



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

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

---

*CUADERNO 2*

---

**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 1500m3.

**CLASIFICACIÓN, COTA Y REGLAMENTOS DE APLICACIÓN:** Bureau Veritas NR600 Noviembre 2018. Torremolinos, MARPOL.PARA ZONAS POLARES.

**CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA:** Volumen de bodega de 1500  $m^3$ . 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 1500m3*

---

**Grado en Ingeniería Naval y Oceánica**

**CUADERNO 2**

**CÁLCULO DE PESOS Y CENTROS DE GRAVEDAD DEL PESO EN ROSCA Y DE  
SUS PARTIDAS CORRESPONDIENTES**

## CONTENIDOS

1 REQUISITOS PREVIOS DE ACTIVIDAD.....	3
2 PRESENTACIÓN .....	8
3 CÁLCULO DEL PESO EN ROSCA DEL BUQUE.....	9
3.1 Peso de aceros.....	9
3.2 Peso de maquinaria propulsora.....	10
3.2.1 Peso del motor principal .....	10
3.2.1 Peso de la reductora.....	10
3.2.2 Peso del generador de cola.....	11
3.2.3 Peso de chimeneas .....	12
3.2.4 Peso de la hélice propulsora.....	12
3.2.5 Peso de la línea de ejes.....	12
3.2.6 Peso de la tobera.....	13
3.2.7 Peso del sistema de aire comprimido .....	13
3.2.8 Peso del aceite del sistema .....	14
3.2.9 Peso de tecles .....	14
3.2.10 Resumen peso maquinaria propulsora y comprobación.....	15
3.3 Peso de equipos.....	17
3.3.1 Peso de los generadores.....	17
3.3.2 Peso del grupo generador de emergencia.....	18
3.3.3 Peso de la hélice de maniobra.....	18
3.3.4 Peso de respetos y fluidos de circuitos.....	18
3.3.5 Peso de la instalación contra incendios.....	19
3.3.6 Peso de las tuberías y bombas de CM .....	19
3.3.7 Peso de las tuberías y bombas del casco .....	19
3.3.8 Peso de equipos de carga y descarga.....	20
3.3.9 Pescante bote rescate .....	22
3.3.10 Peso de compresores frigoríficos .....	23
3.3.11 Peso de la planta de agua dulce.....	23
3.3.12 Peso de la planta séptica.....	23
3.3.13 Peso del separador de sentinas .....	23
3.3.14 Peso de la maquinaria de procesado del pescado .....	23
3.3.15 Peso de túneles de congelación .....	23
3.3.16 Peso del aislamiento de las bodegas refrigeradas .....	23

3.3.17	Peso de la habilitación .....	24
3.3.18	Peso de sistemas de ventilación y aire acondicionado .....	24
3.3.19	Peso de equipos de salvamento .....	25
3.3.20	Peso de sistema de protección catódica .....	25
3.3.21	Peso de puertas y escotillas .....	25
3.3.22	Peso de pintura.....	26
3.3.23	Peso del equipo de amarre y fondeo .....	26
3.3.24	Peso de equipos de navegación.....	31
3.3.25	Peso de equipos del sistema eléctrico.....	31
3.3.26	Peso p <sup>o</sup> rtico de popa.....	31
3.3.27	Equipos de pesca .....	32
3.3.28	Lista de pesos y momentos de otros equipos.....	33
4	JUSTIFICACIÓN DEL CENTRO DE GRAVEDAD SOBRE EL PLANO DE DISPOSICIÓN GENERAL .....	36
5	MÁRGENES CONSIDERADOS EN EL PESO Y EN LOS CENTROS DE GRAVEDAD .....	38
6	COMPROBACIÓN DEL PESO MUERTO Y DE LA CARGA ÚTIL .....	39
7	BIBLIOGRAFÍA.....	41
8	ANEXO I: EQUIPOS DE PESCA BUQUE ARGOS CÍES.....	42
9	ANEXO II: EQUIPOS DE PESCA BUQUE MONTEFERRO.....	43
10	ANEXO III: PÓRTICO DE POPA BUQUE ILIVILEQ.....	45



## 2 PRESENTACIÓN

En el presente cuaderno calcularemos el peso en rosca del buque, así como su centro de gravedad.

Tras los cálculos relativos a las formas de nuestro buque, obtenemos las siguientes dimensiones:

Ltotal	67,4	m
Lpp	61	m
Lwl	64,74	
B	15	m
Dcp	6,6	m
Dcs	9,4	m
T	6,37	m
NCS	6185,907	
Cp	0,68	
Cm	0,947	
Cb	0,64	
AM	93,5	
Vol carena	4124,78	m3
Desplazamiento	4228	t
Área mojada	1392,6	m2
Área WL	784,65	m2
Inmersión	8,04	ton/cm

**Tabla 1: dimensiones tras cuaderno 3**

El peso en rosca del buque, concepto de interés en este cuaderno, se compone de la carga, tripulación, pertrechos y consumos. El desplazamiento es la suma del peso muerto y del peso en rosca.

Para el cálculo y ubicación de los pesos nos apoyaremos en los catálogos de los equipos, información sobre los buques base y formulación en los casos que así lo requieran.

Tras el cálculo del peso en rosca del buque (peso de aceros, peso de maquinaria propulsora y peso de otros equipos), ubicaremos los equipos sobre el plano de un buque similar al buque proyecto. Conocidos estos datos de peso y ubicación de equipos, obtenemos, mediante formulación, un valor para el centro de gravedad del peso muerto.



### 3 CÁLCULO DEL PESO EN ROSCA DEL BUQUE

En el cuaderno 1 ya hemos realizado una estimación del peso en rosca del buque: 1607,5t, pero en este cuaderno buscamos un resultado más preciso. Para ello desglosaremos el peso en rosca del buque en tres partidas: peso de aceros, peso de maquinaria propulsora y peso de equipos; y estos, a su vez, en sus componentes, llegando así a definir los pesos del buque con mayor detalle.

#### 3.1 Peso de aceros

Para estimar el peso de acero del buque empleamos el método de Watson, y posteriormente añadiremos el incremento correspondiente por ser un buque con cota ICE CLASS IA, que es un 9,5%.

Entonces, según Watson:

$$PS = k * E^{1,36} * (1 + 0,5 * (Cb - 0,7))$$

$$E = Lpp * (B + T) + 0.85 * Lpp * (D - T) + 0.85 * \sum l_1 * h_1 + 0.75 * \sum l_2 * h_2$$

Donde:

D lo tomamos como el puntal a la cubierta superior, ya que es una cubierta corrida de proa a popa, entonces  $D_{cs}=9,4m$

$L_1$  es la eslora de las superestructuras, que estimamos en 35m,  $l_2=17,4m$  y para el puente  $l_3=11,5m$

$H_1$  y  $h_2$  es la altura de las superestructuras, 2,8m en general y 4,4m para el puente

Decir que  $l$  y  $h$  se han obtenido escalando los buques base. Estas dimensiones se corresponden con la superestructura cuyos costados son continuación del costado del buque.

$L_c$  y  $h_c$  son la longitud y altura de las casetas, que en nuestro caso no tenemos

Entonces:

$$E = 61 * (15 + 6,37) + 0.85 * 61 * (9,4 - 6,37) + 0.85 * (35 * 2,8) + 0,85 * (17,4 * 2,8) + 0,85 * (11,5 * 4,4) = 1628,4t$$

Por otro lado, calculamos el coeficiente de bloque al 80% del puntal,  $C_{b0,8D}$ :

$$C_{b0,8D} = Cb + \frac{(1 - Cb) * ((0,8 * D) - T)}{3T} = 0,64 + \frac{(1 - 0,64) * ((0,8 * 6,6) - 6,37)}{3 * 6,37} = 0,62$$

$$k = 0.037$$

$${}^{\circ}E = 1478.3$$

$$PS = 0.037 * 1628,4^{1,36} * (1 + 0,5 * (0,62 - 0,7))$$

$$PS = 817,76. t$$

Aplicamos ahora el incremento del peso de acero debido a la clase de hielo (5%), resultando un peso de acero para nuestro buque de:

$$PS \text{ final} = PS + \%hielo = 860,81t$$

### Centro de gravedad

$$K_G = 2,27 * D^{0,47} = 7,9 m$$

$$X_G = \frac{L_{pp}}{2} - 0,028 * L_{pp} = \frac{61}{2} - 0,028 * 61 = 28,65 m$$

## 3.2 Peso de maquinaria propulsora

### 3.2.1 Peso del motor principal

Según la estimación de potencia realizada con el software NavCAD en el cuaderno 6, y basándonos en los motores propulsores de los buques de la base de datos, hemos determinado que nuestro buque contará con un motor propulsor diésel, de la marca Wärtsila, modelo 6L32, cuyo peso aparece en la siguiente ficha técnica:

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

Dispondremos pues, el motor principal, de 35t, que irá ubicado en sala de máquinas a crujía. Su centro de gravedad se ubicará a 3,6m sobre la Línea Base, y a 9,5m de la perpendicular de popa.

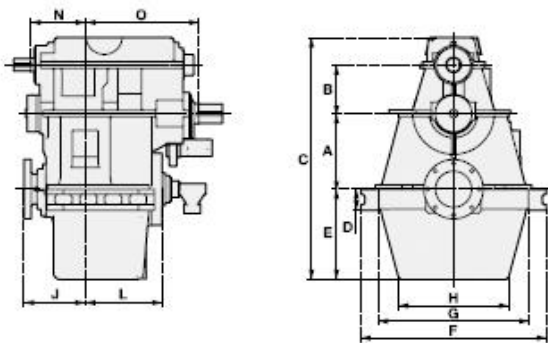
### 3.2.1 Peso de la reductora

Según cálculos del cuaderno 10, realizados en la asignatura proyectos II, la reductora a instalar en nuestro buque será una Wärstila SCV56:

**Single input gears, vertical offset, dimensions (mm)**

Gear type/size	A	B Std-Max	C	D	E	F	G	H	J	L	N	O SCV/SV	Weight tonnes*
SCV38	380	290	1305	115	465	1000	750	530	340	536	230	650	2.1
SCV42	420	320	1435	125	510	1500	830	585	530	556	255	715	2.7
SCV46	460	350	1570	140	560	1580	910	640	570	595	280	785	3.4
SCV50	500	380	1724	150	590	1340	1024	720	470	592	420	1035	4.2
<b>SCV56</b>	<b>560</b>	<b>410</b>	<b>1848</b>	<b>160</b>	<b>645</b>	<b>1500</b>	<b>1110</b>	<b>800</b>	<b>530</b>	<b>650</b>	<b>450</b>	<b>1100</b>	<b>6.0</b>
SCV62	620	440-470	2210	180	740	1580	1240	880	570	662	350	1150	7.0
SCV68	680	460-510	2370	200	800	1720	1360	960	625	720	370	1250	8.0
SCV75	750	480-530	2460	220	880	1850	1480	1040	660	800	450	1300/1095	10.0
SCV85	850	510-560	2720	250	1000	2100	1680	1178	730	915	550	1470/1220	13.0
SCV95	950	580-630	3025	280	1145	2350	1880	1327	800	1025	450	1640/1350	19.5
SCV105	1050	600	3328	250	1125	2628	2192	1668	1410	624	618	970	24.0
SV112	1120	600	3550	260	1198	2804	2272	1772	1500	660	615	800	24.0
SCV112	1120	700	3650	260	1198	2804	2272	1772	1500	660	595	1800	29.0
SV118	1180	600	3610	300	1190	2824	2268	1758	1520	716	615	827	30.0
SCV118	1180	700	3710	300	1190	2824	2268	1758	1520	716	595	1800	32.0
SV125	1250	600	3805	300	1325	1954	2396	1888	1600	808	615	860	31.0
SCV125	1250	700	3905	300	1325	1954	2396	1888	1600	808	595	1950	36.5
SV132	1320	600	3940	300	1390	3084	2516	2018	1630	850	615	875	34.0
SCV132	1320	700	4040	300	1390	3084	2516	2018	1630	850	610	2020	39.0
SV140	1400	600	4250	350	1500	3250	2600	2150	1700	900	720	920	40.0
SCV140	1400	700	4350	350	1500	3250	2600	2150	1700	900	680	2200	44.0

\* Not binding



Como podemos ver, el peso de la reductora será de 6t, y las coordenadas de su centro de gravedad las siguientes: XG= 5,6m y KG=2,8m.

### 3.2.2 Peso del generador de cola

Como se indica en el resumen de este proyecto, el buque contará con un generador de cola PTO/PTI, que permite transformar la energía eléctrica en mecánica y viceversa. Este generador de cola, por tanto, colabora en la propulsión

del buque cuando se requiere, engranado a la reductora, de ahí que esta partida se incluya en maquinaria propulsora.

Para estimar el peso del generador de cola utilizamos la siguiente formulación:

$$Peso \frac{PTO}{PTI} = \frac{4,485 * kVA + 0.000455 * kVA^2}{1000} = 3.87t$$

El valor de kVA generados es igual a 900, como estimación preliminar.

### 3.2.3 Peso de chimeneas

Estimamos el peso del equipo de exhaustación de gases de combustión mediante la siguiente fórmula:

$$P_{chim} = 0,0034 * L_{pp} * B = 0,0034 * 61 * 15 = 3,11 t$$

El peso de la chimenea será entonces de 3,11t y la localización de su centro de gravedad la siguiente: XG= 6,5m KG=25,4m.

Estos valores de centros de gravedad se han obtenido mediante estimación, estudiando los sistemas de exhaustación de buques similares.

### 3.2.4 Peso de la hélice propulsora

Según la RPA de nuestro buque tendremos una hélice de paso controlable, cuyo peso estimamos con la siguiente fórmula:

$$P \text{ hélice CPP} = 0,12 * D^3$$

Siendo el diámetro de nuestras hélices de D=3,78m (dimensionada en el cuaderno 6), tenemos que el peso de la hélice será de 6,48t. Las coordenadas de su centro de gravedad son las siguientes XG=1,75m respecto la perpendicular de popa y KG=2,7m respecto LB.

### 3.2.5 Peso de la línea de ejes

El peso de la línea de ejes se estima mediante la siguiente fórmula:

$$P_{línea ejes} = Leje * 0,081 * \left( n * \frac{MCR}{rpm} \right)$$

Donde:

Leje= 3,6m

MCR=potencia máxima en régimen continuo que se transmite a la hélice, que es 27434,9KE

N es el número de motores propulsores, que en nuestro caso es 1

Rpm son las revoluciones por minuto a las que gira nuestra hélice propulsora, que serán alrededor de 200.

Entonces:

$$Pl\acute{e}nea\ ejes = 3.6 * 0,081 * \left( 1 * \frac{2734,9}{200} \right) = 3,7\ t$$

El centro de gravedad de la línea de ejes se ubicará 2,4m sobre la línea base y 5,3 desde la perpendicular de popa

### *3.2.6 Peso de la tobera*

El peso de la tobera se estima en 5t según buques de referencia. Su centro de gravedad será XG= 1,75m y KG=2,7m, igual que la hélice propulsora.

### *3.2.7 Peso del sistema de aire comprimido*

Dentro del sistema de aire comprimido diferenciaremos entre los compresores de aire de arranque y las botellas de aire de arranque:

#### **3.2.7.1 Compresores**

Se seleccionan 2 compresores, 1 de ellos de respeto, con un peso total de 0,180t, y que ubicaremos en XG=15,2m y KG=3,5m

#### **3.2.7.2 Botellas de aire de arranque**

Según la estimación realizada en el cuaderno 10, dispondremos de 3 botellas de aire comprimido, de 250L cada una:

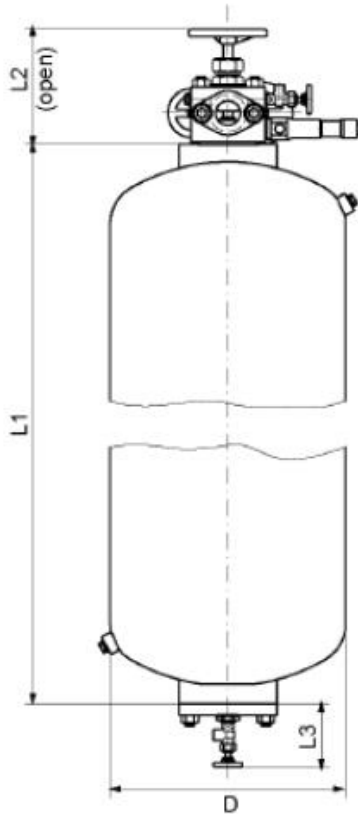


Fig 8-2 Air vessel

Size [Litres]	Dimensions [mm]				Weight [kg]
	L1	L2 <sup>1)</sup>	L3 <sup>1)</sup>	D	
250	1767	243	110	480	274
500	3204	243	133	480	450
710	2740	255	133	650	625
1000	3560	255	133	650	810
1250	2930	255	133	800	980

<sup>1)</sup> Dimensions are approximate.

El peso de las botellas de aire comprimido será entonces de 0,822t, y se situarán en la cámara de máquinas, concretamente a 12,8m de Ppp y a 3,2m de LB.

### 3.2.8 Peso del aceite del sistema

Dentro del peso en rosca del buque se incluye el peso del aceite del sistema, a un 80% de la capacidad de los tanques.

El volumen de tanques se estima en 2,5 m<sup>3</sup>, por lo que consideramos una densidad del aceite de 0,9t/m<sup>3</sup>, por lo que el peso del tanque será de 2,25t.

Este tanque se ubicará en el doble fondo de la cámara de máquinas, por lo que su centro de gravedad estará a 0,4m sobre LB y a 10,3m de Ppp.

### 3.2.9 Peso de tecles

Los tecles se estiman situados puntualmente en la zona central de la cámara de máquinas, a 1,2m de la línea base del buque.

Para calcular su peso:

$$\text{Peso tecles} = 0.047 * L_{\text{cámara máquinas}} * B * 0,6 = 6.7t$$

Ya que la eslora de la cámara de máquinas es de 16m y la manga de 15m.

### 3.2.10 Resumen peso maquinaria propulsora y comprobación

Se adjunta una tabla con el desglose de los pesos que hemos justificado, así como sus coordenadas y los momentos que estos pesos generan:

		Peso (t)	XG(m)	KG(m)	MOMX(t-m)	MOMZ(t-m)
MAQUINARIA	Motor principal	35,000	9,500	3,600	332,500	126,000
	Reductora	6,000	5,600	2,800	33,600	16,800
	Generador de cola	3,870	4,800	3,200	18,576	12,384
	Chimenea	3,110	6,500	25,400	20,215	78,994
	Hélice propulsora	6,480	1,750	2,700	11,340	17,496
	Línea de ejes	3,700	5,300	2,400	19,610	8,880
	Tobera	5,000	1,750	2,700	8,750	13,500
	Compresores	0,180	15,200	3,500	2,736	0,630
	Botellas aire comprimido	0,822	12,800	3,200	10,522	2,630
	Aceite sistema	2,250	10,300	0,400	23,175	0,900
	Tecles	6,700	13,400	1,200	89,780	8,040
	TOTAL MAQUINARIA PROPULSORA	73,112	6,579	3,915	481,024	286,254

Tras estos cálculos, procedemos a comparar nuestro resultado, obtenido de desglosar todos los equipos y partidas, con el peso que resulta al estimar por formulación.

La ecuación que nos da una aproximación sobre el peso de la maquinaria en relación con la potencia propulsora es la siguiente:

$$P_{maquinaria} = 0,72 * MCR^{0.78} = 0,72 * 2252.17^{0.78} = 296,72 T$$

La diferencia de pesos es notable, por lo que aceptaremos como válida la media aritmética entre el valor obtenido por sumatorio de los pesos (73 t) y el valor obtenido por formulación.

$$P_{maquinaria} = (296,72 + 73) * 0,5 = 178.36t$$

Aceptaremos como válido el valor de 178,36t, considerablemente mayor que la sumatoria de las partidas, pero que se aproxima más a valores resultantes en proyectos de buques similares.

Entonces:

	Peso (t)	XG(m)	KG(m)	MOMX(t-m)	MOMZ(t-m)
PESO MAQUINARIA PROPULSORA	178,360	7,807	3,915	1392,501	698,330

Cabe mencionar que dentro de este peso de la maquinaria no tenemos en cuenta los generadores eléctricos, ya que nuestra propulsión es diésel. Si tuviésemos una propulsión diésel-mecánica, el peso de los motores auxiliares sí se incluiría en esta partida de “peso maquinaria”



### 3.3 Peso de equipos

#### 3.3.1 Peso de los generadores

Calculamos el peso los motores generadores en este apartado, en lugar de hacerlo en el apartado anterior, es porque el sistema de propulsión de nuestro buque es diésel mecánico. Esto quiere decir que, en principio, estos motores auxiliares generarán la energía suficiente para el sistema eléctrico del buque, pero no intervendrán en la propulsión.

Se prevén instalar 2 generadores Wärtsila, modelo 16V14, que proporcionan 900KW cada uno.

Como podemos ver en la ficha técnica, tendrán un peso de 3,8t cada grupo.

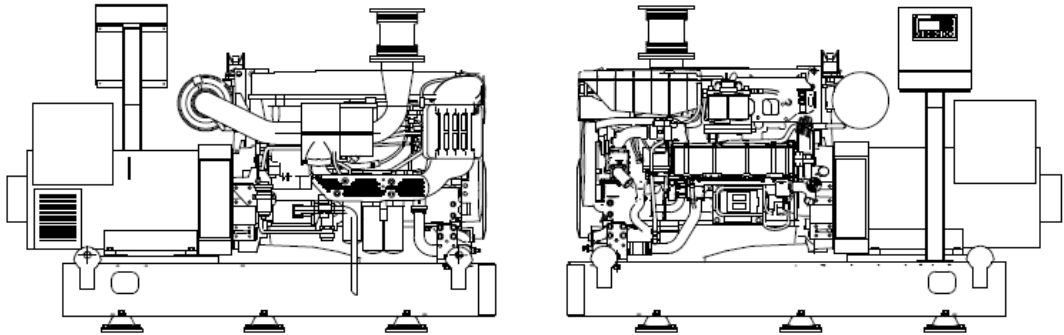
Su ubicación en el buque será en cámara de máquinas, a proa de la misma, concretamente a 12,4m de la Ppp del buque, y su centro de gravedad estará a 2,3m de altura, ya que además de la altura del equipo, tenemos que contar con los polines sobre los que se instalará.

Engine dimensions type	A (mm)	C (mm)	B (mm)	F (mm)	Weight (tons)
12V14	2342	1470	926	542	2,8
16V14	2601	1451	1019	525	3,8

### 3.3.2 Peso del grupo generador de emergencia

El grupo generador de emergencia será un Volvo Penta D13-MG / S5L1MC41, que proporcionará 300KW a 1500rpm.

Sus características dimensionales son las siguientes:



**Technical Data HE Genset**  
 Power output at 1500 rpm 50Hz/400V

Engine / Generator	kWm	kWe	kVA
D13 MG / S4L1MF41	300	248	310
D13 MG / S5L1MC41	300	284	355
D13 MG / S5L1MD41	360	332	415

Power output at 1800 rpm 60Hz/440V

Engine / Generator	kWm	kWe	kVA
D13 MG / S4L1MF41	360	300	375
D13 MG / S5L1MC41	360	341	426
D13 MG / S5L1MD41	400	380	475

10% overload available according to class requirements.  
 Fuel temperature 40°C (104°F). Technical data according to ISO 3046 Fuel Stop Power and ISO 8665. Fuel with a lower calorific value of 42700 kJ/kg and density of 840 g/liter at 15°C (60°F). Merchant fuel may differ from this specification which will influence engine power output and fuel consumption.

**Dimensions L x W x H<sub>1</sub>/H<sub>2</sub> (mm), not for installation**

D13 MG / S4L1MF41	2739 x 1174 x 1814/1814
D13 MG / S5L1MC41	2817 x 1174 x 1814/1814
D13 MG / S5L1MD41	2817 x 1174 x 1814/1814

**Weight, kg**

D13 MG / S4L1MF41	3070
D13 MG / S5L1MC41	3175
D13 MG / S5L1MD41	3305

H<sub>1</sub> - Height including exhaust compensator  
 H<sub>2</sub> - Total genset height including control box

Pesará por tanto 3,17t, y se ubicará en la cubierta superior, hacia la popa del buque.

Sus coordenadas son las siguientes: XG=8,8m y KG=10,36m sobre LB.

### 3.3.3 Peso de la hélice de maniobra

El peso de la hélice de proa se estima en base a buques similares, siendo:

Peso hélice maniobra: 6,5t

Ubicación: XG=59,6m, KG=1,6m

### 3.3.4 Peso de respetos y fluidos de circuitos

Con la siguiente formulación haremos una estimación del peso de los respetos que deberá llevar nuestro buque en función a su MCR. Se consideran también los fluidos existentes en los circuitos que son necesarios para la operación del buque.

$$\text{Peso respetos y fluidos} = n^{\text{º}} \text{ motores} * (a * \text{MCR}(kw) + b * \text{MCR}(kw)^{0,7})$$

Donde:

$$A=0,0109$$

$$B=0,07525$$

$$\text{Peso respetos y fluidos} = 1 * (0.00109 * (2252 * 0,85) + 0.07525 * (0.85 * 2252)^{0,7}) \\ = 17t$$

El centro de gravedad se estima en XG=12m KG=3,2m

### 3.3.5 *Peso de la instalación contraincendios*

Para estimar el peso de esta partida, se considera el volumen más desfavorable a proteger por el equipo contraincendios, que en nuestro caso será la bodega principal, de unos 1200m<sup>3</sup>, por tanto:

$$P_{\text{contraincendios}} = 0,0025 * 1200 = 3t$$

Como nuestro equipo contraincendios será un sistema por agua nebulizada, se instalará en su propio local, que está ubicado en la popa de la cubierta superior, próximo al local del MAE, y con las siguientes coordenadas: XG=2,5m KG=10,8m

### 3.3.6 *Peso de las tuberías y bombas de CM*

Para estimar el peso de tuberías y bombas en la sala de máquinas de nuestro buque proyecto haremos una estimación en función al dato de la potencia máxima, que ya conocemos tras los cálculos preliminares del cuaderno 6:

$$P_{\text{tuberías y bombas CM}} = 0,00981 * POT$$

$$P_{\text{tuberías y bombas CM}} = 0,00981 * 2973,28 = 22.09t$$

### 3.3.7 *Peso de las tuberías y bombas del casco*

Se estima también mediante formulación:

$$P_{\text{tuberías y bombas casco}} = 0,0047 * L_{pp} * (L_{pp} * B)^{0,5}$$

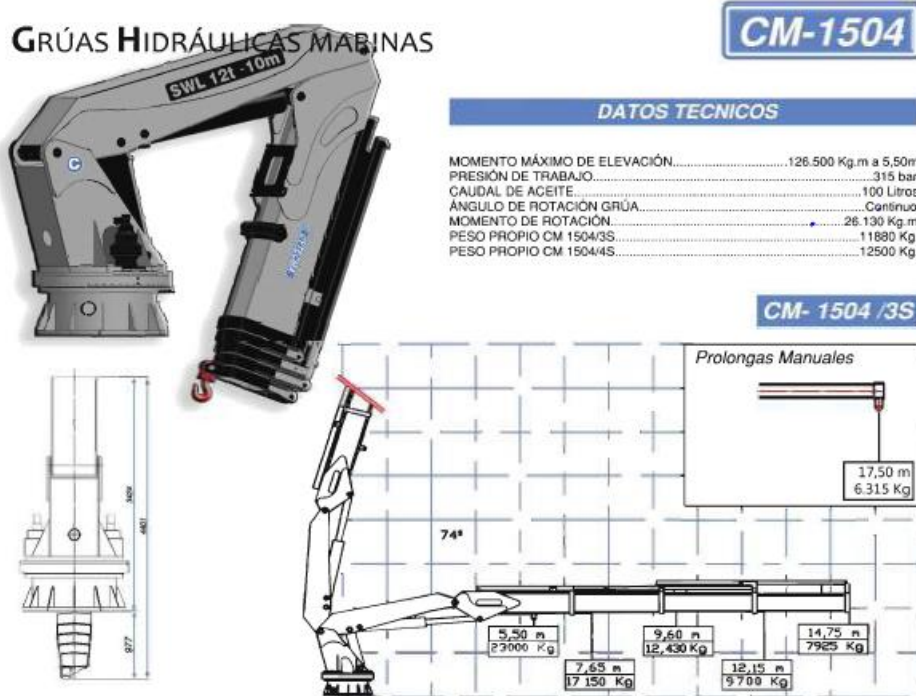
Siendo Lpp=61m y B=15m, tenemos que el peso de las tuberías y bombas del casco será de:

$$P_{\text{tuberías y bombas casco}} = 8.67t$$

### 3.3.8 Peso de equipos de carga y descarga

Basándonos en los medios de carga y descarga que tienen los buques de nuestra base de datos, decidimos instalar los siguientes equipos:

- Una grúa de cubierta 10t a 10m de alcance (grúa 1):



El peso de este equipo es de 11,8t y se ubica en la cubierta castillo bajo, con coordenadas XG=21,2m y KG=12,9m.

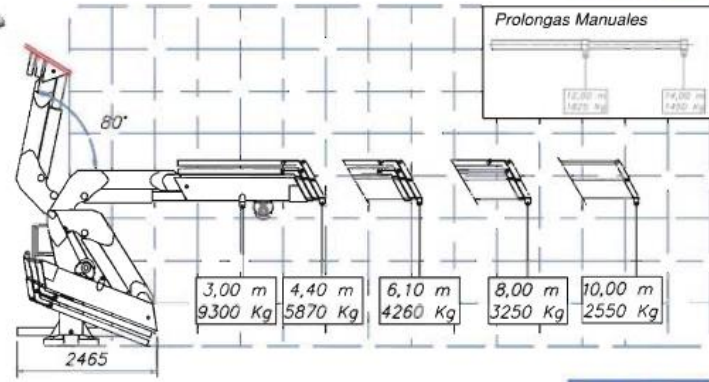
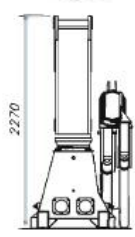
-2 grúas de 2 t a 10 m de alcance (una a babor y otra a estribor de la cubierta castillo alto, grúas 2):

**GRÚAS HIDRÁULICAS MARINAS**

**CM-304**

**DATOS TECNICOS**

MOMENTO MÁXIMO DE ELEVACIÓN.....	27.465Kg.m a 3,37 m
PRESIÓN DE TRABAJO.....	280 bar.
CAUDAL DE ACEITE.....	60 Litros
ÁNGULO DE ROTACIÓN GRÚA.....	420º
MOMENTO DE ROTACIÓN.....	5.580 Kg.m
PESO PROPIO CM 304/3S.....	3200 Kg.
PESO PROPIO CM 304/4S.....	3350 Kg.



**CM- 304 /3S**

Su peso será entonces de 3,2t y la altura del centro de gravedad de las mismas estará a 15,8m desde la línea base, y a 31,5m de distancia de la perpendicular de popa.

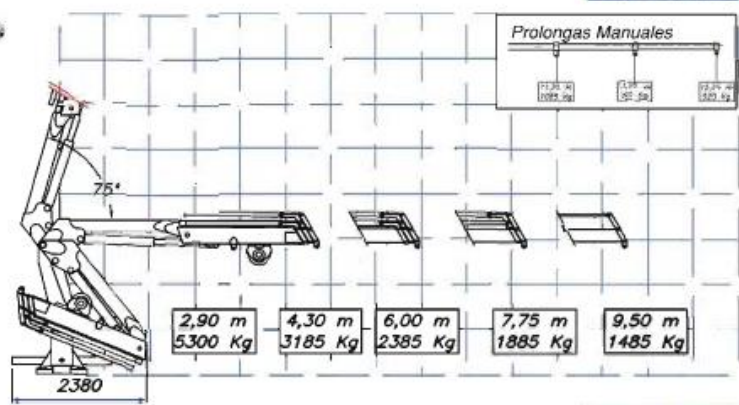
-Una grúa en la cubierta puente de 1.5t a 8m:

**GRÚAS HIDRÁULICAS MARINAS**

**CM-184**

**DATOS TECNICOS**

MOMENTO MÁXIMO DE ELEVACIÓN.....	15.370 Kg.m a 2,90m
PRESIÓN DE TRABAJO.....	315 bar.
CAUDAL DE ACEITE.....	40 Litros
ÁNGULO DE ROTACIÓN GRÚA.....	390º
MOMENTO DE ROTACIÓN.....	2880 Kg.m
PESO PROPIO CM 184/3S.....	1.950 Kg.
PESO PROPIO CM 184/4S.....	2.055 Kg.



**CM- 184 /3S**


Los datos que nos interesan de esta grúa son, por tanto, el peso, 1,95t, y su ubicación: XG=37,8m y KG=18,2m

### 3.3.9 Pescante bote rescate

Para el bote de rescate que disponemos en la cubierta castillo bajo, tenemos que disponer un pescante que permita bajarlo y subirlo del agua cuando sea necesario el uso del mismo.

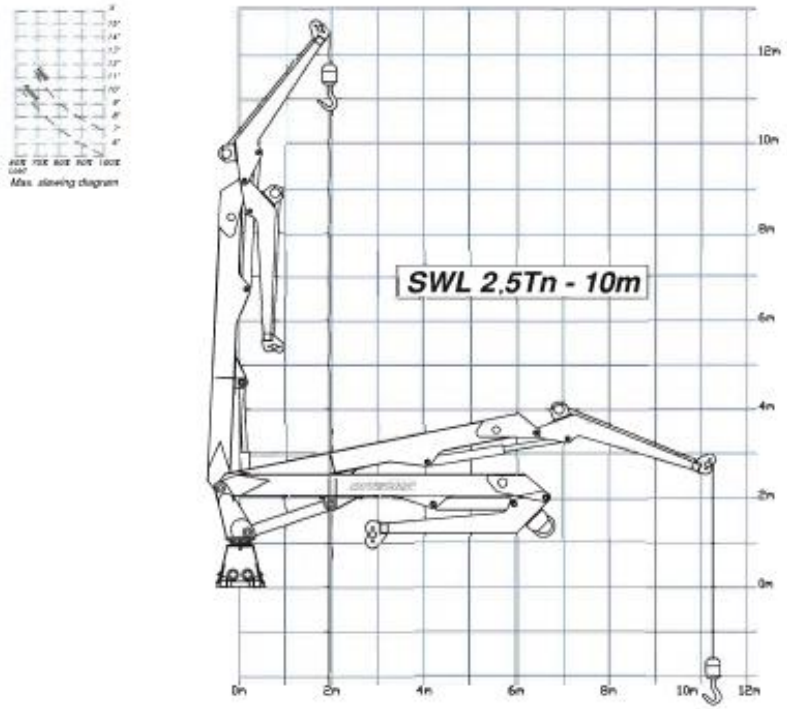
Se escoge un pescante de la marca Cytecma, igual que las demás grúas de cubierta:

**GRÚAS HIDRÁULICAS MARINAS** **CM-400.10 BL**



**DATOS TÉCNICOS**

MOMENTO MÁXIMO DE ELEVACIÓN..... 2,5Tn. a 10 m.  
 PRESIÓN DE TRABAJO..... 300 bar.  
 CAUDAL DE ACEITE..... 45 l/min.  
 ÁNGULO DE ROTACIÓN GRUA..... 360°  
 MOMENTO DE ROTACIÓN..... 10.385 Kg/m  
 PESO PROPIO CM 400.10 BL..... 4.300 kg



**SWL 2.5Tn - 10m**

Disponemos de una amplia gama de productos y accesorios.  
 Diseñamos y fabricamos según sus necesidades.  
**CONSTRUIDAS SEGÚN NORMAS ALEMANAS DIN 15018, GRUPO B-3, H1**  
**CERTIFICACIÓN ISO 9001**  
 Nos reservamos el derecho a modificar sin previo aviso

El peso del pescante será por tanto de 4tn, y se ubicará en una zona próxima al bote de rescate, en la sección media del buque en la cubierta castillo bajo.

### *3.3.10 Peso de compresores frigoríficos*

El peso de los compresores de las cámaras frigoríficas se estima en 6 toneladas. Recordemos que tanto la bodega principal como la de entrepuente suman un total de 1500m3 donde la carga se almacena refrigerada. En la zona de popa de la cubierta principal, donde se encuentran la planta de procesado y los túneles de congelación se ubica el local diseñado para albergar estos equipos compresores.

### *3.3.11 Peso de la planta de agua dulce*

Para la estimación del peso de la planta de generación de agua dulce tenemos que considerar que nuestra tripulación es de 32 tripulantes y el consumo diario de 125 l/día

$$\text{Peso planta gen AD} = \frac{1,45 * (44,85 * \text{capacidad} + 600,6)}{1000}$$

Se estima una capacidad de 4t diarias, por tanto,

$$\text{Peso planta gen AD} = 1.13 \text{ t}$$

### *3.3.12 Peso de la planta séptica*

El peso de la planta séptica se estima en 2,8t y se ubicará en XG=16m KG=3,1m.

### *3.3.13 Peso del separador de sentinas*

El separador de sentinas tendrá un peso de 0,6t, y su localización será en cámara de máquinas.

### *3.3.14 Peso de la maquinaria de procesado del pescado*

El equipo del parque de pesca se estima que pese 18,5t y se ubicará en XG=25,5m KG=7,4m

### *3.3.15 Peso de túneles de congelación*

Su centro de gravedad estará en XG=47m y KG=7,4m, y su peso será de 7,5 toneladas.

### *3.3.16 Peso del aislamiento de las bodegas refrigeradas*

Las bodegas de 1500m3 se protegerán con un aislante de 300mm de poliuretano, con densidad 100kg/m3, por lo tanto, el peso de este aislante será de

$$\text{Paislante} = 40.5t$$

### 3.3.17 Peso de la habilitación

En este apartado procedemos a calcular el peso de la habilitación, que engloba el puente de gobierno, los camarotes, los comedores, salas comunes, sala de juegos, pasillos, cocina, gambuzas, lavandería, zona de ropa de aguas y vestuario.

Estas dimensiones se han medido en el plano en AutoCAD tras los planos definitivos del cuaderno 7, de disposición general.

Se ha considerado una densidad diferente según el espacio, y multiplicándolo por el área de ese espacio, hemos obtenido el peso. Para hallar el centro de gravedad total de la habilitación hemos calculado el momento respecto a X y respecto a Z de todos los espacios.

Tipo de espacio	A (m2)	densidad(kh/m2)	peso (t)	XG (m)	KG(m)	MOMX(ton-m)	MOMZ(ton-m)
Camarote de oficiales	192,000	130,000	24,960	47,700	15,800	1190,592	394,368
Camarote de tripulación	168,000	140,000	23,520	41,500	13,200	976,08	310,464
Comedores y salones	238,000	100,000	23,800	56,700	14,100	1349,46	335,58
Pasillos	120,000	70,000	8,400	40,200	14,100	337,68	118,44
Cocina	33,750	175,000	5,906	36,000	13,200	212,625	77,9625
Gambuza fresco	24,700	50,000	1,235	41,000	13,200	50,635	16,302
Gambuza frigorífica	29,800	180,000	5,364	48,000	13,200	257,472	70,8048
Lavandería	44,000	125,000	5,500	36,700	10,400	201,85	57,2
Enfermería	12,000	150,000	1,800	32,000	13,200	57,6	23,76
Vestuario	65,200	150,000	9,780	32,800	10,400	320,784	101,712
Zona ropa aguas	28,000	150,000	4,200	23,400	10,400	98,28	43,68
Puente de gobierno	137,700	120,000	16,524	46,800	18,800	773,3232	310,6512
<b>Total habilitación</b>	<b>1093,150</b>	<b>1540,000</b>	<b>130,989</b>	<b>44,480</b>	<b>14,207</b>	<b>5826,3812</b>	<b>1860,9245</b>

**Tabla 2: cálculos de peso y centro de gravedad de habilitación**

Concluimos pues que el peso de la habilitación será de 130,99t, y su centro de gravedad XG=44,48m KG=14,20m

### 3.3.18 Peso de sistemas de ventilación y aire acondicionado

Para calcular el peso del aire acondicionado empleamos la siguiente estimación:

$$Paacc = 0,02 * Sup habilitación$$

Según hemos calculado en la tabla 2, tenemos un área total de habilitación de 1093,15m<sup>2</sup>, por lo tanto:

$$Paacc = 0,02 * 1093,15 = 21.86 t$$



El centro de gravedad de los equipos de ventilación supondremos que será el mismo que para el peso de la habitación ya que, aunque los equipos compresores se ubiquen en un local por debajo de este KG, los conductos de ventilación se ubican en la parte superior de cada camarote o espacio. Por lo que la bajada del centro de gravedad ocasionada por la ubicación de los equipos se compensa con la subida del centro de gravedad ocasionada por la ubicación de los conductos de ventilación

### **3.3.19 Peso de equipos de salvamento**

Para estimar lo que pesará el equipo de salvamento de nuestro buque aplicamos la siguiente fórmula:

$$P_{\text{salvamento}} = 9,5 + NT * 0,1 = 12.7t$$

Donde NT es igual al número de tripulantes, que son 32 en el caso del buque proyecto.

### **3.3.20 Peso de sistema de protección catódica**

$$P_{\text{protección catódica}} = 0.008 * S_m$$

Donde  $S_m$  es la superficie mojada del buque, 784,65 m<sup>2</sup>, dato obtenido del modelo del buque en Maxsurf

$$P_{\text{protección catódica}} = 0.004 * 784.65 = 3.13t$$

### **3.3.21 Peso de puertas y escotillas**

Esta partida la desglosaremos en escotillas, puertas, portillos y ventanas, y escaleras exteriores:

#### **3.3.21.1 Escotilla del parque de pesca**

Para calcular el peso de la escotilla del parque de pesca necesitamos conocer su área. Estimamos que sus dimensiones serán de 3 metros de eslora por 3 metros de manga, por lo tanto el área de esta escotilla será de 9m<sup>2</sup>.

$$P_{\text{escotilla parque pesca}} = 0,1995 * A = 0,195 * 9 = 1.75t$$

#### **3.3.21.2 Escotillas de bodega**

Para calcular la escotilla de la bodega empleamos la misma fórmula, pero las dimensiones de esta escotilla serán de 2.4 x 2.4 m<sup>2</sup>, o sea que 5,76m<sup>2</sup> de superficie:

$$P_{\text{escotilla bodega}} = 0,1995 * A = 0,195 * 5.76 = 1.12t$$

### 3.3.21.3 Puertas

Para estimar el peso de la puertas:

$$\text{Peso puertas} = 0,56 * (\text{n}^\circ \text{ de cubiertas habitación} + 1) + 0,28 * \text{n}^\circ \text{ de casetas}$$

Entonces, el peso total de esta partida será de 2,52 t

### 3.3.21.4 Portillos y ventanas

$$\text{Peso portillos y ventanas} = 0,12 * \text{tripulantes} = 0,12 * 32 = 3,8t$$

### 3.3.21.5 Escaleras

$$\text{Peso escaleras exteriores} = 0,8 * \text{n}^\circ \text{ casetas} + 0,6 = 0,8 + 0,6 = 1,4t$$

### 3.3.21.6 Barandillas

$$\text{Peso barandillas} = 0,245 * (\text{n}^\circ \text{ cubiertas habitación} + 2t) + 0,03 * Lpp = 2,81t$$

### 3.3.22 Peso de pintura

Para estimar el peso de pintura tenemos en consideración el peso del acero, que resultó 795,7t, entonces:

$$\text{Peso pintura} = 0,008 * \text{Peso acero} = 6,36t$$

### 3.3.23 Peso del equipo de amarre y fondeo

Para calcular el peso del equipo de amarre y fondeo tenemos que calcular el numeral de equipo del buque, que será el que nos de el peso de cada elemento de este sistema:

Según el *Bureau Veritas NR 467 Pt B, Ch 9, Sec 4, Art 1.2.2*:

The Equipment Number EN is to be obtained from the following formula:

$$EN = \Delta^{2/3} + 2 h B + 0,1 A$$

El desplazamiento del buque es de 4228 t

La manga de trazado es B=15m

El área del perfil del casco lo estimamos en 520 m<sup>2</sup>

El parámetro h es la altura efectiva desde la línea de flotación de carga de verano a la parte superior de la caseta más alta, 15,5m

Sustituyendo estos valores en la fórmula obtenemos que el numeral de equipo es NE=862

NUMERAL DE EQUIPO			
Desplazamiento		4228	ton
B		15	m
A		520	m2
a		2,8	m
h1+h2+...		15,5	m
NE		862	

Conocido el numeral de equipo, nos apoyaremos en las tablas propuestas por el *Bureau Veritas NR467 Pt B, Ch 9, Sec 4* para calcular el peso del equipo de amarre y fondeo:

**Table 1 : Equipment**

Equipment number EN A ≤ EN < B		Stockless bower anchors		Stud link chain cables for bower anchors			
A	B	Number of anchors	Mass per anchor, in kg	Total length in m	Diameter, in mm		
					Q1	Q2	Q3
50	70	2	180	220,0	14,0	12,5	
70	90	2	240	220,0	16,0	14,0	
90	110	2	300	247,5	17,5	16,0	
110	130	2	360	247,5	19,0	17,5	
130	150	2	420	275,0	20,5	17,5	
150	175	2	480	275,0	22,0	19,0	
175	205	2	570	302,5	24,0	20,5	
205	240	2	660	302,5	26,0	22,0	20,5
240	280	2	780	330,0	28,0	24,0	22,0
280	320	2	900	357,5	30,0	26,0	24,0
320	360	2	1020	357,5	32,0	28,0	24,0
360	400	2	1140	385,0	34,0	30,0	26,0
400	450	2	1290	385,0	36,0	32,0	28,0
450	500	2	1440	412,5	38,0	34,0	30,0
500	550	2	1590	412,5	40,0	34,0	30,0
550	600	2	1740	440,0	42,0	36,0	32,0
600	660	2	1920	440,0	44,0	38,0	34,0
660	720	2	2100	440,0	46,0	40,0	36,0
720	780	2	2280	467,5	48,0	42,0	36,0
780	840	2	2460	467,5	50,0	44,0	38,0
840	910	2	2640	467,5	52,0	46,0	40,0
910	980	2	2850	495,0	54,0	48,0	42,0
980	1060	2	3060	495,0	56,0	50,0	44,0
1060	1140	2	3300	495,0	58,0	50,0	46,0
1140	1220	2	3540	522,5	60,0	52,0	46,0
1220	1300	2	3780	522,5	62,0	54,0	48,0
1300	1390	2	4050	522,5	64,0	56,0	50,0
1390	1480	2	4320	550,0	66,0	58,0	50,0
1480	1570	2	4590	550,0	68,0	60,0	52,0
1570	1670	2	4890	550,0	70,0	62,0	54,0
1670	1790	2	5250	577,5	73,0	64,0	56,0
1790	1930	2	5610	577,5	76,0	66,0	58,0

Como 840<862<910, la línea enmarcada se corresponde con nuestras necesidades.

### 3.3.23.1 Peso de anclas

Según recomendación del reglamento escogemos 2 anclas tipo hall con una masa de 2640 kg cada una

### 3.3.23.2 Peso de cadena

El largo de la cadena se proporciona también en la tabla 1 “numeral de equipo”, que es, como mínimo de 467,5m. Como cada largo de cadena tiene 27,5m, lo que equivale de 17 largos de cadena. La longitud de la cadena se tiene que dividir entre 2, mitad irá a babor y mitad a estribor, por lo que estos 17 largos de cadena serán 18, para así poder disponer 9 largos a cada banda.

Para conocer el diámetro de la cadena debemos definir primero el tipo de acero, que en nuestro caso será Q2, escogido por similitud a otros buques semejantes. El acero de clase Q2 tiene una tensión mínima de 295N/mm<sup>2</sup> y una tensión máxima de 490N/m<sup>2</sup>.

Al ser cadenas del tipo acero Q2 el diámetro de las mismas será 46mm.

Para conocer el peso de la cadena consultamos un catálogo de cadenas, en este caso de “R Trillo Cadenas y Anclas SL”.

Chain Diameter (mm)	Stud Link Chain kg/27.5 m	Common Link	Enlarged Link	End Link	Kenter Shackles	Joining Shackles	End Shackles	Swivel	Anchor Swivel Shackles A SW A (a)	Anchor Swivel Shackles A SW A (b)
14	128	0,26	0,39	0,32	0,6	0,67	1,50	1,05	-	-
16	150	0,35	0,49	0,57	0,65	0,95	1,52	1,34	-	-
17,5	197	0,50	0,66	0,67	0,88	1,34	2,05	1,73	-	-
19	256	0,66	0,85	1,06	1,13	1,84	2,41	2,17	-	-
20,5	258	0,80	1,02	1,06	1,36	2,2	3,25	2,2	-	-
22	324	1,04	1,30	1,58	1,64	2,65	3,95	3,5	17,5	7,6
24	370	1,30	1,65	1,84	2,13	3,4	5,12	4,53	17,5	9,9
26	431	1,64	2,03	2,74	2,58	4,5	6,70	5,79	37,6	12,5
28	496	2,04	2,48	3,23	3,3	5,19	8,10	7,25	37,6	15,7
30	563	2,48	3,58	3,74	4,15	6,32	10	9	91	19,4
32	655	2,98	4,45	4,74	5,06	8,24	11,77	10,03	91	23,4
34	712	3,54	5,21	5,54	6,01	9,55	14,2	12,75	107	28
36	800	4,23	5,99	6,95	6,89	11,31	16,55	14,96	107	33,4
38	888	4,96	6,15	7,66	8,4	13,45	19,55	17,44	107	39,4
40	1033	6,04	8,01	8,2	9,63	15,5	22,8	20,25	115	46
42	1084	6,65	9,04	9,92	11	18,1	26	25,4	115	53
44	1187	7,73	10,25	11,42	12,45	20,25	29,71	26,6	139	61
46	1310	8,80	11,54	13,92	14,1	23,33	34,3	30,67	139	70
48	1438	10,06	14,44	15,67	16,7	27,5	38	35,0	139	79
50	1545	11,28	16,06	17,7	19,0	31,6	45,2	40,5	264	89
52	1661	12,58	17,85	18,97	20,3	34,0	50,9	49,5	264	101
54	1791	14,10	19,60	20,84	23,7	38,5	53,8	50,5	270	113
56	1926	15,66	21,69	23,55	26,7	46,0	63	55,0	270	126
58	2085	17,83	24,0	25,95	27,2	46,8	70	64,6	294	140

Para un diámetro de 46mm, cada largo de cadena (27,5m), el peso será de 1310kg.

El peso total de las cadenas será pues de 1310kg por los 18 largos anteriormente calculados. Peso cadenas=23,58t

### 3.3.23.3 Peso de estachas de remolque

Para las estachas de remolque recurrimos a la siguiente tabla propuesta en el BV NR467, Pt B, Ch 9, App2:

**Table 1 : Tow line and mooring lines for EN ≤ 2000**

Equipment number EN A < EN ≤ B		Tow line		Mooring lines		
A	B	Minimum length, in m	Breaking load, in kN	N (1)	Length of each line, in m	Breaking load, in kN
50	70	180	98	3	80	37
70	90	180	98	3	100	40
90	110	180	98	3	110	42
110	130	180	98	3	110	48
130	150	180	98	3	120	53
150	175	180	98	3	120	59
175	205	180	112	3	120	64
205	240	180	129	4	120	69
240	280	180	150	4	120	75
280	320	180	174	4	140	80
320	360	180	207	4	140	85
360	400	180	224	4	140	96
400	450	180	250	4	140	107
450	500	180	277	4	140	117
500	550	190	306	4	160	134
550	600	190	338	4	160	143
600	660	190	370	4	160	160
660	720	190	406	4	160	171
720	780	190	441	4	170	187
780	840	190	479	4	170	202
840	910	190	518	4	170	218
910	980	190	559	4	170	235
980	1060	200	603	4	180	250
1060	1140	200	647	4	180	272
1140	1220	200	691	4	180	293
1220	1300	200	738	4	180	309

El cable de remolque tendrá entonces una longitud de 190m y un diámetro de 52mm<sup>1</sup>. Adjuntamos a continuación una tabla de un catálogo de estachas, esta en concreto indicada para ser utilizada en el remolque del buque. La estacha señalada cumple el requisito de tener una carga de rotura mínima de 518kN, y para el diámetro de 52mm, el peso de la misma será de 164kg/100m, por lo que el peso final de nuestra estacha de amarre será de 311,5kg.

### 3.3.23.4 Peso de estachas de amarre

Las líneas de amarre, al igual que las de remolque, se definen en la tabla propuesta por el Bureau Veritas, que nos dice que, como mínimo debemos tener 4 líneas de amarre de 170m con una carga de rotura de 218kN.

La sociedad de clasificación nos indica unos requisitos mínimos a cumplir sobre el amarre, pero, en este caso, por similitud con otros buques de este tipo, dotaremos al buque de 6 líneas de amarre.

Escogemos una estacha de 8 cordones que está específicamente indicada para el empleo en el amarre del buque. Escogeremos la de diámetro 36mm para que cumpla el requisito de carga de rotura y, sabiendo que su peso es de 69kg/100m, calculamos el peso total de las líneas de amarre. Tenemos 6 líneas de amarre de 170m cada una, por lo que el peso total es de 703,8kg.

### **3.3.23.5 Peso de molinete**

El peso del molinete se estima en 6,5 toneladas, tomando como referencia los equipos de amarre de los buques de la base de datos.

### **3.3.23.6 Peso de cabrestante**

Tomamos como referencia también el cabrestante de un buque similar y concluimos que el peso del nuestro será de 1,5t

### **3.3.23.7 Peso de bitas de amarre**

Se estima un peso de 4 toneladas para esta partida.

#### *3.3.24 Peso de equipos de navegación*

Según el libro de Fernando Junco Ocampo, el peso total de esta partida se puede aproximar a 2t

#### *3.3.25 Peso de equipos del sistema eléctrico*

##### **3.3.25.1 Instalación eléctrica**

La formulación para estimar el peso de la instalación eléctrica del buque es la siguiente:

$$\text{Peso instalación eléctrica} = \text{longitud cable} * \frac{\text{Potencia kw}}{1000}$$

Donde:

$$\text{Longitud cable} = 1,82 + 0,268 * Lpp + 0,000597 * Lpp^2 = 20.38km$$

Entonces:

$$\text{Peso instalación eléctrica} = 36.68t$$

##### **3.3.25.2 Cuadro eléctrico**

El peso del cuadro eléctrico se estima en 2 toneladas según información de buques base y se ubicará en la cámara de máquinas.

#### *3.3.26 Peso pórtico de popa*

Para conocer el peso de esta partida, hemos aproximado el peso de la misma a los datos que tenemos sobre buques pesqueros similares, ya que no se encuentra formulación para calcular un pórtico con formas tan singulares como son los de los pesqueros. Los buques base tienen pórticos cuyo peso ronda las 5 toneladas, por lo que aceptaremos esta cifra como válida.

Adjuntamos imagen de un buque de la base de datos, donde se puede apreciar el característico pórtico de popa, necesario para las labores de pesca.



**Ilustración 1: pórtico de popa buque Oshiveli**

Extracto de un artículo de la revista “Construcción naval” sobre el buque Ilivileq:

Nervión Industries ha intervenido en la prefabricación y montaje del casco en acero y de la superestructura construida en aluminio naval.

Hidramarín colaboró con:

- Pórtico de popa de 5 Ton

### *3.3.27 Equipos de pesca*

El peso de todos los equipos de pesca se estima en base a la información que tenemos de los buques Argos Cíes y Monteferro. Se anexan al final artículos de revistas donde aparecen descritas estas maquinillas y equipos.

#### **3.3.27.1 Maquinillas de arrastre**

Se dispondrá de 2 unidades, de 8 toneladas cada una, situadas en la proa del barco, sobre la cubierta superior.

#### **3.3.27.2 Maquinilla de malletas**

Se sitúan también a proa, y son 2 unidades, con un peso de 3 toneladas cada una.



### **3.3.27.3 Tambor de red**

El tambor de red tendrá un peso de 10 toneladas, y sus coordenadas serán XG=59,6m y KG=10,1m

### **3.3.27.4 Maquinillas de volteo de copo**

Se opta por instalar dos unidades de 2,8 toneladas cada una, a 28,2m desde la perpendicular de popa y 12,7m desde la línea base.

### **3.3.27.5 Maquinilla auxiliar**

El peso de esta maquinilla auxiliar se estima en 2,5 toneladas, y se ubica a popa del buque

### **3.3.27.6 Pastecas y sistema hidráulico**

Esta partida está compuesta por las pastecas y la hidráulica del sistema de pesca, que tendrá un peso aproximado de 2 toneladas, y cuyo centro de gravedad estará en XG=5,2m y KG=11,2m.

### *3.3.28 Lista de pesos y momentos de otros equipos*

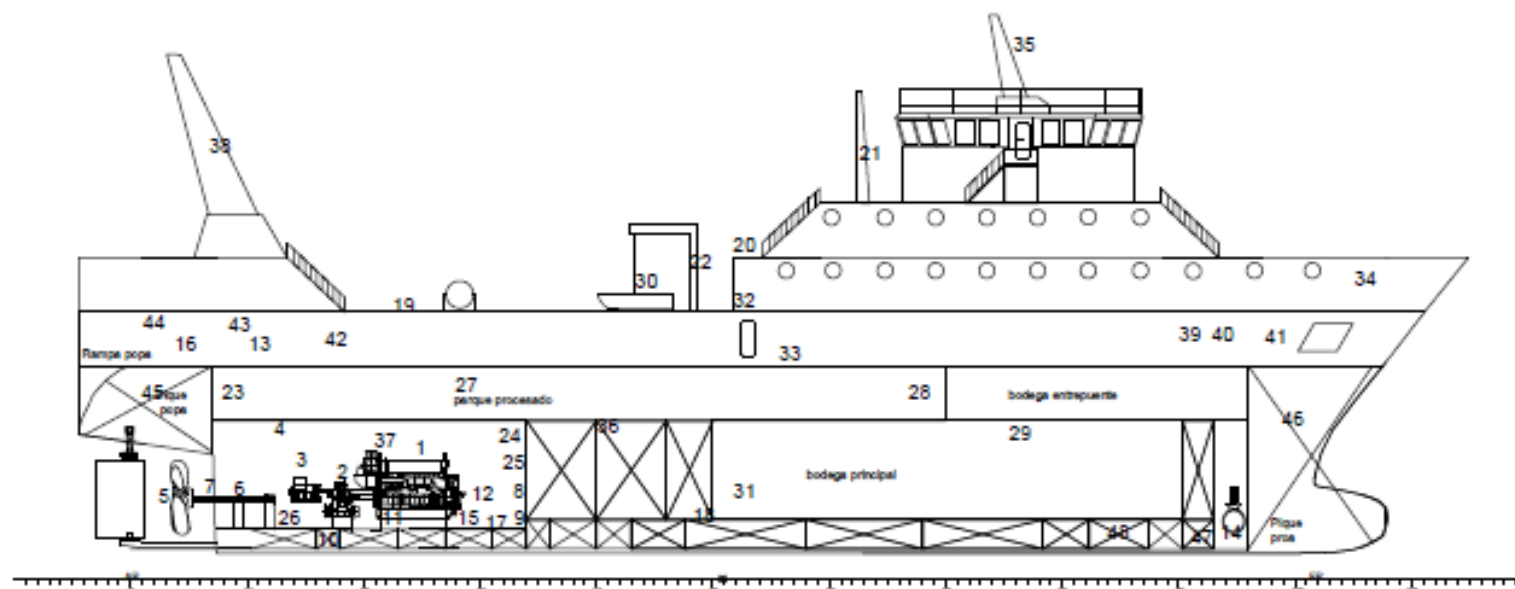
Adjuntamos la tabla Excel donde se realizaron los cálculos correspondientes a la partida de “peso de otros equipos”:

		Peso (t)	XG(m)	KG(m)	MOMX(t-m)	MOMZ(t-m)
OTROS EQUIPOS	Generador Er	3,800	12,400	2,300	47,120	8,740
	Generador Br	3,800	12,400	2,300	47,120	8,740
	Generador de emergencia	3,170	8,800	10,360	27,896	32,841
	Hélice de maniobra	6,500	59,600	1,600	119,200	3,200
	Respetos y fluidos	17,000	12,000	3,200	204,000	54,400
	Contraincendios	3,000	2,500	10,800	7,500	32,400
	Tuberías y bombas de CM	22,090	12,500	2,500	276,125	55,225
	Tuberías y bombas del casco	8,670	31,000	6,400	268,770	55,488
	Grúa 1	11,800	21,200	12,900	250,160	152,220
	Grúa 2 BR	3,200	31,500	15,800	100,800	50,560
	Grúa 2 ER	3,200	31,500	15,800	100,800	50,560
	Grúa cubierta puente	1,950	37,800	18,200	73,710	35,490
	Pescante bote rescate	4,000	29,200	13,200	116,800	52,800
	Compresores frigoríficos	6,000	4,100	7,300	24,600	43,800
	Planta agua dulce	1,130	12,800	3,000	14,464	3,390
	Planta séptica	2,800	16,000	3,100	44,800	8,680
	Separador de sentinas	0,600	8,200	3,200	4,920	1,920
	Maquinaria de procesado del pescado	18,500	25,500	7,400	471,750	136,900
	Túneles de congelación	7,500	47,000	7,400	352,500	55,500
	Aislamiento de las bodegas refrigeradas	40,500	44,500	6,900	1802,250	279,450
	Habilitación	130,989	44,480	14,207	5826,381	1860,925
	Sistemas de ventilación y aire acondicionado	21,860	44,550	14,207	973,863	310,565
	Equipos de salvamento	12,700	13,800	30,000	175,260	381,000
	Sistema de protección catódica	3,130	30,500	1,900	95,465	5,947
	Escotilla del parque de pesca	1,750	7,200	9,500	12,600	16,625
	Escotilla de bodega	1,120	48,900	6,700	54,768	7,504
Puertas y escotillas	2,520	44,000	12,200	110,880	30,744	

	Portillos y ventanas	3,800	45,100	12,200	171,380	46,360
	Escaleras exteriores	1,400	31,000	13,400	43,400	18,760
	Barandillas	2,810	42,200	15,300	118,582	42,993
	Pintura	6,360	31,000	8,200	197,160	52,152
	Anclas	0,528	58,000	11,500	30,624	6,072
	Cadena	23,580	57,000	10,500	1344,060	247,590
	Estachas amarre y remolque	1,010	62,000	13,000	62,620	13,130
	Molinete	6,500	63,000	14,800	409,500	96,200
	Cabrestante	1,500	61,000	14,600	91,500	21,900
	Bitas de amarre	4,000	65,100	15,200	260,400	60,800
	Equipos de navegación	2,000	43,000	24,200	86,000	48,400
	Instalación eléctrica	36,680	31,000	6,600	1137,080	242,088
	Cuadro eléctrico	2,000	11,000	4,200	22,000	8,400
	Pórtico de popa	5,000	6,300	19,600	72,450	225,400
	Maquinillas de arrastre (2 unidades)	16,000	61,200	9,600	979,200	153,600
	Maquinillas de malletas (2 unidades)	3,000	61,200	9,600	183,600	28,800
	Tambor de red	10,000	59,600	10,100	596,000	101,000
	Maquinillas de volteo de copo (2 unidades)	5,600	28,200	12,700	157,920	71,120
	Maquinilla auxilair	2,500	12,500	9,300	31,250	23,250
	Pastecas e hidráulica	2,000	5,200	11,200	10,400	22,400
	<b>TOTAL</b>	<b>486,047</b>	<b>30,800</b>	<b>10,849</b>	<b>14970,255</b>	<b>5273,229</b>

## **4 JUSTIFICACIÓN DEL CENTRO DE GRAVEDAD SOBRE EL PLANO DE DISPOSICIÓN GENERAL**

Adjuntamos plano justificativo del centro de gravedad de cada partida sobre el mismo.



1	Motor principal	15	Respetos y fluidos	29	Aislamiento bodegas	43	Maquinilla auxiliar
2	Reductora	16	Contraincendios	30	Equipos salvamento	44	Pastecas e hidráulica
3	Generador de cola	17	Tuberías y bombas CM	31	Sistema protección catódica	45	Pique de popa
4	Chimenea	18	Tuberías y bombas casco	32	Escotillas y medios de acceso	46	Pique de proa
5	Hélice propulsora	19	Grúa 1	33	Pintura	47	Lastre 1
6	Línea de ejes	20	Grúas 2	34	Equipo de amarre y fondeo	48	Lastre 2
7	Tobera	21	Grúa cubierta puente	35	Equipos de navegación		
8	Compresores	22	Pescante bote de rescate	36	Instalación eléctrica		
9	Botellas aire comprimido	23	Compresores frigoríficos	37	Cuadro eléctrico		
10	Aceite sistema	24	Planta agua dulce	38	Pórtico de popa		
11	Tecles	25	Planta séptica	39	Maquinillas de arrastre		
12	Generadores	26	Separador de sentinas	40	Maquinillas de malletas		
13	Generador de emergencia	27	Maquinaria procesado pescado	41	Tambor de red		
14	Hélice de maniobra	28	Túneles congelación	42	Maquinillas de volteo de copo		

INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA

CUADERNO 2

ARRASTRERO CONGELADOR 1500M3

ESCALA

1:300

PLANO

PESOS Y CENTROS DE GRAVEDAD

EPS FERROL

UNIVERSIDADE DA CORUÑA

CARLA FUENTES LORENZO

## 5 MÁRGENES CONSIDERADOS EN EL PESO Y EN LOS CENTROS DE GRAVEDAD

A continuación, se adjunta una tabla a modo resumen de los pesos del buque desglosados por partidas. Se muestran también los centros de gravedad resultantes de cada partida y el centro de gravedad total del peso en rosca:

	Peso (t)	XG(m)	KG(m)	MOMX(t-m)	MOMZ(t-m)
PESO ACEROS	860,810	28,700	6,450	24705,247	5552,225
PESO MAQUINARIA PROPULSORA	178,360	6,579	3,915	1173,479	698,330
PESO OTROS EQUIPOS	486,047	30,800	10,849	14970,255	5273,229
<b>TOTAL PESO EN ROSCA SIN MARGEN</b>	<b>1525,217</b>	<b>26,782</b>	<b>7,556</b>	<b>40848,981</b>	<b>11523,784</b>

La anterior tabla muestra los resultados de pesos y centros de gravedad que hemos obtenido sumando cada una de las partidas, pero, como muchas de estas partidas las hemos estimado, la cifra que obtenemos no es muy precisa, por lo que le aplicamos un margen del 5%:

	Peso (t)	XG(m)	KG(m)	MOMX(t-m)	MOMZ(t-m)
PESO ACEROS	860,810	28,700	6,450	24705,247	5552,225
PESO MAQUINARIA PROPULSORA	178,030	6,579	3,915	1171,307	697,038
PESO OTROS EQUIPOS	486,047	30,800	10,849	14970,255	5273,229
<b>TOTAL PESO EN ROSCA SIN MARGEN</b>	<b>1524,887</b>	<b>26,787</b>	<b>7,556</b>	<b>40846,810</b>	<b>11522,492</b>
MARGEN 5%	76,244				
<b>TOTAL PESO EN ROSCA CON MARGEN</b>	<b>1601,132</b>				

Entonces, el **peso en rosca** de nuestro buque será de **1601,2t**, y su centro de gravedad: **XG 26,75m** y **KG=7,6m**.

## 6 COMPROBACIÓN DEL PESO MUERTO Y DE LA CARGA ÚTIL

Una vez conocido el peso en rosca del buque, procedemos a comprobar el peso muerto del mismo.

El peso muerto está formado por la carga (pescado en las bodegas), el peso de la tripulación, pertrechos y consumos.

Los cálculos de estimación del peso muerto y la carga se realizan de la siguiente manera:

:

$$PM = Pcarga + Ppert + 35\%Pconsumos$$

Donde el peso de la carga será la capacidad de bodegas (1500m<sup>3</sup>) por la densidad del pescado blanco paletizado y congelado (0,63t/m<sup>3</sup>), entonces, el peso de la carga en las bodegas será de 945 toneladas. Tomamos los datos de pesos de pertrechos y consumos del cuaderno 1:

$$PM = 945 + (25 + 4) + 35\%(309,5 + 12,38 + 21,03 + 6,4) = 1096,25t$$

Ahora que conocemos el peso en rosca de nuestro buque, comprobamos el desplazamiento del mismo:

Lo que sí se modifica es el valor del peso en rosca, que ahora conocemos con más exactitud. Comprobamos pues:

$$\Delta = PM + PR$$

Donde el valor del peso muerto se obtiene de los cálculos del cuaderno 1:

$$\Delta \text{ vuelta caladero} = 1096,25 + 1601,2 = 2697,45t$$

Comprobamos ahora este desplazamiento con el desplazamiento obtenido de las formas de 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

Tras modelizar el casco obtenemos un desplazamiento de 4228 toneladas, muy similar al calculado por formulación (2697,45t), por lo que aceptamos que la estimación de pesos es correcta.

El valor de peso en rosca que calculamos en este cuaderno se asemeja también a los datos de peso en rosca de buques de dimensiones similares, por lo que aceptamos su validez para cálculos posteriores.



## 7 BIBLIOGRAFÍA

BUREAU VERITAS, 2020. Rules for the Classification of Steel Ships. .  
Consolidat. S.l.: s.n.,

JUNCO OCAMPO, F. *PROYECTO DE BUQUES Y ARTEFACTOS. CÁLCULO DEL DESPLAZAMIENTO*. S.l.: s.n.

JUNCO OCAMPO, F. y MOHAMMED REDA, C., 2000. Proyecto básico del buque arrastrero congelador por popa. *INGENIERÍA NAVAL*,

## 8 ANEXO I: EQUIPOS DE PESCA BUQUE ARGOS CÍES



### IBERCISA DECK MACHINERY

#### Maquinaria de pesca con accionamiento eléctrico

Ibercisa Deck Machinery ha diseñado, fabricado y suministrado la maquinaria de cubierta del buque. Los equipos, que incorporan tecnología de última generación desarrollada por Ibercisa Deck Machinery, son de accionamiento eléctrico, que permite un mejor control así como una reducción de costes de mantenimiento y una mejora en la eficiencia energética y medioambiental de la embarcación, con una menor huella ecológica.

#### EL ARGOS CÍES INCORPORA:

- ▶ **Dos unidades de maquinillas de arrastre eléctricas** con sistema AC con devolución de energía accionadas por motor eléctrico de 320 kW a 741 rpm, con capacidad para 3400 metros de cable de Ø32 mm y una capacidad nominal de tiro de 39 toneladas a 44 m/min en primera capa.
- ▶ **Dos maquinillas de lenteón eléctricas** accionadas por motor de 132 kW a 1488 rpm con capacidad para 200 metros de cable de Ø40 mm y una potencia nominal de tiro de 29,5 toneladas a 25 m/min en primera capa.
- ▶ **Dos maquinillas de malletas eléctricas** accionadas por motor de 160 kW a 1480 rpm con capacidad para 300 metros de cable de Ø60 mm con una potencia de tiro nominal en primera capa de 28,2 toneladas a 30,7 m/min,
- ▶ **Dos maquinillas de malletas eléctricas** accionadas por motor de 125 kW a 1488 rpm con capacidad para 300 metros de cable de Ø60 mm y una capacidad de tiro nominal en primera capa de 17,3 toneladas a 40,3 m/min.
- ▶ **Dos maquinillas de copo eléctricas** accionadas por motor de 125 kW a 1488 rpm con capacidad para 100 metros de cable de Ø24 mm, y con una capacidad nominal de tiro de 22,9 toneladas a 30 m/min en primera capa.
- ▶ **Un molinete de anclas eléctrico doble** accionado por motor de 150kW a 1465 rpm con capacidad para estacha de Ø60 mm o cadena de Ø34 mm.
- ▶ **Dos cabestrantes eléctricos** accionados por

motor de 2 kW a 1477 rpm y con capacidad para estacha de Ø50 mm y una capacidad de tiro de 4,9 toneladas a 23,9 m/min.

▶ **Una maquinilla de largado de copo eléctrica** accionada por motor de 30 kW a 1465 rpm. Con capacidad para 50 metros de cable de Ø22 mm y una capacidad de tiro nominal de 3,6 toneladas a 42,2 m/min en primera capa.

▶ **Un tambor de red eléctrico**, con accionamiento independiente por cada carretel, por motor de 125 kW a 1480 rpm con capacidad de tiro de 26 toneladas a 25 m/min nominal en primera capa.

▶ **Dos maquinillas auxiliares eléctricas** con capacidad para 60 metros de cable de Ø12 mm, accionadas por motor de 11 kW a 1460 rpm y una capacidad de tiro nominal de 1,67 toneladas a 36,4 m/min.

▶ **Una sonda de red eléctrica** accionada por motor de 30 kW a 1450 rpm con capacidad para 3000 metros de cable de Ø11,2 mm y una capacidad nominal de tiro de 3,4 toneladas a 49,5 m/min en primera capa.

Asimismo, el suministro incluye, dos estores, sistema automático de arrastre para maquinillas de arrastre y de sonda; sistema de control para

maquinillas; y equipo eléctrico para las maquinillas de arrastre, tambor de red y maquinillas auxiliares con convertidores de frecuencia refrigerados por agua y con devolución de energía.

Ibercisa ha mostrado su satisfacción por haber formado parte de este proyecto de buque de "nueva generación". "El "Monteferro" de la armadora Kalamar, que también opera en aguas de Malvinas con la misma tecnología de Ibercisa, ha demostrado un magnífico rendimiento tras su primer año de pesca en este caladero en condiciones exigentes por su meteorología y remota situación", apunta la empresa que se muestra convencida de que el "Argos Cíes" obtendrá resultados similares. Para ello, durante las primeras semanas técnicos de Ibercisa monitorizarán y mantendrán contacto constante con el buque. "Es en las primeras pruebas de pesca donde se hace esencial la configuración de los sistemas de control de forma que satisfagan completamente las preferencias del capitán y su tripulación y es una excelente ocasión para los técnicos de Ibercisa de seguir aprendiendo acerca de las distintas modalidades de pesca y de cómo continuar mejorando nuestros sistemas", concluye Ibercisa Deck Machinery. ●



## 9 ANEXO II: EQUIPOS DE PESCA BUQUE MONTEFERRO

**ES** MONTEFERRO CN 284  
Empresas

### 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 lanteón 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 una 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



**ES** MONTEFERRO CN 284  
Empresas

por motor de 110 kW a 1.488 rpm con capacidad de tiro de 17,7 toneladas a 34,5 m/m en primer capa y una capacidad para 16,2 m<sup>3</sup> de red.

Desde Ibercisa Deck Machinery, Roberto Orro, director gerente de la compañía, explica que la empresa vive con entusiasmo el proceso de renovación de la flota pesquera española. El "Monteferro" es uno de los primeros buques que han apostado por renovar tras varias décadas. "Hasta el momento, estamos presentes en todos los buques significativos que se están construyendo en astilleros nacionales". Además, "los dos grandes segmentos mercados activos son la pesca y el remolque. En pesca estamos orgullosos de haber cogido los primeros contratos de la renovación de la flota pesquera rusa que, tras haber habilitado las nuevas cuotas, es un mercado muy importante y en el que afortunadamente estamos presentes ya desde la preinscripción hasta los primeros contratos de los astilleros de la corporación rusa OCK como por ejemplo Vyborg Shipyards", apunta Roberto Orro.

La empresa, que mantiene una fuerte apuesta por la tecnología de desarrollo

propio, destaca que "las últimas novedades son máquinas de remolque con altas prestaciones accionadas con doble motor con unas capacidades con baja inercia, capacidades de control-reacción ante tirones y evitar caídas de tensión en el cable; máquinas muy dinámicas, muy seguras y muy eficientes desde el punto de vista energético. Con muy bajos consumos hemos logrado hacer máquinas "full render recovery" con 200 kW instalados; lo que es significativo ya que son máquinas más eficientes con menos consumo a base de un control electrónico desarrollado; con unos sistemas propios de medición en tiempo real de la línea de tiro". Además, son equipos que disponen de un hardware para acceso remoto, que permite monitorización, asistencia y reprogramación a distancia.

Para ello, Ibercisa Deck Machinery cuenta con un equipo de más de 16 ingenieros titulados superiores, especializados en distintas disciplinas (eléctricos, hidráulicos, mecánicos, navales, etc). Todas sus máquinas pasan un riguroso análisis de simulación. "Trabajamos con software de análisis por elementos finitos, software de cálculo para diseño y predicción dinámica

"Hasta el momento, estamos presentes en todos los buques significativos que se están construyendo en astilleros nacionales"

y control de fatiga y unas pruebas reales en nuestras instalaciones. Unido a que controlamos todo el proceso de fabricación, toda la cadena de valor del producto, lo que hace posible poder entregar un producto diseñado a medida con las prestaciones ajustadas a las necesidades del cliente", explica Roberto Orro.

En estos momentos la empresa cuenta con un plan estratégico a 2020 de crecimiento para ganar significancia y posicionar a Ibercisa Deck Machinery en el rango de los 30-40 millones en los próximos años. En el panorama internacional, está reforzando alianzas y desarrollando un nuevo proyecto de expansión internacional. ●



## 10 ANEXO III: PÓRTICO DE POPA BUQUE ILVILEQ

### Construcción naval

Seyber suministró 3 válvulas AMOT DN 80 autocoaccionadas.

Lleva dos separadoras de Alfa Laval MDO/HFO, modelo S921, y una separadora LO (Lube Oil), modelo S921. Además de un generador agua dulce AquaBlue C-100-FS, también de Alfa Laval, con siete intercambiadores de calor para refrigeración de MMPP y auxiliares, recuperación de calor, servicios hidráulicos y winches, de los modelos M15, M6 y TL6.

Nerviön Industries ha intervenido en la prefabricación y montaje del casco en acero y de la superestructura construida en aluminio naval.

Hidramarín colaboró con:

- Pórtico de popa de 5 Ton
- Pórtico lateral articulado de 5 Ton.
- Central electrohidráulica para todos los equipos de cubierta

#### > Factoría y sistemas de congelación

La factoría de procesamiento gira en torno al sistema completo desarrollado e instalado por Carsoe AS, con una capacidad de producción de hasta 150 toneladas diarias, acompañada de bodegas refrigeradas para almacenar 1.000 toneladas de producto en bodegas de 690 m<sup>3</sup>.

Una vez vaciados los copos en las tolvas y trasladados hasta la factoría interior, la firma noruega Carsoe se hace cargo de la transformación mediante la completa planta de limpieza, empaquetado y ultracongelado. En el proceso, que requiere de muy escasa intervención del personal, las piezas son descabezadas, visceradas, fileteadas o cortadas en rodajas o dejadas enteras para ser posteriormente congeladas a -30°. Señalar que la maquinaria de fileteado ha sido desarrollada por la firma islandesa Vélfag.

El arrastrero también ha recibido la Hedinn Protein Plant (HPP- Héðinn hf.



> Equipos y parque de pesca a popa del "Ilvileq".

Islandia), para la producción a bordo de harina y aceite de pescado de forma altamente eficiente y económica, al aprovechar la práctica totalidad del producto restante tras el fileteado de los peces. La capacidad del Sistema de HPP es de tratar 50 toneladas cada 24 horas. La completa producción del arrastrero es de 150 toneladas diarias.

Dentro del montaje de la planta de procesamiento y otras instalaciones del buque, Termogal, especializada en aislamientos térmicos y carpintería naval en Vigo, trabajó en el aislamiento de la tubería de frío mediante fabricación e instalación de cilindros de chapa de acero inoxidable AISI 316 y posterior inyectado con espuma de poliuretano.

Igualmente, Termogal aisló la tubería de vapor y aceite térmico mediante coquillas de lana de roca con acabado aluminio o coquillas de lana de roca, revestidas con chapa de acero inoxidable para las zonas de paso. La tubería de la fábrica de harina de HPP fue aislada mediante coquilla de lana de roca revestida con chapa de acero inoxidable AISI-316. Finalmente, procedió al calorifugado de los escapes mediante manta armada de

lana de roca revestida con chapa de acero inoxidable AISI-316.

#### > Maquinaria de cubierta y electrónica

La empresa suministradora de maquinarias y equipos de cubierta para pesqueros Triples (MacGregor) ha entregado al astillero los siguientes elementos de cubierta:

- Grúa de 100 tm a 15 m de alcance, winche de 10 ton a 10 metros, winche auxiliar de 2.5 ton a 15 m.
- Grúa de 75 tm a 15 m, winche de 5 ton, y auxiliar de 3 ton.
- Grúa de 16 tm a 8 m

Por su parte, Rolls-Royce suministró la maquinilla Windlass para anclas; tres maquinillas de arrastre, con tambor de 3.000 m para alojar cable con diámetro de 34 mm, a velocidad de 42 metros/min y tiro de 51 toneladas; el winche del tambor para red de 26 m<sup>3</sup>, a una velocidad de 40 m/min y tiro de 40 toneladas; y hasta 20 diferentes winches utilizados para trabajar con todas las líneas, jaretas y cables necesarias en la maniobra del arte de pesca, incluidos los cables de sonda de la red.