



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

**Trabajo Fin de Grado**  
**CURSO 2016/17**

---

*BUQUE SUPPLY AHTS 250 TPF*  
*CUADERNO 2: CÁLCULO DE PESOS Y CENTROS*  
*DE GRAVEDAD*

---

**Grado en Ingeniería Naval y Oceánica**

**ALUMNA/O**

Noelia Paredes Portas

**TUTORAS/ES**

Fernando Lago Rodríguez

**FECHA**

Septiembre 2017



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

*CURSO 2.016-2017*

**PROYECTO NÚMERO 17-10**

**TIPO DE BUQUE:** SUPPLY AHTS

**CLASIFICACIÓN, COTA Y REGLAMENTOS DE APLICACIÓN:** DNV MARPOL SOLAS y los propios para este tipo de buques

**CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA:** Anclas y material para apoyo a las plataformas petrolíferas así como función de remolque. 250 TPF

**VELOCIDAD Y AUTONOMÍA:** velocidad de servicio 15 Kn, 4500 millas

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

**PROPULSIÓN:** Diésel eléctrico

**TRIPULACIÓN Y PASAJE:** 30 tripulantes

**OTROS EQUIPOS E INSTALACIONES:** Los propios para este tipo de buques

Ferrol, 10 Setiembre 2016

ALUMNO/A: **D<sup>a</sup>** Noelia Paredes Portas

El buque proyecto es un buque de apoyo a las plataformas petrolíferas, en concreto un AHTS que además de llevar suministros a las plataformas está especializado para el transportar anclas y elemento de fondeo para plataformas además de prestar servicio de remolque.

Posee un sistema de lucha contra incendios FIFI I, y un sistema de posicionamiento dinámico DP2, y además de los datos de la RPA, este buque para su propulsión cuenta con dos propulsores azimutales en popa, y para el posicionamiento dinámico, dos túnel thrusters y un thruster retráctil.

O buque proxecto é un buque de apoio ás plataformas petrolíferas, en concreto trátase dun AHTS, que ademáis de levar suministros ás plataformas está especializado para transporte e manexo de anclas e elementos de fondeo para as plataformas así comoa tamén para prestar servizo de remolque.

Posée un sistema de loita contraincendios FIFI I, e un sistema de posicionamento dinámico DP2, ademáis dos datos da RPA, este buque conta con dous propulsores acimutais en popa e en proa dous túnel thrusters e un thruster retráctil que será utilizados para o posicionamento dinámico

The Project vessel is an AHTS vessel of suport to the oil platforms that in adiction to carrying supplies to the platforms, is specualized for the transporting anchors and elements of anchor of platforms and to towing sercice.

It has a FIFI I fire-fighting sistem and DP2 dynamic positioning sistem, and in adiction, this vessel has two aft azimurhal propellers ans for dynamic positioninig, two tunnel thruster and a retactable thruster on the bow.

Las dimensiones principales del buque y la disposición general son las siguientes:

|                        |                    |
|------------------------|--------------------|
| Lpp                    | 77.56m             |
| B(m)                   | 20.26m             |
| T(m)                   | 7.71m              |
| D(m)                   | 9.27m              |
| CB                     | 0.69               |
| CM                     | 0.99               |
| CP                     | 0.7                |
| $\Delta(t)$            | 8743.54T           |
| FN                     | 0.28               |
| PR(T)                  | 4793T              |
| POT(KW)                | 14400 KW           |
| TIRO                   | 250 TPF            |
| Área de cubierta       | 605 m <sup>2</sup> |
| Carga en cubierta      | 2000T              |
| Capacidades de tanques |                    |
| Diesel Oil             | 971.712 T          |
| Agua Tecnica           | 54 T               |
| Fangos                 | 4.83 T             |
| Agua de perforación    | 455.26T            |
| Agua Potable           | 67.2 T             |
| Aceite                 | 36.316 T           |
| Aceite hidráulico      | 16.29 T            |
| Lastre                 | 1830 T             |
| Brine                  | 460.56 T           |
| Lodos de perforación   | 950.35 T           |
| Agua de suministro     | 663.6T             |
| Cadenas de anclas      | 1091 T             |

## Contenido

|                      |   |
|----------------------|---|
| 1 Introducción ..... | 7 |
|----------------------|---|

|  |                                      |
|--|--------------------------------------|
| 2 Cálculo del peso en rosca .....              | 8                                    |
| 2.1 Peso de aceros.....                        | 8                                    |
| 2.1.1 Método de Watson:.....                   | 8                                    |
| 2.1.2 Método de F.Junco: .....                 | 8                                    |
| 2.1.3 Método por coeficientes:.....            | 8                                    |
| 2.1.4 Método del número cúbico:.....           | 9                                    |
| 2.1.5 Método de Munro-Smith .....              | 9                                    |
| 2.1.6 Corrección por escantillones:.....       | 10                                   |
| 2.1.7 Método de García Garcés:.....            | 10                                   |
| 2.2 Peso de Maquinaria.....                    | 10                                   |
| 2.3 Peso de equipos y habilitación. ....       | 11                                   |
| 2.3.1 Pintura anticorrosiva .....              | 11                                   |
| 2.3.2 Protección catódica .....                | 11                                   |
| 2.3.3 Peso del equipo de amarre y fondeo ..... | 12                                   |
| 2.3.4 Peso del equipo de gobierno .....        | 12                                   |
| 2.3.5 Peso de equipos de salvamento.....       | 12                                   |
| 2.3.6 Peso equipo contraincendios.....         | 13                                   |
| 2.3.7 Peso de gruas.....                       | 13                                   |
| 2.3.8 Pesos de cierres diversos y accesos..... | 14                                   |
| 2.3.9 Peso de habilitación.....                | 14                                   |
| 2.3.10 Peso de la instalación eléctrica.....   | 18                                   |
| 2.3.11 Peso de tuberías y bombas .....         | 18                                   |
| 2.3.12 Peso de hélices de popa.....            | 18                                   |
| 2.3.13 Peso las hélices de proa.....           | 18                                   |
| 2.3.14 Peso de equipo de remolque .....        | 19                                   |
| 2.4 Resumen del peso en rosca .....            | 19                                   |
| 3 Calculo del peso muerto .....                | 21                                   |
| 3.1 Consumos .....                             | 21                                   |
| 3.2 Carga útil .....                           | 23                                   |
| 4 Cálculo del desplazamiento .....             | 25                                   |
| 5 Anexo I .....                                | 26                                   |
| 6 Anexo II .....                               | 29                                   |
| 7 Anexo III .....                              | 31                                   |
| 8 Anexo IV .....                               | <b>¡Error! Marcador no definido.</b> |



## 1 INTRODUCCIÓN

En este cuaderno se calcularán los pesos que llevará a bordo el buque, así como sus centros de gravedad. Para el cálculo. Se utilizará como guía el libro del profesor Fernando Junco “Cálculo del desplazamiento”

Los elementos cuyo peso se saque de catálogo, en los anexos de este cuaderno se encontrarán dichos catálogos, además también se incluirán en los anexos los planos del buque así como la distribución de tanques y sus centros de gravedad.

Se comenzará por el cálculo del peso en rosca y a continuación con el cálculo del peso muerto, concluyendo con el cálculo del desplazamiento tota.

## 2 CÁLCULO DEL PESO EN ROSCA

En este apartado se calcularán el peso de aceros. El peso de la maquinaria, el peso de equipos y habilitación, de la instalación eléctrica, tuberías y bombas, hélices de proa y popa, y equipos de remolque.

### 2.1 Peso de aceros

El cálculo del peso de aceros se hará siguiendo las diferentes fórmulas que aparecen en el libro citado en la introducción "Calculo del desplazamiento" del profesor Fernando Junco.

#### 2.1.1 Método de Watson:

$$E = L \cdot (B + T) + 0.85 \cdot L \cdot (D - T) \cdot 0.85 \cdot (ls \cdot hs) + 0.75 \cdot (lc \cdot hc)(lc \cdot hc)(lc \cdot hc)$$

$$\sum (ls \cdot hs) = 252.47$$

$$E = 2714.74$$

$$CB80D = CB + (1 - CB) \cdot \frac{0.8 \cdot D - T}{3 \cdot T}$$

$$CB80D = 0.7 + (1 - 0.7) \cdot \frac{0.8 \cdot 12.27 - 7.71}{3 \cdot 7.71} = 0.72$$

$$Wst = k \cdot E^{1.36} \cdot (0.65 * 0.5 * CB80D)$$

Escogemos  $k=0.51$

$$Wst = 0.51 \cdot 2714.74^{1.36} \cdot (0.65 * 0.5 * 0.72) = \mathbf{2408.58T}$$

Por lo tanto el peso de aceros del buque proyecto según este método sería de 2408.85 toneladas

#### 2.1.2 Método de F. Junco:

$$Wst = 0.14 \cdot Lpp \cdot B \cdot D$$

$$Wst = 0.14 \cdot 77.56 \cdot 20.26 \cdot 9.27 = \mathbf{2041.36T}$$

#### 2.1.3 Método por coeficientes:

$$Wst = Vc \cdot Cs$$

$$Vc = LBD + Vol \text{ superestructura ya casetas}$$

$$Vol \text{ superestructurasy casetas} = 0.8 \cdot B \cdot (1.45 \cdot Lpp - 11)$$

$$Vol \text{ superestructurasy casetas} = 0.8 \cdot 20.26 \cdot (1.45 \cdot 77.56 - 11) = 1644.5m^3$$

$$Vc = 77.56 \cdot 20.26 \cdot 9.27 + 1644.5 = 16211.1m^3$$

Cs se saca a partir de la grafica 9.4.52 para un  $\Delta$  de 8743.54

Cs=0.118

$$Wst = 16211.1 * 0.118 = \mathbf{1912.9T}$$



### 2.1.4 Método del número cúbico:

Este método se realiza a partir de los datos de otro buque, en concreto a partir del peso de acero y de la eslora entre perpendiculares de otro buque, y como en los buques de la base de datos no aparece en ninguno el peso de aceros, se hará cogiendo como buque de referencia un proyecto de otro buque parecido a este en concreto el proyecto fin de carrera nº12-14 de Rubén Sobrino Alonso "Buque AHTS 280TPF y 3000t carga en cubierta.

Según su proyecto tiene una eslora entre perpendiculares de 83.44m, y un peso de aceros de 2556.63 toneladas.

$$\frac{W1}{W2} = \left(\frac{L1}{L2}\right)^3;$$

$$\frac{2556.63}{W2} = \left(\frac{83.44}{77.56}\right)^3; \mathbf{W2 = 2053.3t}$$

### 2.1.5 Método de Munro-Smith

Para este método también son necesarios los datos de otro buque similar al buque proyecto, por lo que se utilizará el mismo buque citado anteriormente.

Buque AHTS 280TPF y 3.000t de carga en cubierta:

Eslora 83.44

Manga 23.35

Puntal 9.67

Peso de aceros 2556.53

Buque proyecto

Eslora 77.56

Manga 20.26

Puntal 9.27

$$dw_L = 0.85 \cdot (77.56 - 83.44) \cdot \frac{2556.53}{83.44} = -153.13$$

$$dw_B = 0.55 \cdot (20.26 - 23.35) \cdot \frac{2556.53}{23.35} = -186.07$$

$$dw_D = 0.3 \cdot (9.27 - 9.67) \cdot \frac{2556.53}{9.67} = -31.72$$

$$dw_{TOTAL} = -153.13 - 186.07 - 31.72 = -370.92$$

$$w = 2556.53 - 370.92 = \mathbf{2185.6t}$$

### 2.1.6 Corrección por escantillones:

Este método es una aproximación del método anterior, este método es menos conservador, a que el peso de aceros que nos da es mayor que el anterior. Los factores que se utilizan son los obtenidos en el apartado anterior.

$$\text{Corrección por eslora} = 1/3 \cdot dw_L = -51.04$$

$$\text{Corrección por manga} = 1/4 \cdot dw_B = -46.5175$$

$$\text{Corrección por puntal} = 1/2 \cdot dw_D = -15.86$$

$$W = 2556.53 - 113.4 = \mathbf{2443.115}$$

### 2.1.7 Método de García Garcés:

$$W_{st} = 0.02934 \cdot 77.56^{1.5} \cdot 20.26 \cdot 9.27^{0.5} = \mathbf{1236.22}$$

Con este método nos da un peso de aceros muy bajo, por lo que no lo consideramos para hacer la media del peso de aceros, pero sí que utilizamos este método para calcular el XG y el KG, ya que no tenemos otro método

$$W_{st\text{medio}} = \frac{2408.58 + 2041.36 + 1912.9 + 2053.3 + 2185.6 + 2443.115}{6} = \mathbf{2174.14}$$

$$KG = 0.54747 \cdot 9.27 \cdot 1.1725 = \mathbf{6.24m}$$

$$XG = 0.44653 \cdot 78.56 \cdot 0.614 = \mathbf{35.69m}$$

## 2.2 Peso de Maquinaria

En este apartado se calculará tanto el peso de la maquinaria propulsora como de la maquinaria auxiliar, y para ello se necesita conocer la potencia de los motores principales que se van a utilizar en el buque proyecto, y que están definidos en el cuaderno 6.

En el cuaderno 6 se ha decidido utilizar tres motores con una potencia cada uno de 4880KW. Por lo tanto el cálculo del peso de la maquinaria propulsora se hará de la siguiente manera:

$$P_{qp} = 0.72 \cdot (MCR)^{0.78}$$

MCR es igual a la suma de la potencia total de los diésel generadores

$$MCR = 3 \cdot 4880 = 14640$$

Por lo tanto el peso total de la maquinaria principal sería:

$$P_{qp} = 0.72 \cdot (14640)^{0.78} = 1277.8T$$

En cuanto a al peso de los equipos restantes, excluida la maquinaria auxiliar se obtiene también con una fórmula del libro del profesor F.Junco, de la siguiente manera:

$$P_{qr} = k \cdot VE^l + h \cdot EJ \cdot (j \cdot L + 5)$$

Los coeficientes K,l,h,j se sacarán de la figura 9.5.2

VE es el volumen de la cámara de máquinas, del cual sacamos la medida de los planos de AutoCAD y nos da un volumen de  $3650m^3$

Ej es la longitud de la línea de ejes fuera de cámara de máquinas, pero como el buque proyecto tiene propulsión eléctrica, no lleva línea de ejes, y por lo tanto este valor es 0.

$$P_{qr} = 0.0295 \cdot 3650^1 + 1.5 \cdot 0 \cdot (0.164 \cdot 77.56 + 5) = \mathbf{105.02T}$$

El peso total de la maquinaria será la suma de estas dos por lo tanto 1382.8

Para el cálculo del KG se utiliza una fórmula sacada del libro "Proyecto básico del buque mercante"

$$KG = 0.17 \cdot T + 0.363 \cdot D \cdot$$

$$KG = 0.17 \cdot 7.71 + 0.363 \cdot 9.27 = \mathbf{4.64m}$$

La posición longitudinal del centro de gravedad de la cámara de máquinas se saca del plano en AutoCAD, por lo tanto este valor será el siguiente:

$$XG=53m.$$

## 2.3 Peso de equipos y habilitación.

### 2.3.1 Pintura anticorrosiva

$$P_i = 0.008 \cdot P_{st}$$

Donde Pst es el peso de aceros calculado en el apartado 2.1 =2174.14T

$$P_i = 0.008 \cdot 2174.14 = \mathbf{17.4T}$$

$$XG = \frac{2}{3} \cdot L_{total} = \frac{2}{3} \cdot 84 = \mathbf{56m}$$

$$KG = \text{mas el 30\% del puntal} = 9.27 \cdot 1.3 = \mathbf{12.05m}$$

### 2.3.2 Protección catódica

$$P_{cc} = 0.0004 \cdot S_m \cdot a \cdot y$$

a=1(zinc) se desconoce el tipo de ánodo

y=2 número de años de protección

$$P_{cc} = 0.0004 \cdot 1084.67 \cdot 1 \cdot 2 = \mathbf{1.86T}$$

$$XG = \frac{1}{2} \cdot Lwf = \frac{83}{2} = \mathbf{41.5m}$$

$$KG = \frac{1}{2} \cdot T = \frac{1}{2} \cdot 7.71 = \mathbf{3.85m}$$

### 2.3.3 Peso del equipo de amarre y fondeo

$$NE = \Delta^{1/3} + 2 \cdot Bh + \frac{Ap}{10}$$
$$NE = 8743.54^{1/3} + 2 \cdot 20.26 \cdot 16.07 + \frac{431.605}{10} = 1118.73$$

A partir de este numeral de equipo, en la gráfica 9.5.5 saco el peso del equipo de amarre y fondeo:

Peso cadenas y anclas 43.33T

Peso elementos de fondeo 58T

Peso elementos de amarre y fondeo 77T

Peso total=77+58+43.33=**178.33T**

**XG** se situará cercano a proa, medido en el croquis **76.5M**

**KG** más 50% del puntal=9.27·1.5=**14.35T**

### 2.3.4 Peso del equipo de gobierno

El peso del equipo de gobierno será aproximadamente de 2Toneladas, su centro de gravedad se situará en la mitad del puente de gobierno, a 61.5m de la perpendicular de popa.

La posición vertical del centro de gravedad se medirá en el plano, y será de 28m

Por lo tanto resumiendo de manera esquemática

XG=61.5m

KG=28m

### 2.3.5 Peso de equipos de salvamento

$$Pl = 9.5 + (n - 35) \cdot 0.1$$

n=número de tripulantes o 35 si este es menor

Si los botes fuesen de tipo cerrado se incrementaría el peso en 3.5T por bote, pero en el buque proyecto no se instalarán botes cerrados, ya que no es obligatorio.

$$Pl = 9.5 + (35 - 35) \cdot 0.1 = \mathbf{9.5T}$$

**XG=Lt/2 =42m**

**KG** entre las cubiertas B y C **18m**

### 2.3.6 *Peso equipo contraincendios.*

$$Pci = 0.0025 \cdot VE + 1$$

Donde VE es el volumen de la cámara de máquinas, medido en el plano de AutoCAD,  $3650m^3$ .

Por lo tanto el peso del equipo contraincendios será el siguiente:

$$Pci = 0.0025 \cdot 3650 + 1 = \mathbf{10.125T}$$

**XG=39m** a Popa de la habitación, medido en el plano de la cubierta principal

**KG=10m**

### 2.3.7 *Peso de gruas*

El buque proyecto estará equipado con dos gruas móviles, una a estribor y otra a babor de 7 toneladas cada una, para el manejo de anclas y cadenas para fondeo de plataformas.

El peso de la grúa se saca de las figuras 9.5.3 y 9.5.4 del libro del profesor F.Junco, a partir del peso del polín que se saca de la siguiente fórmula

Q=7T                      capacidad      de      elevación      de      la      grúa

$$Pp = 8 \cdot Q \cdot \frac{E}{1000} \cdot 9 = 3.24T$$

E=alcance de la pluma 16m

P=diámetro                      del                      polín                      1.5m

$$Pp \text{ total} = \left( 8 \cdot 7 \cdot \frac{16}{1000} \cdot 1.5 \right) = \mathbf{0.21T}$$

El peso de la grúa sería de 23T, por lo tanto en total sería:

$$2 \cdot (0.21 + 23) = 46.42T$$

XG y KG medidos directamente en el croquis

XG grúa de estribor 12m

XG grúa de babor 34m

KG=16m

### 2.3.8 Pesos de cierres diversos y accesos

NC numero de casetas de chigres o frigorífenos=0

NH numero de cubiertas de alojamiento =4

n número de tripulantes 30

- Peso puertas de acero

$$P = 0.56 \cdot (NH + 1) + 0.28 \cdot NC$$
$$P = 0.56 \cdot (3 + 1) + 0.28 \cdot 0 = \mathbf{2.24T}$$

XG=0.75·Lpp=58.17m

KG=16.4m

- Peso portillos y ventanas

$$P = 0.8 \cdot NH + 0.6 = 0.8 \cdot 3 + 0.6 = 3T$$

XG=0.75·86.2=64.65m

KG=21m

- Peso de barandillado

$$P = 0.245 \cdot (NH + 2) = 0.245 \cdot (3 + 2) = \mathbf{1.23T}$$

XG=64.65m

KG=23m

### 2.3.9 Peso de habitación.

Para calcular el peso y el centro de gravedad de la habitación, se utilizarán los planos de la disposición general adjuntados como anexo.

| Espacio                | m2  |
|------------------------|-----|
| Camarote oficiales     | 125 |
| camarote tripulación   | 160 |
| comedores y salones    | 120 |
| aseo individual        | 250 |
| aseo publico           | 200 |
| Cocina                 | 200 |
| Oficio                 | 200 |
| gambuza seca y pañoles | 60  |
| lavadero y secadero    | 150 |
| gambuza frigorífica    | 190 |

A continuación se mostraran las diferentes cubiertas con su distribución y los metros cuadrados de cada espacio, junto con el peso total de cada espacio.

| Cubierta           | ESPACIO            | m^2   | Kg/m2 | Peso   |          |
|--------------------|--------------------|-------|-------|--------|----------|
| Cubierta Principal | Vestuarios         | 293   | 200   | 58600  |          |
|                    | Duchas             | 21,63 | 200   | 4326   |          |
|                    | Lavandería         | 21    | 150   | 3150   |          |
|                    | Residuos           | 29,2  | 150   | 4380   |          |
|                    | GYM                | 55,4  | 150   | 8310   |          |
|                    | Sala náufragos     | 21,7  | 120   | 2604   |          |
|                    | Comedor            | 39,6  | 120   | 4752   |          |
|                    | Hospital           | 34,28 | 120   | 4113,6 |          |
|                    | sala de control    | 29    | 120   | 3480   |          |
|                    | Pañol1             | 7     | 60    | 420    |          |
|                    | Pañol2             | 5,8   | 60    | 348    |          |
|                    | Pañol3             | 5,8   | 60    | 348    |          |
|                    | pañol4             | 5,8   | 60    | 348    |          |
|                    | Al,macen1          | 20,4  | 60    | 1224   |          |
|                    | Almacen2           | 20,4  | 60    | 1224   |          |
|                    | CI                 | 24,4  | 120   | 2928   |          |
|                    | Aire acondicionado | 19,5  | 120   | 2340   |          |
|                    | Bombas             | 24,4  | 120   | 2928   |          |
|                    | TOTAL              |       |       |        | 105823,6 |

|            |      |    |     |      |
|------------|------|----|-----|------|
| Cubierta A | SALA | 28 | 120 | 3360 |
|            | Baño | 18 | 200 | 3600 |

|       |           |      |     |       |
|-------|-----------|------|-----|-------|
|       | gambuza1  | 4    | 60  | 240   |
|       | gambuza2  | 3,2  | 190 | 608   |
|       | gambuza3  | 3,2  | 190 | 608   |
|       | Gambuza4  | 3,1  | 190 | 589   |
|       | limpieza  | 9,6  | 60  | 576   |
|       | cocina    | 74,6 | 200 | 14920 |
|       | comedor   |      |     |       |
|       | marineria | 45,8 | 120 | 5496  |
|       | Pañol     | 20   | 60  | 1200  |
|       | comedor   |      |     |       |
|       | oficiales | 49   | 120 | 5880  |
|       | baños     | 26   | 200 | 5200  |
|       | sala      | 45   | 120 | 5400  |
|       | sala de   |      |     |       |
|       | reuniones | 34   | 120 | 4080  |
| TOTAL |           |      |     | 51757 |

|          |             |       |     |         |
|----------|-------------|-------|-----|---------|
|          | Camarote1   | 11,5  | 160 | 1840    |
|          | camarote2   | 11,5  | 160 | 1840    |
|          | camarote3   | 10,4  | 160 | 1664    |
|          | camarote4   | 9,4   | 160 | 1504    |
|          | camarote5   | 8,4   | 160 | 1344    |
|          | camarote6   | 7,3   | 160 | 1168    |
|          | camarote7   | 7,3   | 160 | 1168    |
|          | camarote 8  | 8     | 160 | 1280    |
|          | camarote 9  | 9,4   | 160 | 1504    |
| CUBIERTA | camarote10  | 8     | 160 | 1280    |
| B        | camarote 11 | 7,3   | 160 | 1168    |
|          | camarote12  | 7,3   | 160 | 1168    |
|          | camarote13  | 8,4   | 160 | 1344    |
|          | camarote14  | 9,4   | 160 | 1504    |
|          | camarote15  | 10,4  | 160 | 1664    |
|          | sal         | 34,16 | 120 | 4099,2  |
|          | sala de     |       |     |         |
|          | reuniones   | 32    | 120 | 3840    |
|          | lavanderia  | 12,24 | 150 | 1836    |
|          | baños       | 41    | 250 | 10250   |
| TOTAL    |             |       |     | 41465,2 |

|            |           |       |     |      |
|------------|-----------|-------|-----|------|
| Cubierta C | sala      | 34    | 120 | 4080 |
|            | camarote1 | 20,35 | 160 | 3256 |
|            | camarote2 | 16,2  | 160 | 2592 |



|              |                   |      |     |              |
|--------------|-------------------|------|-----|--------------|
|              | camarote3         | 13,4 | 160 | 2144         |
|              | ca,arote4         | 11,4 | 160 | 1824         |
|              | camarote 5        | 21   | 160 | 3360         |
|              | camartoe6         | 21   | 160 | 3360         |
|              | camarote 7        | 11,4 | 160 | 1824         |
|              | camarote8         | 9    | 160 | 1440         |
|              | camarote9         | 10,9 | 160 | 1744         |
|              | camarote10        | 12,6 | 160 | 2016         |
|              | camarote 11       | 13   | 160 | 2080         |
|              | sala2             | 34   | 120 | 4080         |
|              | sala de reuniones | 32   | 120 | 3840         |
|              | lavanderia        | 12,4 | 150 | 1860         |
|              | Baños             | 33   | 250 | 8250         |
| <b>TOTAL</b> |                   |      |     | <b>47750</b> |

|              |                   |       |     |              |
|--------------|-------------------|-------|-----|--------------|
|              | sala de reuniones | 30    | 120 | 3600         |
|              | camarote1         | 22    | 135 | 2970         |
|              | camarote 2        | 22    | 135 | 2970         |
|              | camarote 3        | 22    | 135 | 2970         |
|              | camarote 4        | 22    | 135 | 2970         |
|              | sala              | 30,6  | 120 | 3672         |
|              | oficina           | 14,55 | 200 | 2910         |
|              | Baños             | 12    | 250 | 3000         |
| <b>TOTAL</b> |                   |       |     | <b>25062</b> |

|                   |                         |            |            |                 |
|-------------------|-------------------------|------------|------------|-----------------|
|                   | Generador de emergencia | 13,41      | 150        | 2011,5          |
|                   | oficina                 | 17         | 150        | 2550            |
|                   | Local DP                | 75         | 150        | 11250           |
|                   | Oficina                 | 17         | 150        | 2550            |
|                   | Baños                   | 13,41      | 200        | 2682            |
| <b>TOTAL</b>      |                         |            |            | <b>21043,5</b>  |
| <b>Puente</b>     |                         | <b>200</b> | <b>150</b> | <b>30000</b>    |
| <b>Peso total</b> |                         |            |            | <b>198332,3</b> |

El centro de gravedad tanto horizontal como vertical sacado de los planos del buque son los siguientes:

XG 62

KG 18.68

### 2.3.10 Peso de la instalación eléctrica

$$Pei = \frac{\frac{L \cdot lc}{60} \cdot BHP}{1000}$$

Lc= longitud del cable=26.33Km aproximadamente

$$Pei = \frac{\frac{77.56 \cdot 26.33}{60} + 19520}{1000} = \mathbf{19.55T}$$

XG y KG medidos en el croquis del buque, XG en la zona de habilitación

XG=61.8m

KG=9.27m

### 2.3.11 Peso de tuberías y bombas

$$Ptb = 0.0047 \cdot L \cdot \sqrt{L} \cdot B$$

$$Ptb = 0.0047 \cdot 77.56 \cdot \sqrt{77.56} \cdot 20.26 = 65.04T$$

XG y KG medidos en el croquis del buque

XG=22.5 se estima una distancia de la perpendicular de popa que esté en mitad del espacio de tanques de carga.

KG=T/2=4.63

### 2.3.12 Peso de hélices de popa

En el anexo II se muestran las características de las hélices elegidas.

El peso de cada hélice es de 77 toneladas. Por lo tanto el peso total de las hélices de popa será de 154 toneladas.

Las coordenadas del centro de gravedad medidas en el plano serán las siguientes:

XG -4m

KG 3.5m

### 2.3.13 Peso las hélices de proa

En el anexo I se muestran las características de las hélices elegidas.

El peso de cada hélice es de 11.73T por lo tanto el peso total será de 26.46T

Las características de la hélice retráctil también vienen en el anexo, y el peso de esta es de 27.5 toneladas

Por lo tanto, el peso total de las hélices de proa es de 57 Toneladas.

El centro de gravedad tanto vertical como horizontal se mide en el plano y es el siguiente:

XG 72.6m

KG 4.6m

### *2.3.14 Peso de equipo de remolque*

El peso del equipo de remolque tiene un valor aproximado de 150Toneladas, las coordenadas del centro de gravedad de este equipo se miden en el plano y son las siguientes:

XG 44m

KG 17m

## **2.4 Resumen del peso en rosca**

A continuación se muestra una tabla en la que se muestra un resumen de todos los pesos calculados en este apartado y el valor final del peso en rosca, con un margen de más/menos el 10%

| PESOS       | Peso    | XG    | KG   | P·XG      | P·KG     |
|-------------|---------|-------|------|-----------|----------|
| peso aceros | 2174,14 | 35,69 | 6,24 | 77595,056 | 13566,63 |

Buque supply AHTS 250 TPF/Cuaderno 2 Cálculo de pesos y centros de gravedad  
 Noelia Paredes Portas

|                         |                    |                 |               |                 |                |
|-------------------------|--------------------|-----------------|---------------|-----------------|----------------|
|                         |                    |                 |               | 6               | 36             |
| peso maquinaria         | 1382,8             | 58,5            | 4,64          | 80893,8         | 6416,192       |
| pintura                 | 17,4               | 56              | 12            | 974,4           | 208,8          |
| protección catódica     | 1,86               | 41,5            | 3,85          | 77,19           | 7,161          |
| amarre y fondeo         | 178,33             | 76,5            | 14,35         | 13642,245       | 2559,035       |
| equipo de maniobra      | 2                  | 61,5            | 28            | 123             | 56             |
| salvamento              | 9,5                | 42              | 18            | 399             | 171            |
| contraincendios         | 10                 | 38              | 10            | 380             | 100            |
| grúa                    | 23,2               | 34              | 16            | 788,8           | 371,2          |
| grúa                    | 23,2               | 12              | 16            | 278,4           | 371,2          |
| puertas de acero        | 2,24               | 58,17           | 16,4          | 130,3008        | 36,736         |
| Portillos y ventanas    | 3                  | 64,65           | 21            | 193,95          | 63             |
| habilitación            | 198                | 62              | 18,68         | 12276           | 3698,64        |
| hélices de popa         | 154                | -4              | 3,5           | -616            | 539            |
| hélices de proa         | 57                 | 72,6            | 4,6           | 4138,2          | 262,2          |
| equipo remolque         | 150                | 44              | 17            | 6600            | 2550           |
| Tuberías y bombas       | 65                 | 22,5            | 4,5           | 1462,5          | 292,5          |
| instalación eléctrica   | 19,55              | 61,8            | 9,27          | 1208,19         | 181,2285       |
| TOTAL                   | 4471,22            | 44,852418<br>9  | 7,033992<br>2 | 200545,03<br>24 | 31450,52<br>66 |
| Margen (10%) en el peso | 4024,1/4918,<br>34 | 40,36/49,<br>35 | 6,33/7,7<br>3 |                 |                |

### 3 CALCULO DEL PESO MUERTO

A continuación se desarrollaran los pesos que contribuyen al peso muerto, que serán los consumos y la carga útil.

#### 3.1 Consumos

Para el cálculo de los consumos se debe tener en cuenta la autonomía, la velocidad de servicio, el número de tripulantes y el tiempo estimado en puerto. Estos datos se muestran a continuación.

|                           |             |
|---------------------------|-------------|
| Autonomía                 | 4500 millas |
| Velocidad de servicio     | 15 nudos    |
| Tripulantes               | 30          |
| Tiempo estimado en puerto | 3-4 días    |

Peso de combustible:

Para el cálculo del combustible necesario tenemos que tener en cuenta que el motor principal funcionará al 85% dese régimen y que la autonomía del buque proyecto es de 4500 millas.

Por lo tanto para el consumo de los motores principales tenemos que tener en cuenta que ya hemos escogido dos diésel generadores Wärsilla 8v31 4880kw, pero esta potencia es la que se necesita para dar el tiro y no para dar la velocidad de servicio de 15 nudos. Para calcular la autonomía, se hace con el valor de la potencia obtenida en NavCad para un velocidad de 15 nudos, de la forma siguiente.

$$BHP = \frac{EHP \cdot MM}{\eta_m \cdot \eta_{cp}} = \frac{4558.3 \cdot 1.15}{0.5 \cdot 0.97} = 10808.34$$
$$Peso = 4500 \cdot \frac{1h}{15millas} \cdot \frac{171g}{1Kw} \cdot \frac{1t}{10^6g} \cdot 10808.34 = 554.467T$$

Para la autonomía del buque calculada mediante la velocidad de servicio se necesitan 554.467T

El combustible que necesitan los generadores de la planta eléctrica se calculará en el cuaderno 11, pero aproximadamente serán unas 300t, este valor es aproximado como ya se dijo, y sacado a partir de otros proyectos y de los buques de la base de datos.

Por lo tanto, el peso total de combustible necesario será el siguiente:

$$554.467 + 300 = 854.467T$$

Peso de aceite

De manera aproximada el peso del aceite que debe llevar e buque es del 4% del peso del combustible, por lo tanto llevaremos la siguiente cantidad de aceite:

$$854.467 \cdot 0.04 = 34.17t$$

Peso de agua dulce

Para realizar el cálculo del peso de agua potable se ha consultado la norma UNE-EN ISO 15748-2 2003, en la que se especifica según el tipo de buque el número de litros de agua potable consumidos por persona y por día.

Tabla A.1  
Valores guía para el consumo de agua potable en litros por persona/cama y día

| Tipo de buque       |                          | Grupo de personas embarcado | Consumo de agua cuando esté equipado con |                           |
|---------------------|--------------------------|-----------------------------|--|---------------------------|
|                     |                          |                             | sistema de aseos de gravedad             | sistema de aseos de vacío |
| Buque de alta mar   | Carguero                 | Tripulante/cama             | 220 l                                    | 175 l                     |
|                     | Buque de pasaje          | Pasajero/cama               | 270 l                                    | 225 l                     |
|                     | Crucero de lujo          | Pasajero/cama               | –  | 275 l                     |
|                     | Trasbordador con cabinas | Pasajero/cama               | 205 l*                                   | 160 l*                    |
|                     |                          | Pasajero sin cama           | 100 l                                    | 55 l                      |
|                     | Trasbordador sin cabinas | Pasajero sin cama           | 150 l                                    | 105 l                     |
| Tripulante sin cama |                          | 100 l                       | 55 l                                     |                           |

Teniendo en cuenta que el buque proyecto se considera un buque de carga, y que este está equipado con sistema de aseos de vacío, el peso de agua necesario será el siguiente:

$$peso = 4500 \cdot \frac{1h}{15millas} \cdot \frac{1}{24} \cdot \frac{175l}{1dia} \cdot \frac{1kg}{1l} \cdot \frac{1t}{10^3kg} = 2.18t$$

$$2.18 \cdot 30tripulantes = 65.625t$$

En cuanto al consumo de agua técnica se estima que se llevarán a bordo 50 toneladas, además de llevar una planta desalinizadora y una planta potabilizadora.

#### Aguas grises y aguas negras

Para los tanques de aguas grises y negras se estima una autonomía de tanque de 3 días, correspondiente a la estancia en puerto.

Para el cálculo de la capacidad de los tanques de almacén de aguas negras y grises se recurre a la norma UNE-EN ISO 15749-1 2005.

Tabla 2  
Cantidad mínima de agua de desecho

| Tipo de buque   | Cantidad mínima de agua de desecho por persona y día en litros |                       |                  |                       |
|---|--|-----------------------|------------------|-----------------------|
|   | Planta sin vacío   |                       | Planta con vacío |                       |
|   | Aguas negras   | Aguas negras y grises | Aguas negras     | Aguas negras y grises |
| Buques de pasaje  | 70   | 230                   | 25               | 185                   |
| Buques de alta mar exceptuando los de pasaje  | 70   | 180                   | 25               | 135                   |
| Los buques costeros pueden conservar los valores recomendados por las autoridades responsables.   |  |                       |                  |                       |
| NOTA – Estos valores son los recomendados. Hay que considerar las posibles variaciones debidas a los reglamentos nacionales o a las recomendaciones de las sociedades de clasificación. |  |                       |                  |                       |

Como ya se dijo anteriormente el buque proyecto cuenta con un sistema de vacío, por lo tanto, el consumo será de 135l por día y por persona, con lo cual el consumo es el siguiente:

$$135 \cdot 3 \cdot 30 = 12150l = 12.15t$$

El peso total de los consumos será el siguiente:

$$854.467 + 34.17 + 65.6 + 50 + 12.15 = 1016.387t$$

Pero tras hacer el compartimentado del cuaderno 4 nos queda un peso total de consumos de 1166.52T

El XG y KG se sacan del software MaxSurf

XG 31.36m

KG 5.61m

### 3.2 Carga útil

El buque proyecto se caracteriza por poder soportar 2000T de carga sobre cubierta, pero además de esto llevará tanques de carga de suministro a las plataformas a continuación se muestra una tabla con los pesos de cada una de las cargas.

|                    | Peso    | XG     | KG    |
|--------------------|---------|--------|-------|
| Agua de suministro | 663,6   | 8,616  | 7,005 |
| salmuera           | 460,56  | 21,4   | 3,5   |
| Cadenas            | 1090,84 | 24,349 | 5,25  |
| Agua perforación   | 455,265 | 21,458 | 0,518 |
| Lodos              | 950,347 | 11,8   | 2,5   |

Se debe tener en cuenta que el buque nunca llevará toda la carga a la vez, ya que los lodos de perforación se recogen de la plataforma, y no se llevan a esta.

Por lo tanto la carga útil total se calculará sin tener en cuenta el peso de lodos, ya que cuando el buque está cargado con lodos, no tendrá a bordo el resto de suministros.

Tanto la posición vertical como longitudinal del centro de gravedad se obtiene del software MaxSurf.

Por lo tanto tenemos que la carga útil total será de 2662.201 y las coordenadas del centro de gravedad son las siguientes

XG 17.13m

KG 4.838m

Finalmente el peso muerto total del buque proyecto será la suma de los consumos más la carga útil

$$PM = 1166.52 + 2662.201 = 3828.71T$$

Y el centro de gravedad tanto horizontal como vertical se muestra en la siguiente tabla:

|            | Peso     | XG         | KG         | peso·XG    | Peso·KG    |
|------------|----------|------------|------------|------------|------------|
| Carga Util | 2662,201 | 17,13      | 4,838      | 45603,5031 | 12879,7284 |
| Consumos   | 1166,521 | 31,363     | 5,619      | 36585,5981 | 6554,6815  |
| total      | 3828,722 | 21,4664583 | 5,07595222 | 82189,1013 | 19434,4099 |



## 4 CÁLCULO DEL DESPLAZAMIENTO

Para calcular el desplazamiento total del buque lo único que hay que hacer es sumar el peso muerto y el peso en rosca, por lo tanto:

$$\Delta = PR + PM = 4918.2 + 3828.722 = 8266.942t$$

El centro de gravedad tanto horizontal como vertical se muestra en la siguiente tabla:

|                | Peso     | XG         | KG         | Peso·XG    | Peso·KG    |
|----------------|----------|------------|------------|------------|------------|
| PR             | 4471,22  | 44         | 7,02       | 196733,68  | 31387,9644 |
| PM             | 3828,722 | 21,4664583 | 5,07595222 | 82189,1013 | 19434,4099 |
| Desplazamiento | 8299,942 | 33,6053892 | 6,12322042 | 278922,781 | 50822,3743 |

El coeficiente obtenido en el cuaderno 1 mediante la fórmula del CB es 8655.7T, ligeramente superior al obtenido mediante el cálculo detallado de pesos. Como consecuencia se tiene un calado menor al obtenido en el cuaderno 1

## 5 ANEXO I

En este anexo se muestran las características de las hélices de proa

**Propulsion**

## Retractable thrusters



The range of Kongsberg retractable thrusters has the same main components as our other azimuthing thrusters. The retractable thrusters provide fast hydraulic lifting and lowering of the unit. UL thruster type is designed for horizontal drive with automatic drive shaft disconnecting system and ULE type is designed for vertical drive.

The mounting is a 'bolt-in' top mounted type. The thruster is lowered into the hull casing, bolted to the casing counter flange and aligned. The lower end of the lifting cylinder and the top of the upper guide rails are connected firmly by brackets to the ship's construction.

**Drive shaft arrangement**

Standard drive shaft arrangement is a complete assembly with a solid shaft including bearings, a remote controlled clutch and a flexible coupling for prime mover.



Disconnection of the drive shaft before the thruster is lifted up.

**Typical applications:**

- Offshore service/supply vessels
- Offshore construction vessels
- ROV/survey support ships
- Tugs
- Fishery research vessels
- Shuttle tankers

| Technical data UL              | UL 400      | UL 500                        | UL/ULE 1200        | UL 1400    | UL/ULE 2000        | UL/ULE 2500 | UL/ULE 3000        | UL 3500           |
|--------------------------------|-------------|-------------------------------|--------------------|------------|--------------------|-------------|--------------------|-------------------|
| Propeller diameter (mm)        | 1300        | 1600                          | 1800               | 2000       | 2300               | 2600        | 3000/3200          | 3500              |
| Propeller type                 | FP          | FP                            | FP/CP              | FP/CP      | FP/CP              | FP/CP       | FP                 | FP                |
| ARCR (mm)                      | 440         | 460                           | 380                | 1200       | 1500               | 2300        | 3200               | 3700              |
| Input speed alternatives (rpm) | 1500 - 1800 | 1000 - 1800<br>ULEFP;<br>1000 | 750 - 1800<br>ULE; | 750 - 1800 | 750 - 1800<br>ULE; | 900 - 1800  | 750 - 1800<br>ULE; | 720 - 1800<br>750 |
| Dry weight (kg) UL type        | 6000        | 12000                         | 16500              | 24000      | 27500              | 47000       | 66000/68000        | 97000             |
| Dry weight (kg) ULE type       |             |                               | 20000              |            | 32000              | 43000       | 60000              |                   |

All data subject to change without prior notice.

### Permanent magnet type

The Permanent magnet tunnel thruster (TT-PM) is the latest tunnel thruster design from Kongsberg and has been engineered with reliability and through-life costs as the focus. Using permanent magnet motor technology increases efficiency and makes the installation more compact, only the variable frequency drive unit is housed in the thruster room, freeing up space on board. It also simplifies maintenance as the patented mount means units can be removed and replaced without drydocking. These PM thrusters are currently available in two sizes with powers of 1000 and 1600 kW. These thrusters have been developed for the most demanding applications such as dynamic positioning (DP).



Due to its symmetric design the permanent magnet tunnel thruster provides increased flexibility for the ship designer to achieve a more optimal and space-saving installation.

**Typical applications:**  
 Suitable for, and installed in all types of vessels.

| Thruster type | Dims. mm   |             |               | Weight kg               |                  | Performance  |                |            |                     |
|---------------|------------|-------------|---------------|-------------------------|------------------|--------------|----------------|------------|---------------------|
|               | Prop. Dia. | Tunnel Dia. | Thruster Dia. | Connection fit material | Total dry weight | Power MCE kW | Max. Thrust kN | Prop. type | Hull mount          |
| TT PM 1000    | 1800       | 2180        | 7250          | 1957                    | 11790            | 1000         | 146            | Mono FP    | 2 x rubber bushings |
| TT PM 1600    | 2000       | 2600        | 12217         | 2540                    | 18318            | 1600         | 229            | Mono FP    | 2 x rubber bushings |

All data subject to change without prior notice.

**Key product benefits**

- Rugged design with high reliability
- Equal thrust in both directions
- Patented resilient mounting system reduces noise and vibration
- Simplifies tunnel fabrication and removal/installation

## **6 ANEXO II**

En este anexo se muestran las características de los propulsores azimutales de popa

**Propulsion**

**Azimuth thrusters**



Rolls-Royce is one of the world's leading suppliers of azimuth thrusters. The basic idea behind an azimuth thruster is that the propeller can be rotated 360 degrees around the vertical axis, providing omni-directional thrust. The Rolls-Royce range of azimuth thrusters therefore offer superior manoeuvrability. The simple and robust construction provides high operational reliability along with easy maintenance, which result in a best possible total economy.

The flexibility in design makes the azimuth thrusters ideal to a wide range of vessels. The low noise and vibration levels further enhance the area of use. The Rolls-Royce thrusters can be delivered for diesel or electric drive. The units are available as open or ducted with fixed or controllable pitch, or with contra-rotating propellers. The azimuthing thrusters are delivered with remote control systems.

**Arctic operations**

Rolls-Royce has a long history of delivering azimuth thrusters for vessels operating in icy conditions. These vessels range from tug and road ferries to icebreakers, with classifications from Baltic ice classes to high Arctic icebreaker ice classifications. The applications require project specific tailoring for the best possible azimuth thruster solution.

**Key product benefits**

- Open or ducted options, with fixed pitch, controllable pitch and contra-rotating propellers
- Reduction ratios optimised for the application
- Diesel or electric drive
- Rugged design with three mounting options

**Typical applications:**

- Tugs
- Offshore supply/service vessels
- Cargo vessels
- Workboats
- Icebreakers

**Typical technical data**

|   | Ducted FP prop. | Ducted CP prop. | CFP          |
|---|-----------------|-----------------|--------------|
| Propeller diameter (mm)                   | 1050 - 4000     | 1500 - 3500     | 1250 - 2700  |
| L, normal stem length (mm)                | 1500 - 5000     | 2500 - 4790     | 1500 - 3305  |
| Weight, dry (kg)*                         | 1850 - 82000    | 11200 - 56000   | 1800 - 15000 |
| Nominal input speed (rpm)                 | 720 - 1800      | 720 - 1800      | 750 - 1800   |
| Nominal input power (kW)                  | 330 - 5000      | 1050 - 3700     | 330 - 1500   |
| Ballast pull range (tonnes per two units) | 9.5 - 170+      | 28 - 130+       | -            |

\*Max dry weight of wet-in-trial/float. All data subject to change without prior notice.

## 7 ANEXO III

En este apartado se muestran las características de los motores principales que llevará el buque, wartsila 8V31.

| Wärtsilä 31               |            | IMO Tier II or III  |                |      |      |               |
|---------------------------|------------|---|----------------|------|------|---------------|
| Cylinder bore             | 310 mm     | Fuel specification: Fuel oil  |                |      |      |               |
| Piston stroke             | 430 mm     | 700 cSt/50°C  | 7200 sR1/100°F |      |      |               |
| Cylinder output Diesel    | 610 kW/cyl | ISO 8217, category ISO-F-PMK 700<br>ISO-F-DMA, ISO-F-DMB, ISO-F-DMZ,<br>ULSF<br>Gas: Methane number $\geq 80$ |                |      |      |               |
| Cylinder output Dual-Fuel | 550 kW/cyl |   |                |      |      |               |
| Diesel                    | 30,1 bar   |   |                |      |      |               |
| Dual-Fuel                 | 27,1 bar   |   |                |      |      |               |
| Piston speed              | 10,75 m/s  | SFOC 170,6 g/kWh, for diesel and<br>7285 kJ/kWh for DF in gas mode<br>at ISO conditions                       |                |      |      |               |
| Rated power               |            |   |                |      |      |               |
| Engine type               | kW         |   |                |      |      |               |
| Wärtsilä 8V31             | 4880       |   |                |      |      |               |
| Wärtsilä 10V31            | 6100       |   |                |      |      |               |
| Wärtsilä 12V31            | 7320       |   |                |      |      |               |
| Wärtsilä 14V31            | 8540       |   |                |      |      |               |
| Wärtsilä 16V31            | 9760       |   |                |      |      |               |
| Engine platform           | A*         | A   | B              | C    | F    | Weight (tons) |
| Wärtsilä 8V31             | 6175       | 6114  | 3205           | 3113 | 1496 | 56,7          |
| Wärtsilä 10V31            | 6813       | 6754  | 3205           | 3113 | 1496 | 62,0          |
| Wärtsilä 12V31            | 7900       | 7840  | 2628           | 3500 | 1496 | 73,0          |
| Wärtsilä 14V31            | 8540       | 8480  | 2660           | 3500 | 1496 | 81,0          |
| Wärtsilä 16V31            | 9130       | 9070  | 2660           | 3500 | 1496 | 89,0          |



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

**TRABAJO FIN DE GRADO  
CURSO 2016/17**

---

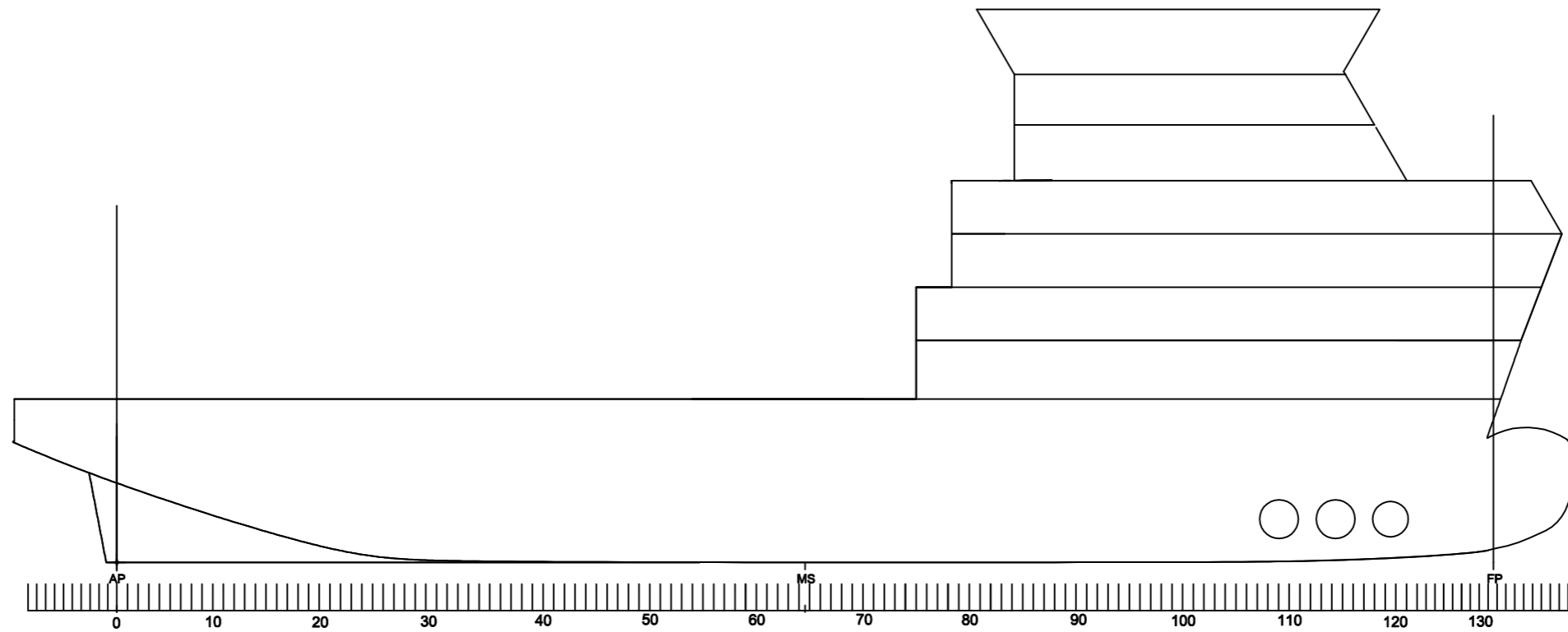
*BUQUE SUPPLY AHTS 250 TPF  
CUADERNO 2: CÁLCULO DE PESOS Y CENTROS DE  
GRAVEDAD*

---


**Grado en Ingeniería Naval y Oceánica**

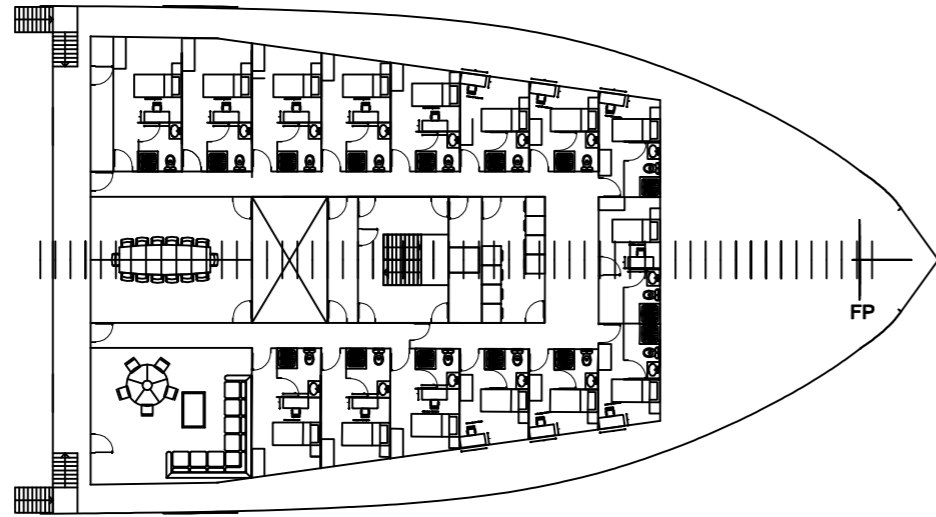
**DISPOSICIÓN GENERAL**



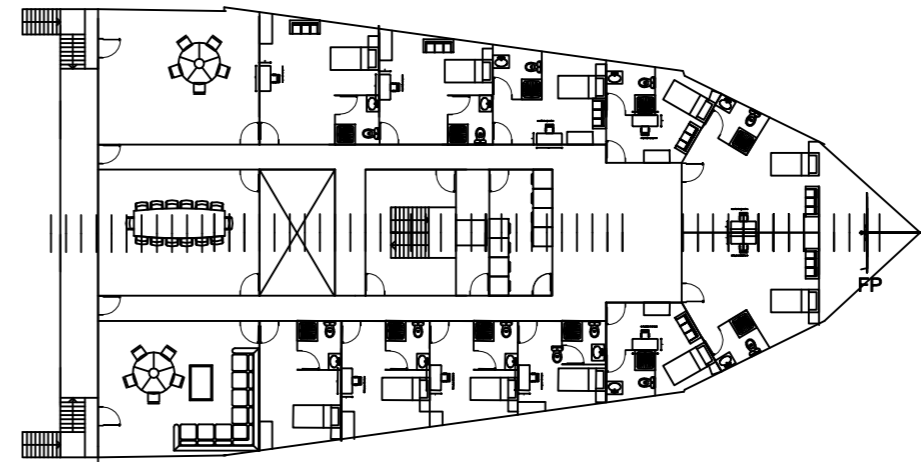


ESCOLA POLITECNICA SUPERIOR DE FERROL

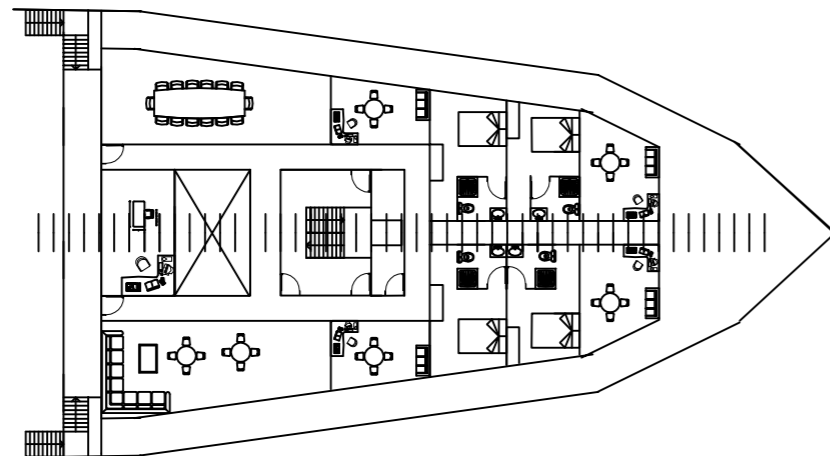
|   |  |                       |       |                   |        |
|---|--|-----------------------|-------|-------------------|--------|
| ALUMNO  |  | NOELIA PAREDES PORTAS | FIRMA | REF. PIEZA        |        |
| TRABAJO   |  | PERFIL ZONA ESTANCA   | 1/1   | ABD83562458 489-7 |        |
|  |  |                       |       | NUMERO            | ESCALA |
|   |  |                       |       | 1/1               | 1/350  |
|   |  |                       |       | FECHA             |        |
|   |  |                       |       | 16/05/2017        |        |



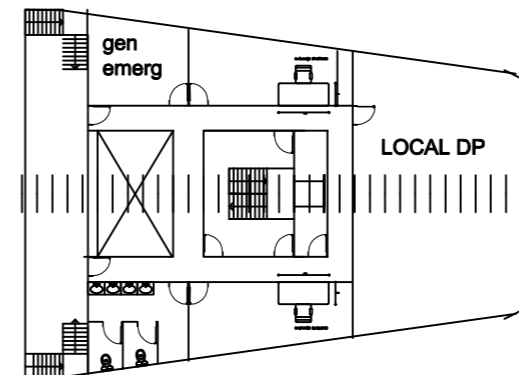
cubierta B



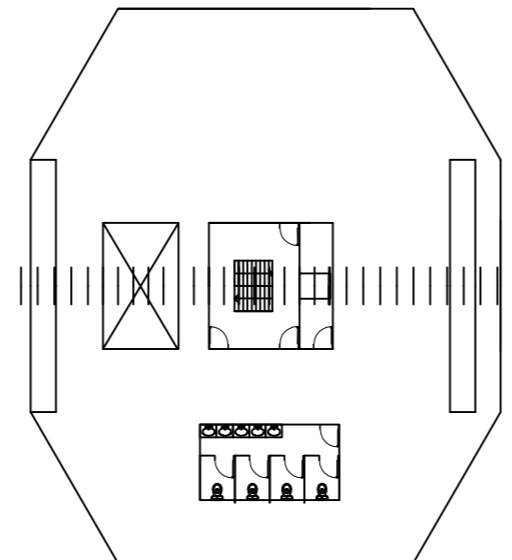
cubierta C




Cubierta D

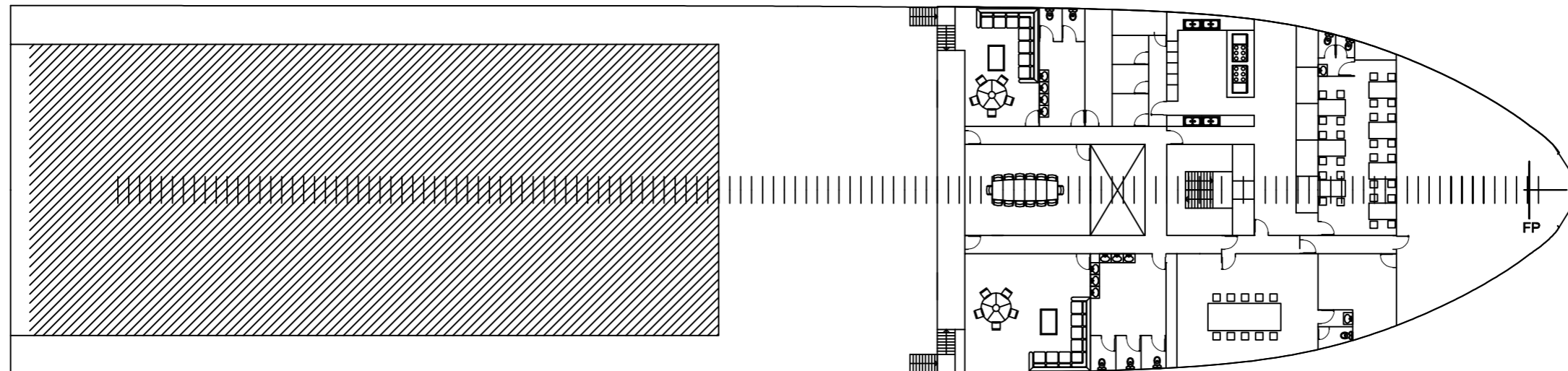
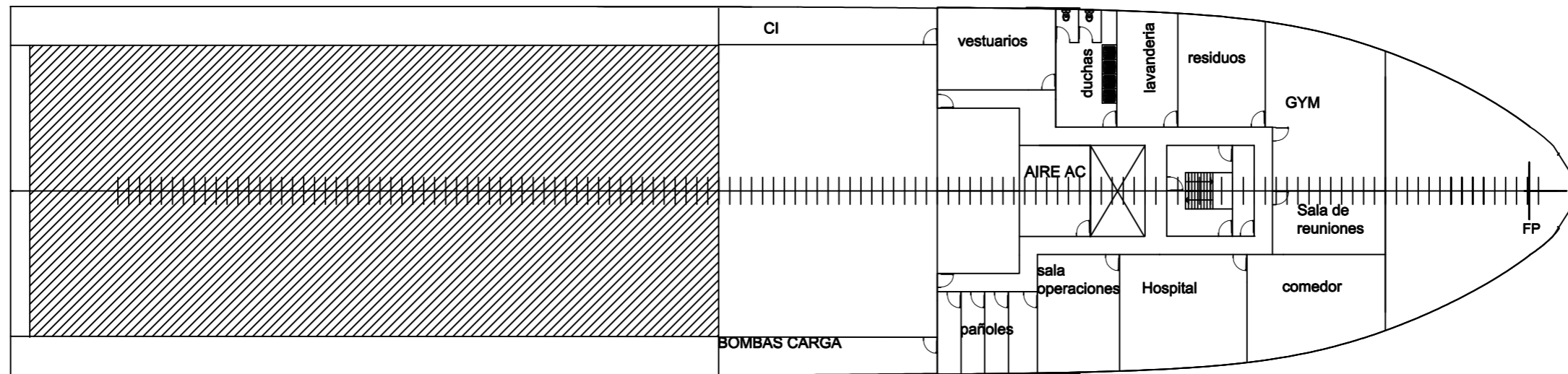


Cubierta E




ESCOLA POLITECNICA SUPERIOR DE FERROL

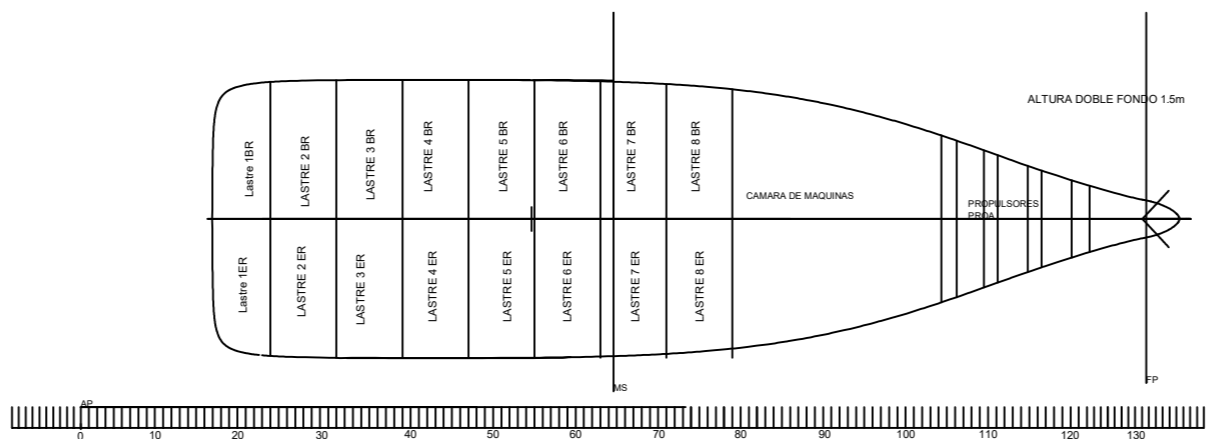
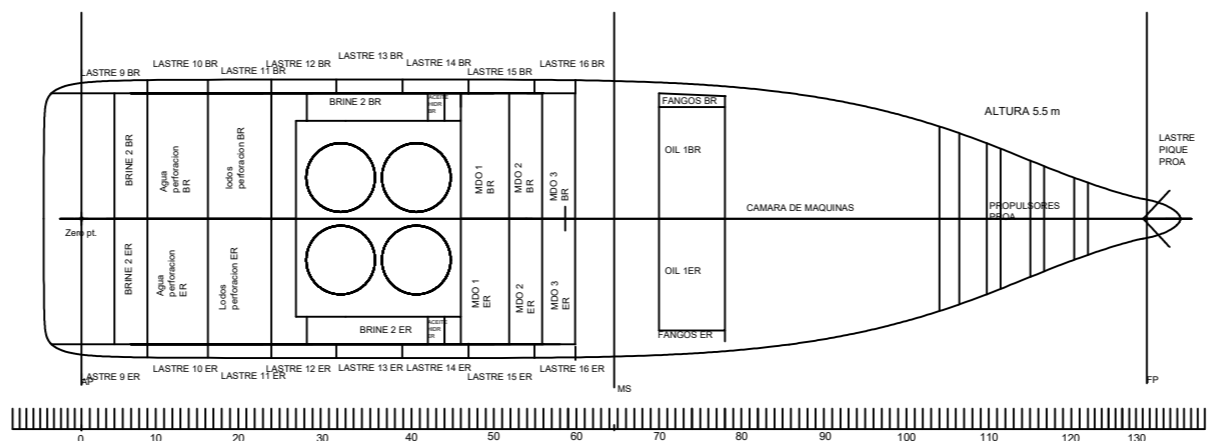
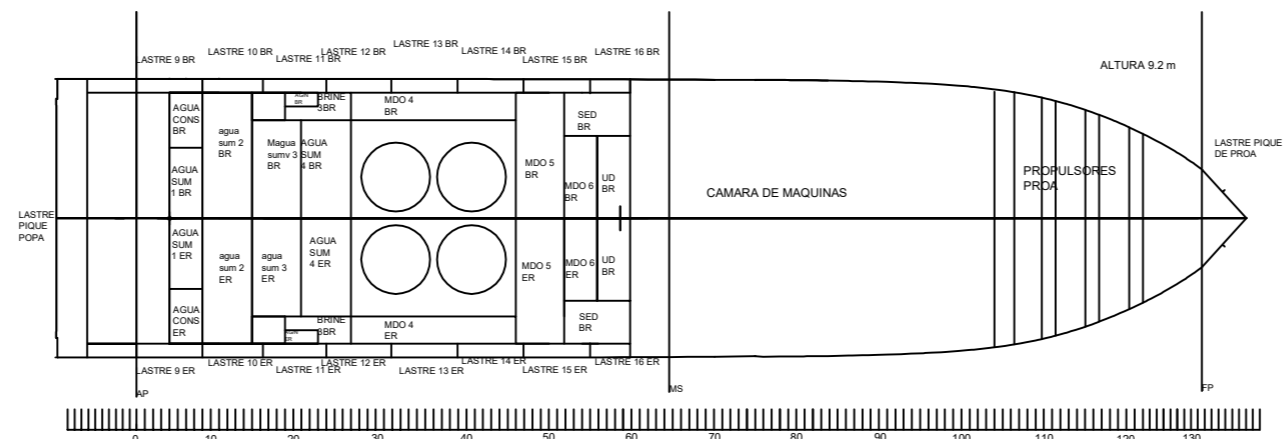
|   |     |                                       |       |                   |        |
|---|-----|---------------------------------------|-------|-------------------|--------|
| ALUMNO  |     | NOELIA PAREDES PORTAS                 | FIRMA | REF. PIEZA        |        |
| TRABAJO   |     | CUBIERTA B, C, D, E Y PUENTE DE MANDO |       | ABD83562458 489-7 |        |
|  |     |                                       |       | NUMERO            | ESCALA |
|   | 3/3 |                                       |       |                   | 1/300  |
|   |     |                                       | FECHA | 05/05/2017        |        |



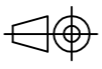
ESCOLA POLITECNICA SUPERIOR DE FERROL

|   |                                 |       |                   |
|---|---------------------------------|-------|-------------------|
| ALUMNO  | NOELIA PAREDES PORTAS           | FIRMA | REF. PIEZA        |
| TRABAJO   | Cubierta principal y cubierta A |       | ABD83562458 489-7 |
|  |                                 |       | NUMERO            |
|   |                                 |       | ESCALA            |
|   |                                 |       | 1/300             |
|   |                                 |       | FECHA             |
|   |                                 |       | 05/05/2017        |

2/3



ESCOLA POLITECNICA SUPERIOR DE FERROL

|         |   |       |                   |        |
|---------|---|-------|-------------------|--------|
| ALUMNO  | NOELIA PAREDES PORTAS   | FIRMA | REF. PIEZA        |        |
| TRABAJO |  PLANOS DE TANQUES |       | ABD83562458 489-7 |        |
|         |   |       | NUMERO            | ESCALA |
|         |   |       | 1/1               | 1/550  |
|         |   |       | FECHA             |        |
|         |   |       | 16/05/2017        |        |