



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

**TRABAJO FIN DE GRADO  
CURSO 2017/18**

---

*Petrolero Neo-Pánamax con 200000 TPM*

---

**Grado en Ingeniería Naval y Oceánica**

**Cuaderno 2:**

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

Escola Politécnica Superior



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

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

*CURSO 2017-2018*

**PROYECTO NÚMERO: 18-07**

**TIPO DE BUQUE:** PETROLERO DE CRUDOS

**CLASIFICACIÓN, COTA Y REGLAMENTOS DE APLICACIÓN:**  
BUREAU VERITAS, SOLAS, MARPOL NEO PANAMAX

**CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA:**

200.000 TPM. Crudos del Petróleo y sus derivados con una densidad máxima de 0,99 g/ml

**VELOCIDAD Y AUTONOMÍA:** 16 nudos en condiciones de servicio. 85% MCR + 15% de margen de mar. 18.000 millas a la velocidad de servicio.

**SISTEMAS Y EQUIPOS DE CARGA / DESCARGA:** En cámara de bombas

**PROPULSIÓN:** Propulsión Diesel eléctrica 2 Líneas de ejes. LNG para servicios en puerto

**TRIPULACIÓN Y PASAJE:** 30 personas en camarotes individuales

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

Ferrol, 19 Setiembre 2017

ALUMNO/A: **D. Julio Barreiro Montes**

# Introducción

---

En este documento se procederá a **calcular el peso en rosca del buque** así como la **posición de su centro de gravedad**.

Calcular el peso en rosca es una tarea crucial en el diseño de nuestro buque, ya que un exceso de peso en rosca conllevaría un defecto de peso muerto a un desplazamiento dado. Dado que el peso muerto es una condición inicial del buque, y la principal fuente de ingresos del armador.

Esto conlleva un riesgo económico además del riesgo técnico, por lo que es necesario tomar unos coeficientes de seguridad o márgenes para reducir riesgos.

No es posible conocer las cifras exactas del peso en rosca y el centro de gravedad hasta la puesta a flote, donde la experiencia de estabilidad proporciona los valores finales.

Pero a medida que se progresa y especifica la definición del proyecto, la precisión de los valores calculados es mayor.

En este cuaderno supondremos que el **origen de coordenadas** se encuentra en la intersección de la perpendicular de popa con la línea de base dentro del plano de crujía.

El **eje de abscisas** muestra el sentido de la eslora del buque y es positivo hacia proa.

Las ordenadas corresponden a la dimensión de la manga y son positivas a babor

Las alturas muestran el puntal del buque y son positivas en el sentido creciente del mismo.

Se utilizarán como unidades las toneladas métricas para medir los pesos y los metros para las coordenadas de los centros de gravedad.

Partiremos de las dimensiones obtenidas en el *Cuaderno 1*.

Lpp	B	Cb	Desplaz	T	D	V	Fn	Peso en rosca	TPM
276	49	0,86	227751,8	19,09	25,75	16	0,158	27751,8	200000

Recordamos que nos basaremos en el buque base y la disposición general del buque para obtener otras medidas secundarias.

## Índice

1.- Peso de aceros .....	4
2.- Peso de los equipos.....	5
2.1- Timones y mechas .....	5
2.2- Equipos de carga y descarga .....	5
2.3- Equipos de navegación .....	5
2.4- Motores propulsores.....	6
2.5- Polines .....	6
2.6- Tanques no estructurales .....	6
2.7- Hélice .....	7
2.8- Tecles.....	7
2.9- Línea de ejes .....	7
2.10- Reductor .....	7
2.11- Calderas.....	8
2.12- Tuberías y bombas de cámara de máquinas.....	8
2.13- Escotillas y escalas .....	8
2.14- Tuberías y válvulas .....	9
2.15- Pintura y protección catódica .....	9
2.16- Botes de salvamento .....	9
2.17- Sistema contra incendios. Instalación por espuma .....	10
2.18- Habilitación.....	10
2.19- Sistema de ventilación.....	10
2.20- Electricidad y cuadros eléctricos .....	11
2.21- Equipos de amarre y fondeo .....	11
3.- Resultado total de pesos en rosca .....	12
4.- Bibliografía .....	15

## 1.- Peso de aceros

En este apartado consideramos el peso de toda la estructura casco del buque, incluyendo elementos como el forro, las casetas, los mamparos interiores o los tanques estructurales.

Para este proceso emplearemos el denominado Método de Watson, el cual está diseñado para buques con  $C_b = 0,7$  y emplea un numeral de equipo  $E$  cuya fórmula es:

$$E = L * (B + T) + 0,85 * L * (D - T) + 0,85 * (l_s * h_s) + 0,75 * (l_c * h_c)$$

$l_s$  y  $h_s$  corresponden a las dimensiones de las superestructuras que cumplen con los requisitos del francobordo.  $l_c$  y  $h_c$  corresponden a las casetas, que no cumplen dichos requerimientos.

Nuestro buque únicamente posee casetas, una de ellas con dos niveles en los que  $l_c * h_c = 43,10553$  y otra con cinco niveles en los que  $l_c * h_c = 46,587$

Con ello obtenemos un valor de  **$E = 20595,05$** .

Para obtener el peso emplearemos la fórmula:  $W = K * (1 + 0,5 * (C_b - 0,7)) * E^{1,35}$

Siendo  $K$  un factor de corrección que en nuestro buque tomamos como  $0,032$ , y el factor  $(1 + 0,5 * (C_b - 0,7))$  es una corrección para coeficientes de bloque distintos de  $0,7$

El resultado obtenido es de **23022,56 toneladas**

Para la ubicación de los centros de gravedad, podemos hacer una aproximación inicial con el método de J.L: García Garcés. Éste método se diseñó para graneleros, pero cuentan con una disposición similar a la de nuestro buque, por lo que el método puede resultar válido.

$$KG = 0,41635 * D + 1,7306 \qquad XG = 0,48245 * L_{pp} + 0,117$$

En nuestro caso eso da:

$$KG = 0,41635 * 25,75 + 1,7306 \qquad \text{y} \qquad XG = 0,48245 * 276 + 0,117$$

Obtenemos entonces que la posición vertical del centro de gravedad ( $KG$ ) será igual a  **$KG = 12,456$**

Y la posición longitudinal del centro de gravedad ( $XG$ ) nos quedará por tanto:

$$\mathbf{XG = 133,2732}$$

## 2.- Peso de los equipos

### 2.1- Timones y mechas

Para halla el peso del equipo de gobierno emplearemos el área de los timones  $A$  ( $m^2$ ) y la velocidad de pruebas  $v$  (Kt) en la fórmula:

$$Pg = 0,0224 * A * v^{\frac{2}{3}} + 2$$

Emplearemos el área de los timones hallada en el Cuaderno 6:  $A = 111,24 m^2$

La velocidad en pruebas es 1,06\*veces la velocidad de servicio (16 nudos) que en nuestro caso son 16,96 nudos.

Esto da un peso total de  $0,0224 * 111,24 * 16,96^{\frac{2}{3}} + 2 = \mathbf{18,45 toneladas}$

La situación del centro de gravedad puede hallarse comparando con el buque base.

Gráficamente podemos aproximar la posición del centro de gravedad a:

$$\mathbf{Xg = 0 \text{ y } Kg = 8 \text{ m}}$$

### 2.2- Equipos de carga y descarga

En nuestro caso empleamos una cámara de bombas, y también contamos con dos grúas sobre la cubierta que ayudan a conectar el manifold a tierra.

El peso de la cámara de bombas podemos hallarlo con la fórmula  $Pb = 0,7 * PM^{0,5}$  siendo PM el peso muerto, tenemos  $Pb = 0,7 * 200000^{0,5} = \mathbf{313 toneladas}$

Según el diagrama del buque base, el centro de la cámara de bombas se encuentra en la posición:

$$\mathbf{Kg = 6 \text{ metros}}$$

$$\mathbf{Xg = 41,4 \text{ metros}}$$

Las grúas tienen una capacidad de 15 toneladas, un alcance de unos 17 metros y son electro-hidráulicas. Según la tabla eso nos da un valor de unas 31,2 toneladas cada una, con un total de 62,4 toneladas, situadas sobre la cubierta y simétricas respecto a crujía.

$$\mathbf{Kg = 26 \text{ metros}}$$

$$\mathbf{Xg = 139,62 \text{ metros}}$$

### 2.3- Equipos de navegación

Según el libro se recomienda tomar como peso del equipo de navegación **2 toneladas**, y así se hará. El centro de gravedad de este equipo corresponde al centro de gravedad del puente de mando, es decir:

$$\mathbf{Kg = 42,41 \text{ metros}}$$

$$\mathbf{Xg = 34,1 \text{ metros}}$$

## 2.4- Motores propulsores

Los motores propulsores principales son 4 motores Wartsila diésel 46F tipo 12V46F, cada uno con 173 toneladas. Eso nos da un peso total de **692 toneladas**

El centro de gravedad se hallará, según la disposición general del buque en:

**Kg = 12,375 metros** (Poco menos que la mitad del puntal), mientras que

**Xg = 18,4 metros** (Hacia la popa de la cámara de máquinas, cerca del guardacalor)

## 2.5- Polines

El peso de los polines de los motores propulsores puede hallarse con la fórmula

$$P = (a + b) * MCR (HP)/1000$$

Siendo los factores a y b iguales a:

$$\begin{aligned} a &= 0,00135 * \left( \frac{MCR(Kw)}{1000} \right)^{0,5} - 0,0071 * \frac{MCR(KW)}{1000} + 2,07 \\ &= 0,00811 - 0,25631 + 2,07 \end{aligned}$$

**b** depende de la RPM, como en nuestro buque base son 91, tenemos

a = 1,821801 y b = 0,5

Por lo tanto el peso de nuestros polines será de **112,375 toneladas**

La posición de su centro de gravedad se sitúa en el de la cámara de máquinas.

## 2.6- Tanques no estructurales

El peso de los tanques no estructurales (Empleados fundamentalmente para el almacenamiento de combustible y aceite) es directamente proporcional a la potencia de los motores. En nuestro caso seguiremos la fórmula:

$$P_{tanq} = 1,2 + 0,0009 * MCR (KW) = 1,2 + 0,0009 * 36100 = 33,69 toneladas$$

Podemos suponer que su posición longitudinal será similar a la de la cámara de máquinas, y la vertical será ligeramente mayor.

## 2.7- Hélice

El peso de la hélice está determinado por su diámetro, pudiendo aproximar por la fórmula:

$$P = 0,08 * D^3 = 0,08 * 8^3 =$$

$$= 40,96 \text{ toneladas. Nos quedan } \mathbf{81,9 t} \text{ por ser dos hélices}$$

El centro de gravedad, según la disposición del buque estará en la posición:

$$\mathbf{KG = 5,2 \text{ metros} \quad XG = 5,7 \text{ metros}}$$

## 2.8- Tecles

El peso de los tecles depende de la eslora de la cámara de máquinas. (Unos 24,36 metros según la disposición general de nuestro buque) y lo hallamos según la expresión:

$$P = 0,047 * lm * B * 0,6 = 0,047 * 24,36 * 49 * 0,6 = \mathbf{33,66 \text{ toneladas}}$$

El centro de gravedad se situará junto al de la cámara de máquinas

## 2.9- Línea de ejes

El peso de la línea de ejes está relacionado principalmente con su longitud y con la potencia de los motores. La expresión que utilizamos para el cálculo será:

$$P = Lej * 0,081 * (n * MCR(KW)/n'/rpm)^{(2/3)}$$

N = número de motores (eléctricos en nuestro caso).      N' = número de propulsores  
rpm = revoluciones del propulsor      Lej = longitud línea de ejes.

Con nuestros datos: N = 2      N' = 2      rpm = 91      Lej = 40 metros

El peso total será de **110,2 toneladas**, situadas en el centro de gravedad de la cámara de máquinas.

## 2.10- Reductor

Al tratarse de 2 reductores simples, podemos calcular el peso de cada uno con la fórmula:

$$\text{Peso } R = a + \frac{b * Tred + c * Tred^2}{1000}$$

Tred lo hallamos con:

$$Tred = 28,758 * CS^2 + 24,977 * CS + 240,8$$

A su vez CS se averigua de la siguiente manera:

$$CS = \ln(Pred) - 0,0287 * Rred^2 + 0,587 * Rred$$

Pred es la potencia del motor en caballos de vapor partido de sus revoluciones, y Rred es la relación de reducción del reductor.

Aproximamos las revoluciones de los motores eléctricos a las de los generadores diésel, y con 600 rpm y 24200 caballos de vapor cada uno, tenemos:

$$\text{Pred} = 40,33333 \quad \text{Rred} = 6,593407 \quad \text{CS} = 6,319833 \quad \text{Tred} = 1547,253$$

Los factores a, b y c dependen de Tred, y en nuestro caso resultan:

$$a = 12,3 \quad b = -44,57 \quad c = 0,0531$$

El peso por tanto resultaría **70,46 toneladas**

El centro de gravedad se presupone situado en el de la cámara de máquinas

### 2.11- Calderas

El peso de las calderas depende de su tipo y de su potencia. Las calderas escogidas en nuestro proyecto dependen son dos calderas Aalborg OL con 40000 kg/h de vapor.

El peso en rosca de cada caldera es de 37,9 toneladas, resultando en un peso total de calderas de **75,8 toneladas**.

El centro de gravedad estará situado en el de la cámara de máquinas.

### 2.12- Tuberías y bombas de cámara de máquinas

Este equipo tiene su **centro de gravedad en la cámara de máquinas** y su peso viene determinado por la potencia de la misma, en nuestro caso siguiendo la fórmula:

$$P = 0,00981 * \text{Potencia de uno de los motores} = 0,00981 * 12000 = \mathbf{354 \text{ toneladas}}$$

### 2.13- Escotillas y escalas

En los buques tanque, hay dos fórmulas para determinar los pesos de estos elementos.

Por un lado tenemos para las escotillas

$$P = 0,417 * N^{\circ} \text{tanques (NT)} = 0,417 * 12 = \mathbf{5 \text{ toneladas}}$$

Y por otro lado las escaleras, con altura mayor a 6 metros:

$$P = (148,4 + 1,08 * 32,5 * (D - hd + b)) * (Nt/1000)$$

Hd = altura doble fondo = 2,5m      b = brusca en cubierta superior

Obteniendo entonces **11,57 toneladas**

Eso da un peso de **16,57 toneladas** situadas sobre la cubierta en el medio de la sección de los tanques, o lo que es lo mismo: **KG= 26 metros**                      **XG=156,6 metros**

### 2.14- Tuberías y válvulas

Las tuberías y válvulas son un elemento importante en la construcción de nuestro buque, y su peso puede averiguarse según la siguiente fórmula:

$$P = 0,0047 * L * (L * B)^{0,5} = 0,0047 * 276 * (276 * 49)^{0,5} = \mathbf{150,85 toneladas}$$

La posición de su centro de gravedad es proporcional a la del peso en rosca, quedando

### 2.15- Pintura y protección catódica

La cantidad de pintura a emplear depende de la estructura del buque, y podemos aproximar el peso como:

$$P = 0,006 * \text{Peso aceros} = 0,006 * 23022,56 = \mathbf{138,13 toneladas}$$

La protección catódica depende de la superficie mojada, la cual puede aproximarse utilizando:

$$\begin{aligned} SM &= Lpp * T * (1,7 + Cb/T) = 276 * 19,1 * (1,7 + 0,86/19,1) \\ &= 9199,08 \text{ metros cuadrados.} \end{aligned}$$

Con ello la protección catódica nos queda:  $P = 0,0008 * SM = 0,0008 * 9199,08 = \mathbf{7,36 tm}$

La protección anticorrosiva tiene un peso total de **145,5 toneladas**, y su centro de gravedad depende del peso en rosca total, siendo

$$KG = 1,27 * KGrosca \qquad XG = XG \text{ habilitación} - 4,68 \text{ metros}$$

### 2.16- Botes de salvamento

Según el libro, a un buque de menos de 35 tripulantes les corresponde un peso de equipo de salvamento de **9,5 toneladas**

Este peso debe ir en la zona de cubierta correspondiente, que en nuestro caso podemos ver en el diagrama de distribución del buque que es en

$$\mathbf{KG = 29,4 metros} \qquad \mathbf{XG = 36,53 metros}$$

## 2.17- Sistema contraincendios. Instalación por espuma

Este mecanismo contraincendios es especial para este tipo de buques, y puede calcularse con la siguiente fórmula:

$$P = (4 * L * B + 1400) / 1000 = (4 * 276 * 49 + 1400) / 1000 = \mathbf{55,5 \text{ toneladas}}$$

Como el sistema se distribuye homogéneamente sobre la zona de carga de la cubierta, el centro de gravedad del sistema estará situado en el centro de la zona de carga a 1,5 metros de la cubierta. Es decir:

$$\mathbf{KG = 27,25 \text{ metros}}$$

$$\mathbf{XG = 156,6 \text{ metros}}$$

## 2.18- Habilitación.

Casi todos los pesos de la habilitación dependen de la superficie disponible de las superestructuras, con la fórmula  $K * \text{Superficie}$ . En la caseta situada más a proa tenemos 578,76 metros cuadrados entre los dos niveles, y la situada inmediatamente a proa de la misma disponemos de 1808,6 metros cuadrados contando con el nivel empleado para el puente de mando.

El total es de **2387,38 m<sup>2</sup>** y con ello calculamos los pesos de la habilitación.

Subpavimento  $K = 0,028 \left(\frac{t}{m^2}\right)$  por lo que  $P = 66,846 \text{ t}$

Aislamiento antiacústico  $K = 0,016 \left(\frac{t}{m^2}\right)$  por lo que  $P = 38,2 \text{ t}$

Pavimento  $K = 0,004 \left(\frac{t}{m^2}\right)$  por lo que  $P = 9,549 \text{ t}$

Moqueta  $K = 0,028 \left(\frac{t}{m^2}\right)$  por lo que  $P = 21,486 \text{ t}$

Techos  $K = 0,028 \left(\frac{t}{m^2}\right)$  por lo que  $P = 40,585 \text{ t}$

Mamparos  $K = 0,028 \left(\frac{t}{m^2}\right)$  por lo que  $P = 62,071 \text{ t}$

Aislamiento  $K = 0,028 \left(\frac{t}{m^2}\right)$  por lo que  $P = 19,1 \text{ t}$

Aseos: 0,5 t/ unidad, habiendo 30 aseos, tenemos  $P = 15 \text{ t}$

Apartamentos 0,797 t / unidad, con un total de 8 apartamentos, tenemos  $P = 6,376 \text{ t}$

Cabinas sencillas 0,36 t/unidad, para 22 tripulantes, queda  $P = 7,29 \text{ toneladas}$

El sumatorio de todos estos pesos da un total de 287,13 toneladas, distribuidas entre las dos casetas según su superficie. El resultado es de:

$$\mathbf{KG = 35 \text{ metros}}$$

$$\mathbf{XG = 30,16 \text{ metros}}$$

## 2.19- Sistema de ventilación

Este apartado está íntimamente ligado a la habilitación, compartiendo su centro de masas y siguiendo la fórmula  $P = 0,02 * Sh = 0,02 * 2387,38 = \mathbf{47,747 \text{ toneladas}}$

El centro de gravedad coincide con el de la habilitación.

## 2.20- Electricidad y cuadros eléctricos

Para hallar el peso del sistema eléctrico precisamos de la potencia de los motores en Kw longitud de los cables eléctricos (lc) en kilómetros.

Para obtener la longitud de los cables empleamos la expresión:

$$lc = 1,82 + 0,268 * L + 0,000597 * L^2 = 1,82 + 73,968 + 45,477 = 121,265 \text{ km}$$

Al poseer nuestro barco una eslora mayor a 60 metros, la fórmula empleada para el cálculo será:

$$P = lc + Pot/1000 = 121,265 + 36,1 = \mathbf{157,36 \text{ toneladas}}$$

Su centro de gravedad se encontrará situado a una distancia ligeramente a proa del de habilitación, ya que es en esa sección del buque y en la cámara de máquinas donde se encuentra la mayoría del sistema eléctrico

**KG = 21,46 metros**

**XG = 34,86 metros**

## 2.21- Equipos de amarre y fondeo

Para hallar el peso de estos elementos precisamos del denominado Numeral de equipo.

Esa cifra se calcula con la siguiente expresión:  $NE = DE^{\frac{2}{3}} + 2 * B * h + \frac{Ap}{10}$

DE es el desplazamiento al calado máximo, B es la manga, h es la altura desde el calado de verano a la cubierta más alta y Ap es el área lateral del buque (En perfil) por encima de la línea de francobordo de verano

Estos datos nos quedan:

DE= 227751,8 t

B = 49m

h = 6,65m

Ap = 1878,625

Por lo tanto, el valor del numeral de equipo será: NE = 6258,324

Según las tablas, esto amerita un peso de amarre y fondeo de **480 toneladas**.

Estarán situadas a proa, en una posición de

**KG = 26,75 m**

**XG = 269,5 metros**

### 3.- Resultado total de pesos en rosca

El resultado de la suma de pesos en rosca puede verse en la siguiente tabla. Las posiciones del centro de masas del peso en rosca se han hallado mediante un sumatorio de momentos, los cuales pueden verse en el extremo derecho de la tabla.

Concepto	Peso	KG	XG	Mom KG	Mom XG
Peso de aceros	23022,558	12,456	133,270	286768,98	3068216,26
Timón y mecha	18,448	8,000	0,000	147,59	0,00
Cámaras de bombas	313,050	6,000	41,400	1878,30	12960,25
Grúas de carga y descarga	62,400	26,000	139,620	1622,40	8712,29
Navegación y comunicaciones	2,000	42,410	34,100	84,82	68,20
Motores propulsores y planta generadora	692,000	12,375	18,400	8563,50	12732,80
Línea de ejes	110,197	12,375	25,160	1363,69	2772,55
Caldera	75,800	12,375	25,160	938,03	1907,13
Tuberías y Bombas cámara de máquinas	117,720	12,375	25,160	1456,79	2961,84
Polines	112,375	12,375	25,160	1390,64	2827,36
Tanques no estructurales	33,690	12,375	25,160	416,91	847,64
Hélices	81,920	5,200	5,700	425,98	466,94
Reductores	70,460	12,375	25,160	871,94	1772,77
Tuberías y válvulas	150,855	12,039	134,268	1816,16	20254,98
Escalas y tecles	33,661	35,000	30,160	1178,12	1015,21
Puertas y escotillas	16,574	25,750	156,600	426,77	2595,44
Pintura y protección catódica	145,495	16,619	25,480	2418,01	3707,20
Botes y pescantes salvamento	9,500	29,400	36,530	279,30	347,04
Sistema contraincendios	55,500	27,250	156,600	1512,38	8691,30
Habilitación en general	287,133	35,000	30,160	10049,67	8659,94
Ventilación y aire acondicionado	47,748	35,000	30,160	1671,17	1440,07
Electricidad y cuadros eléctricos	157,365	21,461	34,860	3377,22	5485,75
Equipos de fondeo y amarre	480,000	26,750	269,500	12840,00	129360,00
Suma	26048,15	13,0876	126,741	340909,2	3301368,8

No obstante, cabe notar que estos no son los pesos definitivos de la rosca del buque.

Es necesario añadir ciertos márgenes a los valores obtenidos.

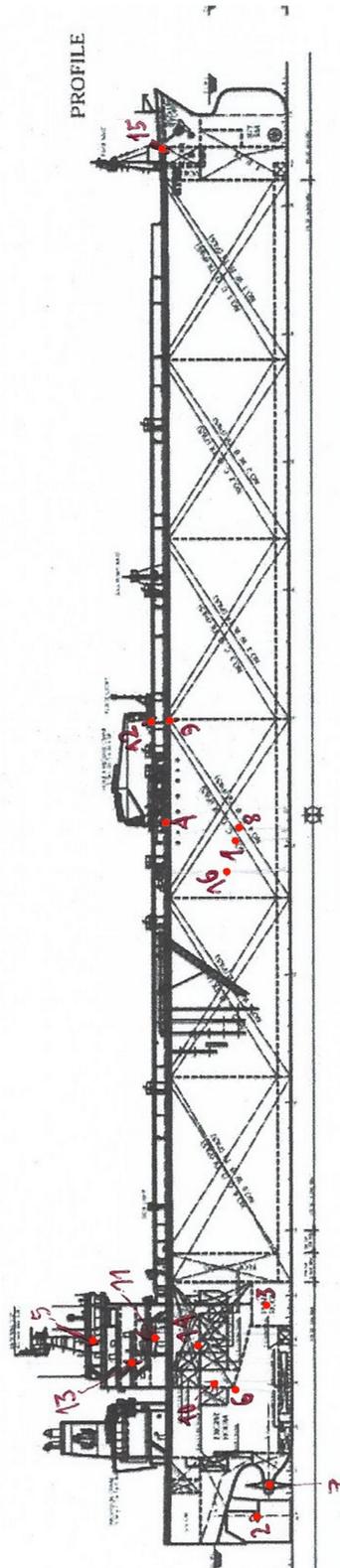
Generalmente unos márgenes aceptables son un 6% del peso total, unos 0,5 metros más de KG y un XG situado a poco más de 1 metro a proa de la suma.

El resultado final es el siguiente:	Peso	KG	XG
Total	27611,04	13,588	127,741

Teniendo en cuenta que el peso en rosca estimado es de 27751,8 t, y el obtenido es de 27611,04 t, nuestro buque cumple con lo estipulado, teniendo 200140,76 toneladas de peso muerto.

A continuación se muestra la representación gráfica de la situación de los pesos en el buque.

## Diagrama de distribución de pesos



1. Peso de aceros
2. Timón y mecha
3. Cámara de bombas
4. Grúas de carga y descargas
5. Navegación y comunicaciones
6. Pesos de cámara de máquinas
7. Hélices
8. Tuberías y válvulas

9. Puertas y escotillas
10. Pintura y protección catódica
11. Botes y pescantes salvamento
12. Sistema contraincendios
13. Pesos de habilitación
14. Electricidad y cuadros eléctricos
15. Equipos de fondeo y amarre
16. Peso en rosca

#### 4.- Bibliografía

1. JUNCO OCAMPO, Fernando; DÍAZ CASAS, Vicente. Asignatura de “*Proyectos de buques y artefactos marinos 1*”. Universidad de A Coruña, Escuela Politécnica Superior de Ferrol, Curso 2017-2018.
2. JUNCO OCAMPO, Fernando. Libro “*Proyecto de buques y artefactos. Cálculo del desplazamiento*” Universidad de A Coruña, Escuela Politécnica Superior de Ferrol.
3. Revista “*Significant ships of 2006*” Royal Institution of Naval Architects