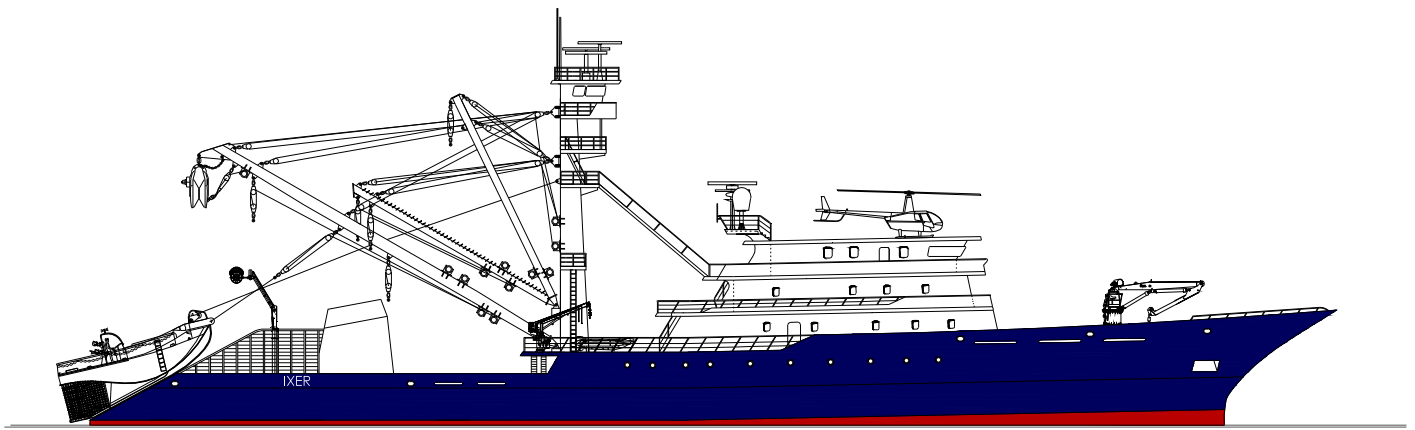


## CUADERNO 2

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



PROYECTO FIN DE GRADO nº 15-01

ATUNERO 2000 m3

Tutor: Vicente Diaz Casas



## INDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>2</b>
<b>2. PESO EN ROSCA .....</b>	<b>3</b>
2.1. PESO DEL ACERO .....	3
2.2. PESO DE LA MAQUINARIA .....	5
2.3. PESO DEL EQUIPO Y HABILITACIÓN.....	7
2.3.1. Peso de la protección anticorrosiva: .....	7
2.3.2. Peso del Equipo de amarre y fondeo: .....	8
2.3.3. Peso del equipo de navegación: .....	9
2.3.4. Peso del equipo de gobierno: .....	9
2.3.5. Peso equipos de salvamento: .....	10
2.3.6. Peso de los equipos contra incendios: .....	11
2.3.7. Peso de los equipos y elementos de maniobra de pesca y descarga: .....	12
2.3.8. Peso de equipos de transporte de atún. ....	13
2.3.9. Peso de cierres diversos y accesos: .....	13
2.3.10. Peso de la habilitación: .....	15
2.3.11. Peso de la instalación eléctrica: .....	16
2.3.12. Peso de la chimenea: .....	17
2.3.13. Peso de tuberías y bombas de casco: .....	17
2.3.14. Peso del grupo de emergencia: .....	18
2.3.15. Peso del aire acondicionado .....	18
2.3.16. Peso de la hélice .....	19
<b>3. PESO MUERTO.....</b>	<b>21</b>
3.1. PESO DE LA CARGA ÚTIL .....	21
3.2. PESO DE LA TRIPULACIÓN.....	21
3.3. PESO DE LOS CONSUMOS .....	22
3.3.1. COMBUSTIBLE .....	22
3.3.2. ACEITE .....	24
3.3.3. AGUA DULCE .....	24
3.3.4. VÍVERES .....	24
3.4. TANQUE ESTABILIZADOR.....	25
3.5. SALMUERA .....	25
3.6. PESO DE PERTRECHOS .....	26
<b>4. CALCULO DEL DESPLAZAMIENTO .....</b>	<b>27</b>



# 1. INTRODUCCIÓN

Como sabemos, el peso o desplazamiento del buque se descompone inicialmente en dos partidas de pesos:

Peso en rosca (WR): Suma de todos los pesos listo para navegar, excluyendo la carga, pasaje, pertrechos y consumos, pero incluyendo los fluidos en equipos y en tuberías

Peso muerto (PM): La carga o pasaje (es la verdadera razón de ser del buque) y todos aquellos medios imprescindibles para que el buque navegue adecuadamente como son: tripulación, consumos, víveres, pertrechos, lastre líquido (agua de mar).

De manera que:

$$\Delta = PM + WR$$

Este cuaderno trata de:

- Determinación del peso en rosca del buque proyecto según la suma de:
- Peso del acero.
- Peso de la maquinaria.
- Peso de los equipos.
- Peso de la habilitación.
- Estimación y cálculo de las coordenadas del centro de gravedad del peso en rosca.
- El centro de gravedad del peso muerto (DWT).

En el Cuaderno 1 se fijaron, después del estudio de la cifra de mérito, una serie de características dimensionales y adimensionales:

- Eslora total (Lt): 90 m
- Eslora entre perpendiculares (Lpp): 75 m
- Manga (B): 14,2 m
- Puntal a cubierta principal (Dcp): 6,95 m
- Puntal a cubierta superior (Dcs): 9,2 m
- Calado: 6,6 m
- Coeficiente prismático (Cp): 0,597
- Coeficiente de bloque (Cb): 0.589
- Desplazamiento ( $\Delta$ ): 4422,6 Tn
- Potencia (BHP): 4500KW

Las medidas de los centros de gravedad se realizarán mediante fórmulas obtenidas de libros específicos para dicha tarea o bien medidas en los planos del Cuaderno 1.



## 2. PESO EN ROSCA

Tal y como se ha indicado en la introducción el peso en rosca será la suma del peso de los aceros, la maquinaria, equipos y la habilitación.

### 2.1. PESO DEL ACERO

Nos basaremos en 4 métodos diferentes para realizar los cálculos.

#### METODO DE WATSON

El peso de los aceros se calcula del siguiente modo:

$$Ps = K \times E^{1,36} \times (0,65 + 0,5Cb_{80\%D})$$

Donde :

$$E = Lpp \times (B + T) + 0,85Lpp \times (D - T) + 0,85(ls \times hs) + 0,75 (lc \times hc)$$

- ls: Longitud de la superestructura. Según la disposición preliminar es 18,75 m
- hs: Altura de superestructura, midiendo en el plano tiene un valor de 2,25 m
- lc y hc: Longitud y altura de casetas que es 0 ya que el buque carece de ella.

Con estos datos se obtiene el valor de E:

$$E = 75 \times (14,2 + 6,36) + 0,85 \times 75 \times (6,95 - 6,36) + 0,85 \times (18,75 \times 2,25) = 1615,47$$

Para calcular el coeficiente de bloque al 85% del puntal:

$$Cb_{80\%D} = Cb + (1 - Cb) \times \left( \frac{0,8D - T}{3T} \right) =$$

$$Cb_{80\%D} = 0,589 + (1 - 0,589) \times \left( \frac{0,8 \times 6,95 - 6,36}{3 \times 6,36} \right) = 0,571$$

El valor de K va desde 0,044 a 0,051, tomamos K=0,051

De manera que operando con estos valores el peso del acero nos queda:

$$\begin{aligned} Ps &= K \times E^{1,36} \times (0,65 + 0,5Cb_{80\%D}) = \\ &= 0,051 \times 1615,47^{1,36} \times (0,65 + 0,5 \times 0,571) = 1148,08 \text{ Tn} \end{aligned}$$

$$\text{PS METODO WATSON} = 1101,28 \text{ Tn}$$



## MÉTODO DE F. JUNCO

Para calcular el peso de los aceros nos basamos en la siguiente expresión:

$$Ps = 0,14 \times L_{pp} \times B \times D = 0,14 \times 75 \times 14,2 \times 6,95 = 1036,24 \text{ Tn}$$

$$\text{PS METODO F. JUNCO} = 1036,24 \text{ Tn}$$

## MÉTODO DE A. OSORIO:

El peso de los aceros será:

$$\begin{aligned} Ps &= \left(\frac{L_{pp}}{10}\right)^{1,3760} \times \left(\frac{B \times D_{sup}}{100}\right)^{0,7449} \times (0,0542 - 0,0017Cb) \times 1000 = \\ &= \left(\frac{75}{10}\right)^{1,3760} \times \left(\frac{14,2 \times 9,2}{100}\right)^{0,7449} \times (0,0542 - 0,0017 \times 0,589) \times 1000 = 1038,60 \text{ Tn} \end{aligned}$$

$$\text{PS METODO DE A. SORIO} = 1038,6 \text{ Tn}$$

## MÉTODO DE GARCÍA GARCÉS

Utilizaremos este método para obtener el peso del acero y las coordenadas del centro de gravedad. Las expresiones que usemos serán las expresiones para buques frigoríficos, por su mayor similitud al buque proyecto en cuanto a formas.

Con este método tenemos que el peso de los aceros es:

$$Ps = 0,0304 L^{1,5} \times B \times D_{sup}^{0,5} = 0,0304 \times 75^{1,5} \times 14,2 \times 9,2^{0,5} = 850,44 \text{ Tn}$$

$$\text{PS METODO DE GARCIA GARCÉS} = 850,44 \text{ Tn}$$

Las coordenadas del centro de gravedad son:

$$KG_{PS} = 0,918 \times D_{sup}^{0,86} = 0,918 \times 9,2^{0,86} = 6,19 \text{ m}$$

$$XG_{PS} = 0,943 \times L^{0,83} = 0,943 \times 75^{0,83} = 33,94 \text{ m}$$



El valor final será la media aritmética, pero se excluirá el valor del método de García Garcés ya que dista mucho de los otros valores, sin embargo mantendremos los valores de los centros de gravedad

$$\frac{1101,28 + 1036,24 + 1038,6}{3} = 1058,69 \text{ Tn}$$

**PESO DE ACEROS = 1058,69 Tn**

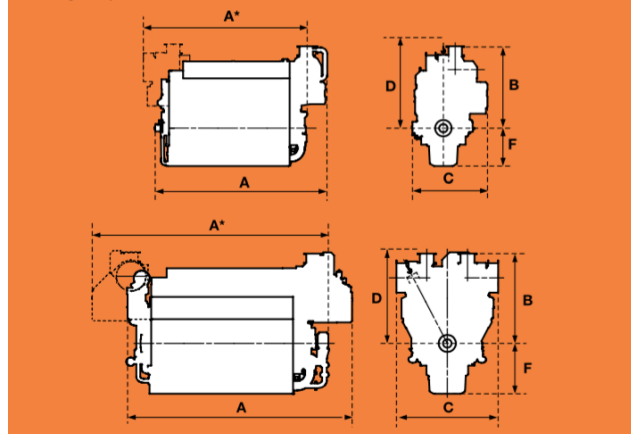
## 2.2. PESO DE LA MAQUINARIA

Después de realizar el estudio de la predicción de potencia el motor principal a instalar es un motor **WÄRTSILÄ** modelo **9L32** de 4500KW. Un motor muy común dentro del sector naval dedicada a la pesca profesional. Ofrece un rendimiento óptimo y un mínimo mantenimiento.

- Marca: WÄRTSILÄ
- Modelo: 9L32
- Potencia servicio medio: 4500 KW
- Velocidad nominal: 750 rpm
- Numero de cilindros: 9 cilindros en línea
- Ciclo: 4 tiempos.
- Cilindrada: 32,2 litros/cilindro (256000cm<sup>3</sup>)

Dimensions (mm) and weights (tonnes)								
Engine type	A*	A	B*	B	C	D	F	Weight
6L32	4 980	5 260	2 560	2 490	2 305	2 345	1 155	33.3
7L32	5 470	5 750	2 560	2 490	2 305	2 345	1 155	39.0
8L32	5 960	6 245	2 360	2 295	2 305	2 345	1 155	43.4
9L32	6 450	6 730	2 360	2 295	2 305	2 345	1 155	46.8
12V32	6 935	6 615	2 715	2 665	3 020	2 120	1 475	58.7
16V32	8 060	7 735	2 480	2 430	3 020	2 120	1 475	74.1
18V32	8 620	8 295	2 480	2 430	3 020	2 120	1 475	81.2

\*Turbocharger at flywheel end.





Este motor es el finalmente elegido, en todo caso se detallará en el Cuaderno 6.

La reductora escogida para este motor, es de la marca REINTJES, modelo LAF 6765, para hélices de paso controlable, con embrague, y con una toma de fuerza (PTO) sin embrague para el alternador de cola.

El motor con su reductora, tiene un peso aproximado de 65 Tn (47 Tn. del motor y 18 Tn. de la reductora). Se va a tomar un margen de un 20% para elementos extras del motor y la reductora:

$$\text{PESO MOTOR PPAL: } (46,8+18) \times 1,20 = 72,9 \text{ Tn}$$

Para estimar el peso restante de la maquinaria nos basamos en la siguiente formula de Lloyd's:

$$RP = 0,59 \times \text{BHP}^{0,7} = 0,59 \times 4628^{0,7} = 198,9 \text{ Tn}$$

Por lo que el peso de la maquinaria total será:

$$P_{MAQ} = P_{MOTOR} + 72,9 + 198,9 = 271,58$$

$$\text{PESO MAQUINARIA} = 271,58 \text{ Tn}$$

Para calcular la dimensión vertical del dentro de gravedad del motor KG lo calcularemos usando la siguiente expresión obtenida de "El Proyecto Básico del Buque Mercante":

$$KG_{MAQ} = 0,17T + 0,36D_{SUP} = 0,17 \times 6,36 + 0,36 \times 9,2 = 4,39 \text{ m}$$

Para calcular el centro de gravedad de la cámara del motor principal tomaremos los datos del plano de disposición general.

$$XG_{MAQ} = 10,5 \text{ m}$$

$$KG_{MAQ} = 4,39$$



## 2.3. PESO DEL EQUIPO Y HABILITACIÓN

Para tener un valor final más preciso y mas fiable se desglosan los pesos de los equipos y de la habilitación:

### 2.3.1. Peso de la protección anticorrosiva:

**Peso de la pintura:**

$$P_{PINTURA} = 0,008 \times PS = 0,008 \times 2045,8 = 16,36 \text{ Tn}$$

- XG se considera a 2/3 de la eslora total del buque:  $75 \times 2/3 = 50 \text{ m}$
- Kg se considera a una altura del 30% más del puntal del buque:  $1,3 \times 9,2 = 11.96 \text{ m}$

$$XG_{PINTURA} = 50 \text{ m}$$

$$KG_{PINTURA} = 11.96 \text{ m}$$

$$P_{PINTURA} = 16,36 \text{ Tn}$$

**Peso de la protección catódica (Pcc):**

La protección catódica del casco incluyendo también timón y hélice que se realizara por ánodos de sacrificio:

$$P_{CC} = 0,0004 \times S_m \times a \times y$$

Donde:

$S_m$ , la superficie mojada del casco. Para este cálculo preliminar se puede estimar mediante:

$$S_m = L \times T \times \left( 2 + Cb \times \frac{B}{T} \right) = 75 \times 6,36 \times \left( 2 + 0.589 \times \frac{14,2}{6,36} \right) = 1254,57 \text{ m}^2$$

- $a$ , es función del tipo de ánodos, en este caso al emplearse ánodos de zinc tiene el valor 1.
- $y$ , es el número de años de protección, se tomará  $y = 2$  años

$$P_{CC} = 0,0004 \times S_m \times a \times y = 0,0004 \times 1254,57 \times 1 \times 2 = 1,003$$

$$P_{cc} = 1 \text{ Tn}$$





Para estimar la posición longitudinal del centro de gravedad la aplicaremos en la abscisa a la mitad de la eslora en la flotación a un calado de diseño de 6,36 m. Se usará el valor de la eslora midiendo en el plano, y será: 75 m

$$XG_{pcc} = 75 / 2 = 37,5 \text{ m}$$

KG se considera a la mitad del calado de diseño:

$$KG_{pcc} = 6,36 / 2 = 3,18 \text{ m}$$

$$P_{PCC} = 1 \text{ Tn}$$

$$XG_{PCC} = 37,5 \text{ m}$$

$$KG_{PCC} = 3,18 \text{ m}$$

### 2.3.2. Peso del Equipo de amarre y fondeo:

Para conocer el peso del equipo de amarre y fondeo se necesita calcular el numeral del equipo (NE):

$$NE = \Delta^{2/3} + 2B \times h + \frac{Ap}{10}$$

Donde:

- h: altura total, incluidas las casetas con manga mayor de B/4, desde el calado de verano hasta la cubierta más alta = 9,2 m
- Ap : área lateral del buque (en perfil) por encima de la línea de francobordo de verano.

$$Ap = 187 \text{ m}^2$$

Por lo tanto tenemos:

$$NE = \Delta^{2/3} + 2B \times h + \frac{Ap}{10} = 4422^{2/3} + 2 \times 14,2 \times 9,2 + \frac{187,95}{10} = 549,48$$

Con este Numeral de equipos podemos calcular:

- Peso de cadenas: 17,5 Tn
- Peso de elementos de fondeo: 37 Tn
- Peso de elementos de amarre: 32,5 Tn.



El peso total de los equipos de fondeo será 87 Tn

XG se considera cercano a la perpendicular de proa: 72m

KG se considera a una altura del 50% más del puntal a la cubierta principal:  $1,5 \times 6,36 = 9,54$  m

$$P_{\text{EAF}} = 87 \text{ Tn}$$

$$XG_{\text{EAF}} = 72 \text{ m}$$

$$KG_{\text{EAF}} = 3,1 \text{ m}$$

### 2.3.3. Peso del equipo de navegación:

En esta fase del proyecto no es posible estimar el peso del equipo de navegación por lo que se recomienda tomar un peso de 2 Tn. Se considerará aplicado en el centro del puente de gobierno, que se estimara basándonos en el buque *Playa de Azkorri* de la base de datos:

$$P_{\text{NAV}} = 2 \text{ Tn}$$

$$XG_{\text{NAV}} = 52 \text{ m}$$

$$KG_{\text{NAV}} = 17,1 \text{ m}$$

### 2.3.4. Peso del equipo de gobierno:

El peso del equipo de gobierno puede estimarse mediante la siguiente expresión.

$$P_{\text{EG}} = 0,0224 \times A \times v^{2/3} + 2$$

Donde:

- A: Área de la pala del timón que se calcula como:

$$A = \frac{L \times T \times \left(1,1 + \frac{25B^2}{L^2}\right)}{100} = 9,52 \text{ m}^2$$

- V: es la velocidad en pruebas a plena carga en nudos, que se obtiene a partir de la de servicio:

$$V = 1,06 \times v_s = 1,06 \times 15 = 15,9 \text{ nudos}$$



Con estos datos obtenemos  $P_{EG}$ :

$$P_{EG} = 0,0224 \times 9,52 \times 15,9^{2/3} + 2 = 3,34 \text{ Tn}$$

XG se considera en la perpendicular de popa: 0 m

KG se considera a la mitad del calado: 3,18 m

$$P_{EG} = 3,34 \text{ Tn}$$

$$XG_{EG} = 0 \text{ m}$$

$$KG_{EG} = 3,2 \text{ m}$$

### 2.3.5. Peso equipos de salvamento:

El peso de los equipos de salvamento se calcula con el número de tripulantes a bordo, y a través de la expresión:

$$PL = 9,5 + (n - 35) \times 0,1$$

N: es el número de tripulantes. Si n es menor de 35 se usará 35, en este caso se usará n = 35 ya que el número de tripulantes es 24, por lo que nos queda:

$$P_{SAL} = 9,5 \text{ Tn}$$

Los equipos de salvamento se consideran aplicados en la cubierta principal en una abcisa de 18m

$$P_{SAL} = 9,5 \text{ Tn}$$

$$XG_{SAL} = 18 \text{ m}$$

$$KG_{SAL} = 6,5 \text{ m}$$



### 2.3.6. Peso de los equipos contra incendios:

Para estimar el peso de los equipos contra incendio usaremos la siguiente expresión:

$$PI = 0,0025 \times VE + 1$$

Siendo VE el volumen de la cámara de máquinas medida en el plano:  $1495\text{m}^3$

Por tanto el peso total será:

$$P_{EQ.INCENDIO} = 0,0025 \times 1495 + 1 = 4,73 \text{ Tn}$$

XG se considera a la mitad de la eslora del buque: 45 m

KG se considera a la mitad del calado: 3,18 m

$$P_{INCENDIO} = 4,7\text{Tn}$$

$$XG_{INCENDIO} = 45\text{m}$$

$$KG_{INCENDIO} = 3,2\text{m}$$



### 2.3.7. Peso de los equipos y elementos de maniobra de pesca y descarga:

Para realizar los cálculos correspondientes a los elementos de pesca tendremos que considerar los siguientes equipos:

- Maquinilla principal de jareta: .....4,0 Tn
- Halador (Power block): .....0,8 Tn
- Maquinilla amantillo: .....0,2 Tn
- 2 maquinillas de ostas: .....0,4 Tn
- Maquinilla para panga: .....0,5 Tn
- Maquinilla para lanteón: .....0,3 Tn
- Maquinilla para trincar halador: .....0,1 Tn
- 2 maquinillas para amantillo aux: .....0,4 Tn
- 2 maquinillas de carga: .....0,6 Tn
- 2 maquinillas para bolsa: .....2,0 Tn
- Maquinilla para la moña: .....0,2 Tn
- Rodillo de costado: .....2,0 Tn
- Maquinilla de anillas:..... 0,3 Tn
- Maquinilla calón de Pr:..... 1,2 Tn
- Maquinilla de corchos: .....0,8 Tn
- Maquinilla de salabardeo: .....1,0 Tn
- Maquinilla de maniobra a la americana: .....0,5 Tn
- 4 grúas articuladas hidráulicas: .....20,0 Tn
- Consola de control de mandos: .....0,3 Tn
- Palo principal: .....7,0 Tn
- Pluma principal para halador: .....3,0 Tn
- 2 plumas auxiliares: .....2,0 Tn
- Pescante de cerco a Br: .....2,0 Tn
- 2 pescantes a Er: .....2,0 Tn

$$P_{EQ.PESCA} = 51,6 \text{ Tn}$$

XG se considera a la mitad de la eslora entre perpendiculares: 37,5 m

KG se considera a la altura de la cubierta superior: 9,2 m

$$P_{PESCA} = 51,6 \text{ Tn}$$

$$XG_{PESCA} = 37,5 \text{ m}$$

$$KG_{PESCA} = 9,2 \text{ m}$$



### 2.3.8. Peso de equipos de transporte de atún.

Para transportar los tunidos desde la cubierta de trabajo de a las cubas y para la posterior descarga, se emplean unas cintas transportadoras combinadas con tolvas y canaletas cuyo peso tiene un valor aproximado de 40 Tn.

El XG se considera en el centro de la zona de cubas, de modo que nos basaremos en la distancia tomada del buque base *Playa de Azkorri*, siendo este: 39,5 m

El KG se considera a media altura entre la cubierta superior y la principal:

$$(6,55+9,2)/2 = 7,8 \text{ m}$$

$$P_{EQ.TRANS} = 40 \text{ Tn}$$

$$XG_{EQ.TRANS} = 39,5\text{m}$$

$$KG_{EQ.TRANS} = 7,8\text{m}$$

### 2.3.9. Peso de cierres diversos y accesos:

Supone el peso de puertas, ventanas, escaleras, accesos, entradas, etc

**Peso de puertas de acero:**

$$P = 0,56 \times (NH + 1) + 0,28 \times NC$$

Donde:

- NC: número de casetas de chigres o frigoríferos = 20
- NH: número de cubiertas de alojamiento = 2
- n: número de tripulantes = 24

$$P = 0,56 \times (NH + 1) + 0,28 \times NC = 0,56 \times (2 + 1) + 0,28 \times 20 = 7,28$$



XG se considera el 75% de la eslora total: 67,5 m

KG se considera a la altura media entre la cubierta superior y la principal: 7,8 m

$$P_{\text{PUERTAS ACERO}} = 7,28 \text{ Tn}$$

$$XG_{\text{PUERTAS ACERO}} = 67,5\text{m}$$

$$KG_{\text{PUERTAS ACERO}} = 7,8\text{m}$$

#### **Peso de portillos y ventanas:**

$$P = 0,12 \times n = 2,88 \text{ Tn}$$

- n: número de tripulantes = 24

XG se considera al 75 % de la eslora total: 67,5 m

KG se considera hasta el punto medio entre la cubierta superior y la cubierta castillo:  
7,8 m

$$P_{\text{PORTILLOS}} = 2,88 \text{ Tn}$$

$$XG_{\text{PORTILLOS}} = 67,5\text{m}$$

$$KG_{\text{PORTILLOS}} = 7,8\text{m}$$

#### **Peso de las barandillas:**

$$P = 0,245 \cdot (NH + 2) = 0,98 \text{ Tn}$$

- NH: número de cubiertas de alojamiento = 2

XG se considera al 75 % de la eslora total: 67,5 m

KG se considera hasta el punto medio entre la cubierta superior y la cubierta castillo:  
7,8 m

$$P_{\text{BARANDILLAS}} = 0,98 \text{ Tn}$$

$$XG_{\text{BARANDILLAS}} = 67,5\text{m}$$

$$KG_{\text{BARANDILLAS}} = 7,8\text{m}$$



### 2.3.10. Peso de la habilitación:

Para el cálculo del peso de la habilitación nos basaremos en el volumen que ocupa, que midiendo en el plano del buque base *Playa de Aizkorri* los dormitorios, cocina, comedores, pasillos etc se estima un valor de 935m<sup>2</sup>, debiendo tener en cuenta diferentes partidas:

- Subpavimento: .....28 kg/m<sup>2</sup>.
- Aislamiento antiacústico: .....16 kg/m<sup>2</sup>.
- Pavimento PVC: .....4 kg/m<sup>2</sup> (80% de la habilitación).
- Moqueta: .....9 kg/m<sup>2</sup> (20% de la habilitación).
- Techos: .....17 kg/m<sup>2</sup>.
- Mamparos: .....26 kg/m<sup>2</sup>.
- Aislamiento: .....8 kg/m<sup>2</sup>.
- Aseo público: .....500 kg.
- Aseo privado: 200 kg por unidad. Se instalarán 32 unidades.
- Apartamentos: 0,797 Tn. Por unidad. Se instalarán 2, uno para el capitán y otro para el patrón .
- Cabina sencilla: 0,36 Tn. Por unidad.

Realizando los cálculos con el valor estimado de superficie de habilitación de 925 m<sup>2</sup> y sumando se obtiene un valor de 154 Tn.

- Subpavimento: .....26,1 Tn.
- Aislamiento antiacústico: .....14,9 Tn.
- Pavimento PVC: .....3 Tn.
- Moqueta: .....1,7 Tn.
- Techos: .....15,9 Tn.
- Mamparos: .....24,3 Tn.
- Aislamiento: .....7,48 Tn.
- Aseo público: .....0,5 Tn.
- Aseo privado: .....0,4 Tn.
- Apartamentos: .....1,59 Tn.
- Cabina sencilla: .....5,04 Tn.
- Cabina doble: .....1,64 Tn.
- **TOTAL:.....102 ,55 Tn**





El XG se considerará en el punto medio de la zona preparada para la habitabilidad de la cubierta superior, tomaremos la referencia de nuestro buque base: 47,8 m

El KG se considerará a 2/3 sobre la cubierta superior: 7,6m

$$P_{HABILITACION} = 102,55 \text{ Tn}$$

$$XG_{HABILITACION} = 47,8 \text{ m}$$

$$KG_{HABILITACION} = 7,6 \text{ m}$$

### 2.3.11. Peso de la instalación eléctrica:

Para el calculo nos fijamos en la Lpp y si es mayor de 60 m utilizaremos la siguiente formula:

$$P_{INST.ELEC.} = LC + \left( \frac{P_{MOTOR(KW)}}{1000} \right)$$

Donde:

- Lc: Longitud de cables en km:

$$Lc = 1,82 + 0,268Lpp + 0,000597Lpp^2 = 25,27 \text{ km}$$

$$P_{INST.ELEC.} = LC + \left( \frac{P_{MOTOR(KW)}}{1000} \right) = 25,27 + \left( \frac{4628}{1000} \right) = 29,9 \text{ Tn}$$

XG se considera a 1/3 de la eslora entre perpendiculares: 25 m

KG se considera a 2/3 del calado: 4,24 m

$$P_{CABLEADO} = 29,9 \text{ Tn}$$

$$XG_{CABLEADO} = 25 \text{ m}$$

$$KG_{CABLEADO} = 4,24 \text{ m}$$



### 2.3.12. Peso de la chimenea:

Para el cálculo de el peso de la chimenea nos basamos en la siguiente expresión:

$$P_{CHIMENEA} = 0,0034 \times L_{pp} \times B = 0,0034 \times 75 \times 14,2 = 3,62 \text{ Tn}$$

El XG de la chimena lo tomaremos midiendo en el plano del buque base: 14,1 m.

El KG de la chimena lo tomaremos midiendo en el plano del buque base: 13 m.

$$P_{CHIMENEA} = 3,62 \text{ Tn}$$

$$XG_{CHIMENEA} = 14,1 \text{ m}$$

$$KG_{CHIMENEA} = 13 \text{ m}$$

### 2.3.13. Peso de tuberías y bombas de casco:

$$P_{tb} = 0,0047 L_{pp} \times L_{pp}^{1/2} \times B = 0,0047 \times 75 \times 75^{1/2} \times 14,2 = 43,34 \text{ Tn}$$

XG se considera a una eslora de la mitad de los espacios de carga y midiendo en los planos del buque base estimamos un valor de: 44,2 m

KG se considera la mitad del puntal del buque: 3,18 m

$$P_{TUBERIAS} = 43,34 \text{ Tn}$$

$$XG_{TUBERIAS} = 44,2 \text{ m}$$

$$KG_{TUBERIAS} = 3,18 \text{ m}$$



### 2.3.14. Peso del grupo de emergencia:

Se considera un grupo de emergencia de 250 KVA.

$$P_{GR.EMER.} = \frac{7,45 \times (KVA - 30) + 765}{1000} = 2,41 \text{ Tn}$$

El grupo de emergencia ira situado en cubierta castillo en un compartimento estanco para separarlo de la cámara de maquinas principal: 29,8 m.

El Kg del grupo de emergencia se considerará a la altura de la cubierta castillo: 11,7 m

$$P_{G.EMER.} = 2,41 \text{ Tn}$$

$$X_{G.EMER.} = 29,8 \text{ m}$$

$$K_{G.EMER.} = 11,7 \text{ m}$$

### 2.3.15. Peso del aire acondicionado

Para el calculo del peso del equipo del aire acondicionado a bordo utilizamos:

$$P_{AIRE ACON.} = 0,02 \times Sh = 18,7 \text{ Tn}$$

Donde:

- Sh: superficie de la habitación: 935 m<sup>2</sup>.

Estas 18,5 toneladas se aplicarán en el centro de gravedad de la habitación medidas en el buque base *Playa de Azkorri*:

$$P_{AIRE ACON.} = 18,7 \text{ Tn}$$

$$X_{AIRE ACON.} = 46,8 \text{ m}$$

$$K_{AIRE ACON.} = 13 \text{ m}$$



### 2.3.16. Peso de la hélice

El peso de la hélice se puede obtener como:

$$P_{HELICE} = 0,120 \times D^3 = 3,24 \text{ Tn}$$

Donde:

- D: el resultado del diámetro del propulsor estimado en el NavCad: 3m

El XG de la hélice medida en el plano es: 2,8 m.

El KG de la hélice será la distancia desde el fondo hasta el eje de la hélice: 2,5m.

$$P_{HELICE} = 3,24 \text{ Tn}$$

$$XG_{HELICE} = 2,8 \text{ m}$$

$$KG_{HELICE} = 2,5 \text{ m}$$

El peso total del equipo y habilitación es el sumatorio de los pesos anteriores y su centro de gravedad será una ponderación de los centros de gravedad calculados.

A modo de resumen se muestran en esta tabla todos los pesos calculados.



		PESO	XB	MOM. LONG.	KG	MOM. VERT.	
<b>PESO ACERO</b>		1074,3	33,9	36461,7	6,2	6649,9	
<b>PESO MAQUINARIA</b>		271,6	10,5	2851,6	4,4	1184,1	
<b>PESO EQUIPOS Y HABILITACION</b>	PROTECCION ANTICORROSIVA	PINTURA	16,4	50	818	12	195,7
		PROTECCION CATODICA	1	37,5	37,5	3,2	3,2
	EQUIPO DE AMARRE Y FONDEO		87	72	6264	3,1	269,7
	EQUIPOS DE NAVEGACION		2	52	104	17	34
	EQUIPOS DE SALVAMENTO		9,5	18	171	6,5	61,8
	EQUIPOS DE CONTRAINCENDIOS		4,7	48	225,6	3,2	15
	EQUIPOS Y ELEMENTOS DE MANIOBRA Y DESCARGA		51,6	37,5	1935	9,2	474,7
	EQUIPOS DE TRANSPORTE DE ATUN		40	39,5	1580	7,8	312
	CIERRES	PUERTAS DE ACERO	7,3	67,5	491,4	7,8	56,8
		PORTILLOS Y VENTANAS	2,9	67,5	194,4	7,8	22,5
		BARANDILLAS	1	67,5	66,2	7,8	7,6
	HABILITACION		102,6	47,8	4901,9	7,8	799,9
	EQUIPOS DE LA INSTALACION ELECTRICA		29,9	25	747,5	4,2	126,8
	CHIMENA		3,6	14,1	51	13	47,1
	TUBERIAS Y BOMBAS DE CASCO		43,3	44,2	1915,6	3,2	137,8
	GRUPO DE EMERGENCIA		2,4	59,8	144,1	9,2	22,2
	EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO		18,7	46,8	875,2	13	243,1
	HELICE		3,2	2,8	9,1	2,5	8,1
<b>TOTAL</b>		1772,9	<b>33,755</b>	59844,8	<b>6,019</b>	10671,9	
PESO EN ROSCA TOTAL CON 5% DE MARGEN		1861,59	<b>32,13</b>		<b>5,72</b>		

El peso en rosca total es de 1861 toneladas el XB y el KB totales del buque son:

$$XB_{BUQUE P.ROSCA} = 32,13 \text{ m}$$

$$KG_{BUQUE P.ROSCA} = 5,72 \text{ m}$$



## 3. PESO MUERTO

Se tendrán en cuenta a la hora de realizar los cálculos:

- Carga útil
- Tripulación
- Consumos
- Pertrechos

### 3.1. PESO DE LA CARGA ÚTIL

La carga útil situada en las cubas de congelación supondrá, cumpliendo las restricciones del RPA, una carga total de 1400 tn. Considerando un factor de estiba de 0,7 obtendremos un volumen necesario de 2000 m<sup>3</sup>.

$$\text{PESO CARGA UTIL} = 1400 \text{ tn}$$

Para el cálculo de la situación longitudinal y vertical del centro de gravedad se tomara el centro de el conjunto de las bodegas de carga:

$$\text{XG}_{\text{CARGA UTIL}} = 40,56 \text{ m}$$

$$\text{KG}_{\text{CARGA UTIL}} = 2,6 \text{ m}$$

### 3.2. PESO DE LA TRIPULACIÓN

El número de tripulantes viene dado por el RPA, siendo este de 24. Se tomara un peso de 150 kg por persona, por tanto:

$$\text{PESO TRIPULACIÓN} = 30 \text{ TRIPULANTES} \times 150 \text{ KG/TRIP} = 3600 \text{ kg}$$

El XG de la tripulación se considera a un 75% de la eslora: 56,25m

El KG se considera la altura a la cubierta superior: 9,2 m

$$\text{XG}_{\text{TRIPULACION}} = 56,25 \text{ m}$$

$$\text{KG}_{\text{TRIPULACION}} = 9,2 \text{ m}$$



### 3.3. PESO DE LOS CONSUMOS

Se tendrán en cuenta a la hora de realizar los cálculos:

- Combustible
- Aceite
- Agua dulce
- Víveres
- Lastre fijo
- Agua de lastre
- Tanque estabilizador
- Salmuera

#### 3.3.1. COMBUSTIBLE

El buque está dotado de una autonomía de 4 semanas, 672 horas, y con un motor principal de consumo estimado de 150g/BHP-hora:

- Coeficiente de margen = 1,04
- Coeficiente de reserva = 1,1

$$\begin{aligned} \text{CONSUMO}_{\text{MOTOR PPAL.}} &= \frac{150 \times \text{BHP} \times \text{horas} \times \text{Coef}_{\text{margen}} \times \text{Coef}_{\text{reserva}}}{1000000} \\ &= \frac{150 \times 4926 \times 672 \times 1,04 \times 1,1}{1000000} = \end{aligned}$$

**COMBUSTIBLE MOTOR PPAL. = 468 Tn**

Para el cálculo del consumo se tendrá en cuenta la situación más desfavorable del buque que será cuando este se encuentre pescando y congelando, de manera que funcionaran dos Diesel alternadores, con una potencia aproximada de 1500HP con un régimen de trabajo del 70%. El consumo de estos motores está estimado en 170 g/BHP-hora:

- Nº motores = 2
- Reg. Trabajo = 70%
- Coeficiente de margen = 1,04
- Coeficiente de reserva = 1,1

$$\begin{aligned} \text{CONS}_{\text{MOT AUX.}} &= \frac{\text{N}^{\circ} \times 170 \times \text{BHP} \times \text{Rg. tr} \times \text{horas} \times \text{Cf}_{\text{margen}} \times \text{Cf}_{\text{resv}}}{1000000} = \\ &= \frac{2 \times 170 \times 1500 \times 0,7 \times 672 \times 1,04 \times 1,1}{1000000} = 274,45 \end{aligned}$$



Si tenemos en cuenta que el buque no estará las 24 horas en esta situación de trabajo, se tomara 0,5 como factor de trabajo por lo que:  $275 \times 0,5 = 137,5$

**CONSUMO MOTORES AUXILIARES = 138 Tn**

De manera que el peso del combustible en el tanque de uso diario será:

$$PESO\ COMB.\ TANQUE\ USO\ DIARIO = \frac{568 + 275}{28} = 30,1\ tn/dia$$

El buque esta equipado con un tanque de combustible de uso diario:

**PESO TANQUES USO DIARIO = 30,2 Tn**

Se tendrá en cuenta el peso del combustible en el tanque de sedimentación y será el equivalente a un día de servicio:

**PESO TANQUE DE SEDIMENTACIÓN = 30,1 Tn**

El peso total del combustible supone:

$$P_{TOT} = 468 + 138 + 30,2 + 30,1 = 566,3\ Tn$$

**PESO TOTAL COMBUSTIBLE = 566 Tn**

Normalmente los tanques de combustible suelen ir situados en el doble fondo, que se extiende debajo de las cubas de pescado: 40,56 m

El doble fondo tendrá 1,5 m de puntal por lo que el centro de gravedad vertical estará situado a 0,75 m del fondo

$$XG_{COMBUSTIBLE} = 40,56$$

$$KG_{COMBUSTIBLE} = 0,75$$





### 3.3.2. ACEITE

Aprovechando la información del base de datos , fijándonos que el tanque de aceite , lubricante y L.O., tiene una capacidad de  $45\text{m}^3$  lo que supone:

$$\text{Peso aceite} = 45 \times 0,9 = 40,5 \text{ tn}$$

Al ser el buque proyecto un poco mayor dispondré de un peso de aceite de 45 tn.

$$\text{PESO ACEITE} = 45 \text{ Tn}$$

Normalmente los tanques de aceite están situados en unos tanques bajo la cámara de maquinas, de manera que tomando valores del buque base tenemos:

$$\text{XG}_{\text{ACEITE}} = 14,3 \text{ m}$$

$$\text{KG}_{\text{ACEITE}} = 1,5 \text{ m}$$

### 3.3.3. AGUA DULCE

Tomando como referencia la capacidad de los tanques de agua dulce de el buque *Playa de Azkorri* de dimensiones similares tomamos el valor de  $60 \text{ m}^3$ .

$$\text{PESO AGUA DULCE} = 60 \text{ Tn}$$

Los tanques de agua los situaremos en la popa del barco:

$$\text{XG}_{\text{AGUA}} = 20,8$$

$$\text{KG}_{\text{AGUA}} = 0,75$$

### 3.3.4. VÍVERES

Se recomienda 5 kg por persona y día, de modo que si el buque esta equipado para 24 tripulantes:  $5 \times 24 = 3360 \text{ kg}$ . Para nuestro proyecto tomaremos un valor de 10 tn.

$$\text{PESO VÍVERES} = 10 \text{ Tn}$$

Los viveres iran guardados en los congeladores de cocina y esta en la superestructura:

$$\text{XG}_{\text{VIVERES}} = 52 \text{ m}$$

$$\text{KG}_{\text{VIVERES}} = 13 \text{ m}$$



### 3.4. TANQUE ESTABILIZADOR

Estimaremos un volumen de  $180 \text{ m}^3$  del cual el 70% ira lleno con agua de mar. Lo que supone un peso de:  $180 \times 1,025 \times 0,7 = 129 \text{ Tn}$ .

$$\text{PESO TANQUE ESTABILIZADOR} = 129 \text{ Tn}$$

Este está situado en la proa :

$$\text{XG}_{\text{TANQUE EST.}} = 73,6 \text{ m}$$

$$\text{KG}_{\text{TANQUE EST.}} = 4,2$$

### 3.5. SALMUERA

Supondremos para el buque base una capacidad de salmuera de  $350 \text{ m}^3$ .

Siendo la densidad de la salmuera 1,25, esto supone un peso de:

$$350 \times 1,25 = 437,5 \text{ Tn.}$$

$$\text{PESO SALMUERA} = 437,5 \text{ Tn}$$

La salmuera va en las cubas de pescado de modo que su centro estará en el centro de las cubas:

$$\text{XG}_{\text{SALMUERA}} = 40,56 \text{ m}$$

$$\text{KG}_{\text{SALMUERA}} = 2,6 \text{ m}$$

El peso de consumos será de **1673 Tn**.



### 3.6. PESO DE PERTRECHOS

Pertrechos son los aquellos elementos no consumibles, repuestos o necesidades adicionales. Está compuesto por:

- 1 Panga: 10 Tn
- 3 Spadboats: 2 Tn cada una que suman un total de 6 Tn.
- 3 Redes: 50 Tn cada una que suman un total de 150 Tn.
- Peso del pañol: cables, cadenas, estachas, ... estimando en 15 Tn.

**PESO DE PERTRECHOS = 171 Tn.**

El centro de gravedad longitudinal se considera al 55% de la eslora (41,25 m) y el vertical se toma el puntal a cubierta superior.

$$XG_{PERTRECHOS} = 41,25 \text{ m}$$

$$XG_{PERTRECHOS} = 9,2 \text{ m}$$

### RESUMEN DE PESO MUERTO

		PESO	XB	MOM. LONG.
<b>CARGA UTIL</b>		1.400,00	40,6	56.784,00
<b>TRIPULACION</b>		3,6	56,3	202,5
<b>CONSUMOS</b>	COMBUSTIBLE	79,6	40,6	3.228,60
	ACEITE	45	14,3	643,5
	AGUA DULCE	60	20,8	1.248,00
	VIVERES	10	52	520
	TANQUE ESTABILIZADOR	129	73,6	9.494,40
	SALMUERA	437,5	40,6	17.745,00
<b>PERTRECHOS</b>		171	41,3	7.053,80
<b>TOTAL</b>		<b>2.335,70</b>	<b>41,5</b>	<b>96.919,70</b>
PESO MUERTO CON 5% MARGEN		<b>2.452,50</b>	<b>39,5</b>	

El peso muerto total es de 2.391,2 toneladas el XB y el KB totales del buque son:

$$XB_{BUQUE P.ROSCA} = 39,5 \text{ m}$$



## 4. CALCULO DEL DESPLAZAMIENTO

	PESO	XB	MOM. LONG.	KG	MOM.VERT.
PESO EN ROSCA	1.861,60	32,1	59.807,10	5,7	10.639,90
PESO MUERTO	2.452,50	39,5	96.919,70	3,2	7.790,90
$\Delta$	<b>4.314,07</b>	<b>36,33</b>	<b>156.726,85</b>	<b>4,27</b>	<b>18.430,76</b>

Tras realizar el estudio de pesos más detalladamente calculamos un desplazamiento de 4314,07 Tn, un 2 % más ligero que la estimación inicial. Teniendo en cuenta este nuevo desplazamiento calcularemos el nuevo calado dado así:

$$Tm = \frac{\Delta}{1,025 \times Cb \times L \times B} = \frac{4314,07}{1,025 \times 0,589 \times 75 \times 14,2} = 6,6 \text{ m}$$