 File name 2021.CarlaFuentesLorenzo.C6.hcnc

**Prediction results [Propulsor]**

SPEED [kt]	CAVITATION								
	SIGMAV	SIGMAN	SIGMA07R	TIPSPEED [m/s]	MINBAR	PRESS [kPa]	CAVAVG [%]	CAVMAX [%]	PITCHFC [mm]
4,00	164,88	12,00	2,44	15,30	0,350	17,20	3,6	3,6	2904,9
6,00	72,79	11,45	2,29	15,66	0,352	17,33	3,2	3,2	3060,2
8,00	40,77	10,74	2,11	16,17	0,353	17,44	2,8	2,8	3225,3
10,00	26,01	9,94	1,90	16,81	0,353	17,46	2,4	2,4	3387,2
11,00	21,47	9,05	1,72	17,62	0,363	18,66	2,4	2,4	3436,7
+ 12,00 +	18,02	8,14	1,54	18,57	0,377	20,28	2,6	2,6	3473,6
13,00	15,34	7,48	1,41	19,37	0,388	21,45	2,6	2,6	3516,4
14,00	13,21	6,95	1,30	20,10	0,396	22,41	2,6	2,6	3559,9
SPEED [kt]	PROPULSOR COEFS								
	J	KT	KQ	KT/U2	KQU3	CTH	CP	RNPROP	KTN
4,00	0,2697	0,6020	0,07837	8,2744	3,9931	21,071	63,22	1,28e7	0,2412
6,00	0,3965	0,5253	0,07531	3,3408	1,2079	8,5072	19,124	1,32e7	0,1784
8,00	0,5132	0,4558	0,07139	1,7309	0,52824	4,4077	8,3633	1,37e7	0,1283
10,00	0,6181	0,3913	0,06680	1,0242	0,28288	2,6081	4,4786	1,44e7	0,0877
11,00	0,6491	0,3714	0,06523	0,88152	0,2385	2,2448	3,7759	1,51e7	0,0762
+ 12,00 +	0,6720	0,3564	0,06400	0,78928	0,21089	2,0099	3,3389	1,60e7	0,0677
13,00	0,6984	0,3388	0,06252	0,69448	0,18349	1,7685	2,9051	1,67e7	0,0579
14,00	0,7251	0,3205	0,06094	0,60951	0,15982	1,5521	2,5303	1,74e7	0,0481

Report ID:20210913-1830

HydroComp NavCad 2018 18.04.8973.0838.U1002

**Propulsion**

13 sep 2021 06:39  
 HydroComp NavCad 2018

Project ID **BUQUE ARRASTRERO 1500M3**  
 Description **Buque factoria arrastrero congelador de 1500m3**  
 File name **2021.CarlaFuentesLorenzo.C6.hcnc**

**Analysis parameters**

Hull-propulsor interaction		System analysis	
Technique:	[Calc] Prediction	Cavitation criteria:	Keller eqn
Prediction:	Holtrop	Analysis type:	Towing
Reference ship:		CPP method:	
Max prop diam:	3780,0 mm	Engine RPM:	
<b>Corrections</b>		Mass multiplier:	
Viscous scale corr:	[Off]	RPM constraint:	
Rudder location:		Limit [RPM/s]:	
Friction line:		<b>Water properties</b>	
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	0,25	0,68	4,31	2,27
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	RPMEG [RPM]	PBENG [kW]	LOADENG [% rated]	VOLRATE [L/h]	MASSRATE [t/h]
4,00	30,0	0,3617	0,2316	1,0106	271	850,1	24,4	---	---
6,00	94,0	0,3596	0,2316	1,0106	277	876,6	25,2	---	---
8,00	211,3	0,3582	0,2316	1,0106	286	914,6	26,3	---	---
10,00	413,3	0,3572	0,2316	1,0106	297	961,1	27,6	---	---
11,00	573,7	0,3568	0,2316	1,0106	312	1080,6	31,1	---	---
+ 12,00 +	804,3	0,3564	0,2316	1,0106	328	1242,6	35,7	---	---
13,00	1126,1	0,3561	0,2316	1,0106	343	1376,7	39,6	---	---
14,00	1660,9	0,3558	0,2316	1,0106	355	1499,7	43,1	---	---
SPEED [kt]	EFFICIENCY			THRUST					
	EFFO	EFFOA	MERIT	THRPROP [kN]	DELTHR [kN]	TOWPULL [kN]			
4,00	0,3298	0,3892	1,0705	209,26	160,78	146,21			
6,00	0,4402	0,5177	0,90787	191,37	147,04	116,58			
8,00	0,5215	0,6120	0,7742	177,03	136,02	84,67			
10,00	0,5763	0,6752	0,65806	164,18	126,15	45,82			
11,00	0,5883	0,6889	0,62322	171,20	131,54	30,17			
+ 12,00 +	0,5956	0,6971	0,59711	182,63	140,33	10,04			
13,00	0,6024	0,7046	0,56644	188,79	145,06	-23,32			
14,00	0,6070	0,7097	0,53473	192,34	147,79	-82,83			
SPEED [kt]	POWER DELIVERY								
	RPMPROP [RPM]	QPROP [kN.m]	QEENG [kN.m]	PDPROP [kW]	PSPROP [kW]	PSTOTAL [kW]	PBTOTAL [kW]	TRANSP	
4,00	77	102,97	29,42	824,6	850,1	850,1	850,1	0,0	
6,00	79	103,71	29,63	850,3	876,6	876,6	876,6	0,0	
8,00	82	104,80	29,94	887,2	914,6	914,6	914,6	0,0	
10,00	85	105,94	30,27	932,3	961,1	961,1	961,1	0,0	
11,00	89	113,65	32,47	1048,2	1080,6	1080,6	1080,6	0,0	
+ 12,00 +	94	123,96	35,42	1205,4	1242,6	1242,6	1242,6	0,0	
13,00	98	131,69	37,63	1335,4	1376,7	1376,7	1376,7	0,0	
14,00	102	138,23	39,50	1454,8	1499,7	1499,7	1499,7	0,0	

Parent ID:0017813-1230

HydroComp NavCad 2018 18.04.0373.0538 01/052

## Propulsion

13 sep 2021 06:39  
 HydroComp NavCad 2018

Project ID BUQUE ARRASTRERO 1500M3  
 Description Buque factoria arrastrero congelador de 1500m3  
 File name 2021.CarlaFuentesLorenzo.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
KTN	= Nozzle thrust coefficient
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

Report: C:\2021\09\13-1838

HydroComp NavCad 2018 18.04.0373.0838 v1002

## 14 ANEXO VII: FICHA TÉCNICA DEL MOTOR



WÄRTSILÄ Engines

### Wärtsilä 32



WÄRTSILÄ® 32 bore engines have been the preferred choice of yards, operators and owners since the 1980s, with more than 5100 engines delivered to the marine market alone. The Wärtsilä 32 is available with 6 to 16 cylinders and a power output ranging between 3 and 9.3 MW at 720 and 750 RPM. It has best-in-class power density and fuel economy over a wide operating range.

With proven reliability and low consumption of consumables, the Wärtsilä 32 represents the most efficient solution throughout the entire lifecycle of the vessel.

- Proven in service
- High reliability
- High power density
- Low fuel consumption over a wide load range
- Operates on HFO, MDO and liquid bio fuels
- Supported by Wärtsilä's global service network.

#### Typical application areas

The Wärtsilä 32 has a proven track record in a wide range of vessel applications. It is used for main engine applications, both direct mechanical drive as well as diesel electric, and as an auxiliary engine. It can be optimized for either constant speed or along a combinatory curve. In the merchant fleet, typical applications include use as the main

engine on different types of tankers and container vessels. In the offshore sector, the reliability of the Wärtsilä 32 has made it the most popular medium speed engine for OSVs and drilling vessels. Similarly, in the cruise and ferry sector, the Wärtsilä 32 has proven to be the most favoured engine of its size.

In auxiliary electric production, the Wärtsilä 32 is widely utilized in all vessel categories where high auxiliary load is needed.

#### Operational features

Its excellent fuel flexibility allows the Wärtsilä 32 to operate on HFO, MDO and liquid bio fuel with a broad range of fuel viscosities, from 2.0 cSt up to 730 cSt HFO (at 50 °C/122 °F).

The engine is able to operate efficiently and economically on low sulphur fuel oils (<0.1% S), making





it suitable for operation in emission-controlled areas. The engine can also be equipped with a SCR catalyst, such as the Wärtsilä NOR (nitrogen oxide reducer), which can reduce NO<sub>x</sub> emissions by up to 95%. This means that, already today, the machinery is IMO Tier III compliant. The standard Wärtsilä 32 naturally fulfills IMO Tier II regulations.

The Wärtsilä 32 is equipped with a variable inlet valve closure (VIC) unit. This makes it possible to apply early inlet valve closure at high load, which in turn enables minimized NO<sub>x</sub> levels and reduced fuel consumption. By switching to late inlet valve closure, good part load and transient performance is assured. The overall operational benefits include improved part load performance, smoke reduction, and improved load acceptance.

The engine control system incorporates automatic monitoring and control for optimal operating efficiency.

### Lifecycle costs

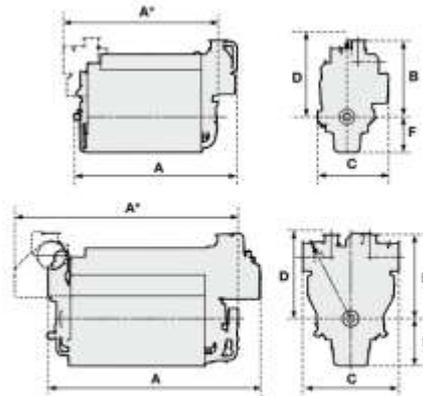
The Wärtsilä 32 has been designed to operate reliably on a range of fuels, even the poorest quality heavy fuel. The engine is designed for long periods of maintenance-free operation and has overhaul intervals of up to 24,000 hours. This and the maintenance-friendly design reduce downtime, promote scheduling, and cut operating costs. Together with condition based maintenance and long-time service agreements, the overhaul interval time for the Wärtsilä 32 can be even further extended, thus minimizing maintenance costs and maximizing the revenue-earning capability of the vessel. The Wärtsilä 32 engine is fully compliant with the IMO Tier II exhaust emissions regulations as set out in Annex VI of MARPOL 73/7.

Wärtsilä 32		IMO Tier II or III	
Cylinder bore	320 mm	Fuel specifications: Fuel oil	
Piston stroke	400 mm	700 cSt/50°C	7200 sR1/100°F
Cylinder output	580 kW/cyl	ISO 8217, category ISO-F-RM-K 700	
Speed	750 rpm	SFOC 178.8 g/kWh at ISO conditions	
Mean effective pressure	28.9 bar		
Piston speed	10.0 m/s		

Rated power	
Engine type	kW
6L32	3480
8L32	4640
9L32	5220
12V32	6960
16V32	9280

Dimensions (mm) and weights (tonnes)								
Engine type	A*	A	B*	B	C	D	F	Weight
6L32	5 570	5 130	2 432	2 395	2 380	2 345	1 155	35
8L32	6 400	6 379	2 457	2 375	2 610	2 345	1 155	44
9L32	6 865	6 869	2 455	2 375	2 610	2 345	1 155	49
12V32	7 098	6 865	2 516	2 430	2 900	2 120	1 210	57
16V32	8 041	7 905	2 516	2 505	3 325	2 120	1 210	71

\* Turbocharger at flywheel end.



05-2019 / Book's Office

wärtsilä.com

WÄRTSILÄ® is a registered trademark. Copyright © 2019 Wärtsilä Corporation. Specifications are subject to change without prior notice.



## 15 ANEXO VIII: MAQUINILLA ARRASTRE BUQUE MONTEFERRO



### IBERCISA

#### Apuesta por el accionamiento electrónico en la maquinaria cubierta

Ibercisa Deck Machinery ha diseñado, fabricado e instalado la maquinaria de cubierta a bordo del "Monteferro". El armador ha optado por tecnología de accionamiento eléctrico que permite un considerable ahorro de combustible, minimiza el impacto en el medio ambiente y permite una mayor flexibilidad y control en las operaciones pesca.

Concretamente, Ibercisa ha suministrado:

- ▶ **Dos maquinillas de arrastre eléctricas** con capacidad para 3.400 metros de cable de Ø32 mm, accionadas por motor de 250 kW a 741 rpm y una capacidad de tiro de 35,2 toneladas a 38,8 m/m en primera capa.
- ▶ **Dos maquinillas de lenteón eléctricas** accionadas por motor de 132 kW a 1.488 rpm con capacidad para 200 metros de cable de Ø40 mm y una capacidad de tiro de 29,5 toneladas a 25 m/m en primera capa.
- ▶ **Cuatro maquinillas de malleta eléctricas** accionadas por motor de 110 kVa 1.488 rpm con capacidad para 300 metros de cable de Ø28 mm y ua capacidad de tiro de 16,3 toneladas a 37,6 m/m en primera capa.
- ▶ **Una maquinilla de copo eléctrica** accionada por motor de 110 kW a 1.488 rpm con capacidad para 100 metros de cable de Ø24 mm.
- ▶ **Dos molinetes de anclas eléctricos** accionados por motor de 17,5 kW a 1.190 rpm con capacidad para cadena de Ø34 mm o estacha de Ø60 mm, y una capacidad de tiro de 6 toneladas a 12 m/m.
- ▶ **Un cabestrante eléctrico** accionado por motor de 22 kW a 1.790 rpm y un tiro de 5 toneladas a 22,9 m/m.
- ▶ **Una maquinilla de largado de copo** accionada por motor de 30 kW a 1.465 rpm con capacidad para 50 metros de cable de Ø22 mm y una capacidad de tiro de 3,6 toneladas a 42,2 m/m.
- ▶ **Tambor de red eléctrico** accionado