

UNIVERSIDADE DA CORUÑA

CUADERNO 13:

PRESUPUESTO



AUTOR: Pablo Rodríguez Díaz

PROYECTO:

TÍTULO: Remolcador de puerto de 55 TPF

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	- 2 -
2. COSTE DE CONSTRUCCIÓN.....	- 3 -
3. DESGLOSE DEL PRESUPUESTO	- 23 -
4. COSTE DE CONSTRUCCIÓN Y ADQUISICIÓN.....	- 23 -
4.1. Coste de construcción.....	- 23 -
4.2. Coste de adquisición.....	- 24 -
5. GASTOS DEL ARMADOR	- 25 -
6. CUADRO DE FINANCIACIÓN.....	- 26 -

PROYECTO
REMOLCADOR DE PUERTO

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

Tiro a punto fijo	55 tn
Eslora total	25 m
Manga de trazado	11 m
Puntal a la cubierta principal	5,00 m
Velocidad	10 nudos
Tripulación	6 personas
Autonomía	2.000 millas

1. INTRODUCCIÓN

En este cuaderno se va a desarrollar los siguientes puntos:

- Presupuesto de materiales, equipos, servicios y mano de obra.
- Coste de construcción y adquisición del buque.
- Esquema de financiación de la construcción del buque.

Las características finales del buque, fijadas en cuadernos anteriores son:

L_{total}	25
L_{PP}	21
B	11
D_{CP}	5
T_m	4
F_n	
C_p	0,67
C_m	0,851
C_b	0,57
C_f	0,893
Δ	618,5
Tripulación	6

Para realizar el presupuesto del buque se desglosará el coste de construcción en varias partidas:

- Coste de los materiales.
- Costes de la mano de obra.
- Gastos varios del Astillero.

Cuando se haya conocido el coste de construcción se le sumará un porcentaje de beneficio industrial y se le descontarán las ayudas en concepto de primas a la construcción naval que pudieran ser aplicables. Como resultado de esta operación se obtiene el coste de adquisición del buque y, en base a este, se puede realizar un cuadro de financiación del mismo.

A partir del cuadro de financiación, el Armador debería contemplar, en su estudio de viabilidad, los costes financieros y de ciclo de vida de operación del buque.

Los valores tomados para la realización de este cuaderno son estimativos (debido a datos insuficientes, variación de precios del mercado, etc.), y aunque el método o estrategia de cálculo es del todo válido, las conclusiones obtenidas del estudio económico no se pueden tomar como fiables o reales.

Para la determinación del coste se ha seguido el proceso indicado en los apuntes de *“Proyectos de buques y artefactos”* de Fernando Junco.

2. COSTE DE CONSTRUCCIÓN

Los costes de construcción del buque, C_C , se pueden calcular como la suma del coste de los materiales C_M , coste de la mano de obra C_{MO} , y gastos varios del Astillero C_{VA} .

$$C_C = C_M + C_{MO} + C_{VA}$$

2.1. Coste de materiales

Se compone de las siguientes partidas:

a. Casco

Se desglosa en:

- **Acero:** El coste del acero depende del peso de acero del buque. De este acero se considera que un 45% son planchas de coste unitario 950 €/Tn., y un 55% son perfiles de coste unitario 1.100 €/Tn.

Se aumentará el resultado en un 15% por recortes y sobrantes tanto para chapas como para perfiles:

Para calcular el peso de la estructura se empleará el método de Harvald y Juncher extraído del libro “El proyecto Básico del Buque Mercante”

$$W_{ST} = C_s(L_{pp} \cdot B \cdot D + Sup)$$
$$C_s = C_{so} + 0,064e^{(-0,5u - 0,1u^{2,45})}$$
$$u = \log\left(\frac{DISW}{100}\right)$$
$$Sup = 0,8 \cdot B \cdot (1,45 \cdot L_{pp} - 11)$$

Con C_{so} para remolcadores obtenida del libro = 0,0892

$$W_{ST} = 0,13(211 \cdot 15 + 171,16) = 172,4$$
$$C_s = 0,0892 + 0,064e^{(-0,5 \cdot 0,791 - 0,1 \cdot 0,791^{2,45})} = 0,13$$
$$u = \log\left(\frac{618,5}{100}\right) = 0,791$$
$$Sup = 0,8 \cdot 11 \cdot (1,45 \cdot 21 - 11) = 171,16$$

$$PS = 172,4 \approx 173 \text{ tn}$$

$$C_{Acero} = [950 \cdot (173 \cdot 0,45) + 1.100 \cdot (173 \cdot 0,55)] \cdot 1,15 = 205415,9 \approx 206.000€$$

- **Timón y accesorios:** Coste de timón y accesorios se estima en función de las dimensiones que tiene el timón en m:

$$C_{timon} = 40 \cdot L_{timon}^2 \cdot H_{min}$$
$$C_{timon} = 2 \cdot 40 \cdot 0,375^2 \cdot 2,8 = 31,5 \approx 32€$$

- **Materiales auxiliares de construcción del casco:** El costo de los materiales auxiliares se estima en 50 € por cada tonelada de acero estructural.

$$C_{MAux} = 50 \cdot 173 = 8.650€$$

- **Preparación de superficies:** El coste de la preparación de superficies puede estimarse en función de la superficie a tratar y de donde se encuentre ésta. Los costos unitarios de la preparación de las diversas

superficies son 15 €/m² para imprimación y granallado de superficies externas y 25 €/m² para las internas. Se considerará cómo superficie interna un 30 % de la externa.

$$C_{Chorro} = 15 \cdot A_{Ext.} + 25 \cdot A_{Int.}$$

$$C_{Chorro} = 15 \cdot 670 + 25 \cdot 200 = 15.050 \approx 15.100€$$

- **Pintura y control de corrosión:** La pintura, (obra viva, obra muerta e interior del casco) se considera con un coste por unidad de superficie. Para la obra viva (patente autopulimentante de larga duración) se considera un estándar de 25 €/m², para la obra muerta (pintura epoxi) se considera 18 €/m², y para la pintura interior (pintura epoxi y sintética) 12 €/m².

$$C_{Pintura} = 25 \cdot A_{O.Viva} + 18 \cdot A_{O.Muerta} + 12 \cdot A_{Int.}$$

$$C_{Pintura} = 25 \cdot 340 + 18 \cdot 120 + 12 \cdot 550 = 17260€$$

- **Galvanizado y cementado:** El costo del galvanizado y cementado se ha considerado igual al 7,5% del costo total del pintado del casco (obra viva, obra muerta e interior)

$$C_{Galv-cemento} = 0,75 \cdot C_{Pintura}$$

$$C_{Galv-cemento} = 0,75 \cdot 17260 = 12.945 \approx 13.000€$$

- **Protección catódica:** El coste de la protección catódica se estima en función de la superficie mojada del buque de la forma:

$$C_{PC} = 1,55 \cdot S_M$$

$$C_{PC} = 1,55 \cdot 340 = 527€$$

b. Equipo, armamento e instalaciones

- **Equipo de fondeo, amarre y remolque:**

El buque lleva dos anclas de 0,570 tn. Cada una a 3.000 €/Tn

$$C = 2 \cdot 0,570 \cdot 3000 = 3.420€$$

El coste de las cadenas, cables y estachas se ha estimado por medio de la expresión:

$$C = 0,15 \cdot k \cdot d^2 \cdot L_C$$

Donde:

- $k = 0,335$ para acero de alta resistencia
- $d = 20,5$ mm, diámetro de la cadena
- $L_C = 302,5$ m, longitud total de las cadenas

$$C = 0,15 \cdot 0,335 \cdot 20,5^2 \cdot 302,5 = 6.388 \approx 6.400\text{€}$$

El coste de cada uno de los dos molinetes se puede estimar en función del diámetro de la cadena:

$$C = 300 \cdot 20,5^{1,3} = 15219 \approx 15.300\text{€}$$

$$C = 2 \cdot 15.300 = 30.600\text{€}$$

Coste total de amarre y fondeo:

$$C = 30.600 + 6.400 + 3.420 = 40.420\text{€}$$

• Medios de salvamento

- Balsas salvavidas: el coste de cada balsa se estima según la expresión función del número de personas que la balsa sea capaz de transportar:

$$C_{ba} = K_{bo} \cdot N_P^{1/3}$$

En este caso K_{bo} vale 1200

Como el buque dispondrá de 2 balsas para 10 tripulantes cada una, para los 6 tripulantes del buque:

$$C_{ba} = 2 \cdot 1200 \cdot 6^{1/3} = 4361 \approx 4.400\text{€}$$

- Chalecos, aros y señales: el coste de esta partida de medios de salvamento se estima en función del número de personas a bordo de la forma:

$$C_v = 2.500 + 30 \cdot N$$

$$C_v = 2.500 + 30 \cdot 12 = 2.680\text{€} \approx 2.700\text{€}$$

El total de medios de salvamento:

$$C_{SV} = 4.400 + 2700 = 7.100\text{€}$$

- **Habilitación**

- Habilitación de alojamientos: el coste de la habilitación de alojamientos se estima en función de la superficie de habilitación del buque, de la forma:

$$C_h = K_h \cdot S_h$$

En dónde K_h es el coste unitario de la habilitación. Si se considera un caso de calidad media, se toma el valor de 500 €/m². El área de habilitación es de 200 m².

$$C_h = 500 \cdot 90 = 45.000\text{€}$$

- Equipos de fonda y hotel: El coste de la cocina y los oficios se estima en función del número de personas a bordo de la forma:

$$C_{co} = K_{co} \cdot N$$

K_{co} vale 600 para buques oceánicos:

$$C_{co} = 600 \cdot 6 = 3.600\text{€}$$

- Equipo de lavandería y varios: El costo se estima en 240 € por cada tripulante.

$$C_l = 240 \cdot 6 = 1.440\text{€}$$

- Calefacción y aire acondicionado: Para equipos de calefacción y aire acondicionado se toma un costo unitario de 60 €/m² de habilitación.

$$C_{AA} = 60 \cdot 150 = 9.000\text{€}$$

Coste total de habilitación es:

$$C_H = 45.000 + 3.600 + 1.440 + 9.000 = 59.040\text{€}$$

- **Equipos de navegación y comunicaciones**: El coste de la lista de equipos de radiocomunicación, navegación y aparatos electrónicos, según el Cuaderno 12, se estima en:

$$C_{NavCom} = 186.000 \text{ €}$$

- **Medios C.I. en cámara de máquinas:** Su coste puede estimarse según:

$$C = 8,4 \cdot l \cdot b \cdot d$$

l, b, d son las dimensiones de la cámara de máquinas.

$$C = 8,4 \times 13 \times 8,8 \times 3,3 = 3171 \approx 3.200 \text{ €}$$

- **Instalación eléctrica:** El coste de la instalación eléctrica del buque es una función potencial de la potencia eléctrica instalada y se calcula como:

$$C_{le} = 480 \cdot kW^{0,77}$$

$$C_{le} = 480 \cdot 384^{0,77} = 46.900 \text{ €}$$

- **Tuberías:** El coste total se estima según una expresión en donde intervienen las dimensiones principales del buque, las de la cámara de máquinas, el volumen de bodegas, la superficie de habitación y la potencia total de los motores principales.

$$C_t = 2.705 \cdot (0,015 \cdot L_m \cdot D_m \cdot B + 0,18 \cdot L) + K_t \cdot BHP + 1,5 \\ \cdot (3 \cdot L_m \cdot D_m \cdot B + Q_b + 4 \cdot S_h)$$

En dónde K_t toma el valor de 5,7 porque los motores principales quemar combustible ligero.

$$C_t = 2.705 \cdot (0,015 \cdot 21 \cdot 5 \cdot 11 + 0,18 \cdot 21) + 5,7 \cdot 5082 + 1,5 \\ \cdot (3 \cdot 21 \cdot 5 \cdot 11 + 4 \cdot 150) = 35.200 \text{ €}$$

- **Accesorios de equipo, armamento e instalaciones:**

- Puertas metálicas, ventanas y escotillas: El coste de esta partida es función del número de personas a bordo de la forma:

$$C_{ppv} = 2.705 \cdot N^{0,48}$$

$$C_{ppv} = 2.705 \cdot 6^{0,48} = 6.392 \approx 6.400 \text{ €}$$

- Escaleras, pasamanos y candeleros: Su coste es función de la eslora reglamentaria del buque de la forma:

$$C_{er} = 22,6 \cdot L^{1,5}$$

$$C_{er} = 22,6 \cdot 21^{1,5} = 2.174 = 2.200 \text{ €}$$

- Escotillas de acceso, lumbreras y registros: Su costo también es función de la eslora reglamentaria del buque de la forma:

$$C_{er} = 12,6 \cdot L^{1,5}$$

$$C_{er} = 12,6 \cdot 21^{1,5} = 1212 = 1.300\text{€}$$

- Toldos fundas, accesorios de estiba y respetos: su costo se puede calcular mediante la expresión:

$$C_M = 40 \cdot (L \cdot (B + D))^{0,815}$$

$$C_M = 40 \cdot (21 \cdot (11 + 5))^{0,815} = 4581 \approx 4.600\text{€}$$

El coste de esta partida es:

$$C_H = 6400 + 2200 + 1300 + 4600 = 14.500\text{€}$$

c. Maquinaria auxiliar de cubierta

- **Accesorios de fondeo y amarre:** El coste es función de las dimensiones principales del buque de la forma:

$$C_{afa} = e^{3,1} \cdot 6 \cdot (L \cdot (B + D))^{0,815}$$

$$C_{afa} = e^{3,1} \cdot 6 \cdot (21 \cdot (11 + 5))^{0,815} = 15255 \approx 15.300\text{€}$$

- **Servomotor:** Su coste puede evaluarse en función del par del servo de la forma:

$$C_{sm} = 3.700 \cdot M^{2/3}$$

$$C_{sm} = 3.700 \cdot 0.364^{2/3} = 1.886 \approx 1.900\text{€}$$

- **Grúas:** El coste de cada grúa puede estimarse mediante la ecuación:

$$C_g = 2.520 \cdot SWL^{0,765} \cdot L_g^{0,85}$$

$$C_{grúa} = 2.520 \cdot 1,56^{0,765} \cdot 10,05^{0,85} = 25175 = 25.200\text{€}$$

$$C_{pescante} = 2.520 \cdot 1,88^{0,765} \cdot 4^{0,85} = 13.270,35 = 13.300\text{€}$$

Dónde:

L_g = longitud de la pluma (m)

SWL = carga de trabajo (en tn)

Total = 13300 + 25200 = 38.500€

d. Instalación propulsora

- **Motor propulsor:** El coste de los motores de cuatro tiempos se evalúa según la siguiente expresión en la que son parámetros el número de cilindros y su diámetro:

$$C_{mp4} = \frac{40 \cdot N_c^{0,85} \cdot DIA^{2,2}}{RPM^{0,75}}$$

Llevamos 2 motores:

$$C_{mp4} = 2 \cdot \frac{40 \cdot 12^{0,85} \cdot 170^{2,2}}{1800^{0,75}} = 193164 \approx 194.000€$$

N_c : es el número de cilindros

DIA : es el diámetro de los cilindros en mm

- **Acoplamientos elásticos:** El costo del acoplamiento elástico se estima en:

$$C_{ae} = 1.700 \cdot \frac{BHP}{RPM}$$

$$C_{ae} = 1.700 \cdot \frac{5082}{1800} = 4799 = 4.800€$$

- **Línea de ejes y chumacera:** El coste del eje de propulsión principal y sus chumaceras se estima en función de la potencia del motor que le suministra el movimiento de la forma:

$$C_{e-ch} = 3,6 \cdot BHP$$

$$C_{e-ch} = 3,6 \cdot 5082 = 18295 \approx 18.300€$$

- **Hélice propulsora:** el coste de las hélices se determina por la potencia propulsora instalada:

$$C_{bc} = 360 \cdot BHP^{0,7}$$

$$C_{bc} = 360 \cdot 5082^{0,7} = 141.425 \approx 142.000€$$

e. Maquinaria auxiliar de la propulsión

- **Motores auxiliares:** El coste de cada uno de los dos motores auxiliares del buque se puede calcular en función del número de cilindros, su diámetro, las revoluciones de régimen del motor y la potencia de cada grupo generador:

$$C_{dg} = \frac{252 \cdot DIA^{2,2} \cdot N_c^{0,8}}{RPM} + 24.000 \cdot \left(\frac{kWg}{RPM}\right)^{2/3}$$

$$C_{dg} = \frac{252 \cdot 112^{2,2} \cdot 6^{0,8}}{1500} + 24.000 \cdot \left(\frac{384}{1500}\right)^{2/3} = 32380 = 32.400€$$

Disponemos de dos motores auxiliares, por lo tanto el coste será de 64.800€

- **Fuente de emergencia:** El coste de la fuente de emergencia se estima en función de su potencia eléctrica de la forma:

$$C_{ge} = 2.600 \cdot kWg^{2/3}$$

$$C_{ge} = 2.600 \cdot 84^{2/3} = 50.000€$$

- **Equipo de refrigeración y lubricación:** El coste de este equipo, teniendo en cuenta que la planta propulsora es de motores de cuatro tiempos con intercambiador central, se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$C_{rl} = 6 \cdot 3,4 \cdot BHP$$

$$C_{rl} = 6 \cdot 3,4 \cdot 5082 = 104.000€$$

- **Equipo de arranque de los motores:** El coste del equipo de arranque de los motores (tanto principales como auxiliares) depende del producto del número de compresores por el caudal de los mismos, de la forma:

$$C_{AM} = 78 \cdot N_{co} \cdot Q_{co}$$

$$C_{AM} = 78 \cdot 2 \cdot 34,2 = 5.335€$$

- **Equipos de manejo de combustible:** El coste del equipo de manejo de combustible depende del producto del número de bombas de trasiego por el caudal de las mismas, de la forma:

$$C_{mc} = 44 \cdot N_{bt} \cdot Q_{bt} + 2,1 \cdot BHP$$

$$C_{mc} = 44 \cdot 2 \cdot 4,64 + 2,1 \cdot 5082 = 11.080\text{€}$$

- **Equipos de purificación:** El coste de equipos de purificación de consumibles depende del número de purificadoras de cada consumible y de la capacidad de cada una de ellas. Teniendo en cuenta que son autolimpiantes y la calidad del diesel ligero, la expresión que determina su coste es:

$$C_p = 4.750 \cdot N_{pd} \cdot Q_{pd}$$

$$C_p = 4.750 \cdot 2 \cdot 4,64 = 44.080\text{€}$$

- **Equipos auxiliares de casco**

- Equipos de manejo de lodos, trasiegos y drenajes: Su coste se puede estimar en 1.500€.
- Bombas de C.I., lastre, servicios generales y sentinas: El coste de esta partida puede estimarse en función de los caudales totales de las bombas de sentinas y C.I. según la expresión:

$$C_{lsci} = 100 \cdot 2 \cdot Q_{bs}^{1/3} + 960 \cdot 2 \cdot Q_{ci}^{1/3} + 960 \cdot 4 \cdot Q_{ci}^{1/3} + 1100 \cdot Q_{bs}^{1/3}$$

$$C_{lsci} = 100 \cdot 2 \cdot 19,42^{1/3} + 960 \cdot 2 \cdot 40^{1/3} + 960 \cdot 4 \cdot 40^{1/3} + 1100 \cdot 19,42^{1/3} = 23193 \approx 23.200\text{€}$$

Q_{bs} : caudal de la bomba de sentinas en m^3/h

Q_{ci} : es el caudal de la bomba contra incendios en m^3/h

- Separador de sentinas con sus bombas y alarmas: El coste del separador de sentinas es únicamente función del arqueado bruto del buque de la forma:

$$C_{ss} = 156 \cdot TRB^{0,5}$$

$$C_{ss} = 156 \cdot 609^{0,5} = 3.849 \approx 3.900\text{€}$$

El coste total de esta partida es:

$$C_{Aux.Casco} = 1500 + 23200 + 3900 = 28.600\text{€}$$

- **Equipos sanitarios**

- Generador de agua dulce: El coste del generador de agua dulce es función de su capacidad de la forma:

$$C_{gad} = 1.380 \cdot Q_{gad}$$

$$C_{gad} = 1.380 \cdot 1,6 = 2.208\text{€}$$

- Grupos hidróforos: El coste de los grupos hidróforos es función lineal de la raíz cuadrada del número de tripulantes de la forma:

$$C_{gh} = 660 \cdot \sqrt{N}$$

$$C_{gh} = 660 \cdot \sqrt{6} = 1616 \approx 1.700\text{€}$$

- Planta de tratamientos fecales: Su coste es función del número de tripulantes de la forma:

$$C_{gh} = 2640 \cdot N^{0,4}$$

$$C_{gh} = 2640 \cdot 6^{0,4} = 5.405\text{€}$$

- Incinerador de residuos sólidos: También su coste es función del número de tripulantes de la forma:

$$C_{gh} = 11.400 \cdot N^{0,2}$$

$$C_{gh} = 11.400 \cdot 6^{0,2} = 16313 \approx 16.400\text{€}$$

El coste de esta partida es:

$$C_{Eq.Sanit} = 2.208 + 1.700 + 5.405 + 16.400 = 25.713\text{€}$$

- **Varios**

- Ventilación en Cámara de Máquinas: Su coste puede estimarse mediante la expresión:

$$C_{vent.cm} = 7,5 \cdot N_V \cdot Q_V^{0,5}$$

$$C_{vent.cm} = 7,5 \cdot 4 \cdot 23125^{0,5} = 5.000\text{€}$$

- Equipos de desmontaje: El coste del equipo de desmontaje, teniendo en cuenta que este consiste en dos vigas carril, puede estimarse en función de la potencia total instalada en:

$$C_{ed} = 0,168 \cdot BHP$$

$$C_{ed} = 0,168 \cdot 5082 = 853€$$

- Taller de máquinas: El coste del taller puede estimarse en 12.000 €.
- Auxiliares de maniobra: el coste de los equipos puede estimarse como:

$$C_{hélice\ maniobra} = 900 \cdot (BHP_{hélice})^{0,73}$$

$$C_{hélice\ maniobra} = 900 \cdot (250)^{0,73} = 50.000€$$

El coste de ésta partida es:

$$C_H = 5.000 + 853 + 12.000 + 50.000 = 67.853€$$

f. Instalaciones especiales

- **Instalaciones y equipos Especiales C.I.:** El coste de los equipos de C.I exteriores, incluidos bombas, monitores... se estima en unos 110,000 €
- **Maquinilla de remolque:** su coste se estima según:

$$C_{MAQUINILLA} = 3180 \cdot (T \cdot V)^{0,58}$$

T: tracción de la maquinilla en tn

V: es la velocidad de recogida a esa tracción en m/min

$$C_{MAQUINILLA} = 3180 \cdot (20 \cdot 18)^{0,58} = 96623 \approx 96.700€$$

- **Defensas y gancho de remolque:** Estimamos su coste en uno 60.000 €

2.2. Coste de mano de obra

En los apartados siguientes se dan las fórmulas que permiten estimar el número de horas de mano de obra a emplear en la construcción del buque.

Para calcular el coste correspondiente hay que multiplicar ese número de horas por el coste de la mano de obra. El valor medio del coste horario viene dado por la ecuación:

$$C_{MO} = C_{mod} \cdot (1 + G_{gg})$$

C_{mo} : coste de la mano de obra

C_{mod} : coste de la mano de obra directa

G_{gg} : coeficiente de gastos generales

Se tomará un coste horario de mano de obra de 35€/h

a. Casco

Se desglosa en:

- **Acero:** Las horas correspondientes a la mano de obra del casco se estiman por la expresión:

$$H_c = K_{ba} \cdot P_{ac} \cdot (1 + K_f \cdot (1 - C_f)) \cdot (1 + K_b) \cdot (1 + K_e \cdot C_e) \cdot (1 + K_c \cdot (N_c - 1))$$

Dónde:

- K_{ba} : índice de la mano de obra. Depende de la productividad del astillero y se estima en 60h/tn
- P_{ac} : peso de acero
- K_f : índice de coeficiente de forma de valor 0,3
- C_f : coeficiente de forma. Se toma el coeficiente de bloque
- K_b : índice de complejidad del bulbo. Su valor es 0
- K_e : índice de complejidad de hacer especial. Su valor es de 0,5
- C_e : coeficiente de peso de acero especial en tanto por uno
- K_c : coeficiente del número de cubiertas. Su valor es de 0,05
- N_c : número de cubiertas fuera de cámara de máquinas y zonas externas.

$$H_c = 60 \cdot 173 \cdot (1 + 0,3 \cdot (1 - 0,57)) \cdot (1 + 0) \cdot (1 + 0,5 \cdot 0,1) \\ \cdot (1 + 0,05 \cdot (4 - 1)) = 14150hrs.$$

$$\text{Coste M.O.} = 495.250\text{€}$$

- **Timón y accesorios:** Las horas correspondientes al montaje de los timones y accesorios son estimadas por medio de la expresión:

$$H_{timon} = 100 \cdot N_{tim} \cdot L_{tim} \cdot H_{min}$$

$$H_{timon} = 100 \cdot 2 \cdot 0,375 \cdot 2,8 = 210hrs.$$

$$\text{Coste M.O.} = 7.350\text{€}$$

- **Preparación de superficies:** Las horas destinadas a la preparación de superficies pueden ser contabilizadas en 0,02 h/m² para toda la superficie de acero considerada.

$$H_{chorreo} = 0,02 \cdot 900 = 18hrs.$$

$$\text{Coste M.O.} = 630\text{€}$$

- **Pintura y control de corrosión:** Las horas correspondientes puedes estimarse como:

$$H_{pintura} = 0,25 \cdot S_{om}(1 + 0,3 \cdot N_{om}) + 0,35 \cdot S_{ov} \cdot \frac{N_{ov}}{4} + 0,4 \cdot S_i \cdot N_i$$

$$H_{pintura} = 0,25 \cdot 120(1 + 0,3 \cdot 2) + 0,35 \cdot 340 \cdot \frac{3}{4} + 0,4 \cdot 550 \cdot 2 = 577hrs$$

N_{om}: n^o manos aplicadas a la obra muerta = 2

N_{ov}: n^o de manos aplicadas a la obra viva = 3

N_i = n^o manos aplicadas interior = 2

$$\text{Coste M.O.} = 20.195\text{€}$$

- **Galvanizado y cementado:** se estiman 120 hrs.

$$\text{Coste M.O.} = 4.200\text{€}$$

- **Protección catódica:** Se estiman 50 hrs.

$$\text{Coste M.O.} = 1.750\text{€}$$

b. Equipo, armamento e instalaciones

- **Equipo de fondeo, amarre y remolque:**

Las horas correspondientes a esta partida son función del peso de las anclas de la forma:

$$H_{far} = 27 \cdot P_{anc}^{0,4}$$

$$H_{far} = 27 \cdot (2 \cdot 0,57)^{0,4} = 28,45 \approx 29hrs.$$

$$Coste M.O. = 1.015€$$

- **Medios de salvamento**

Las horas destinadas a los medios de salvamento son función del número de tripulantes de la forma:

$$H_{ms} = 300 + 1,5 \cdot N$$

$$H_{ms} = 300 + 1,5 \cdot 6 = 309hrs.$$

$$Coste M.O. = 10.815€$$

- **Habilitación**

- Habilitación de alojamientos: Las horas correspondientes a esta partida pueden estimarse a partir de 16 h/m² de alojamientos.

El área de habitación es de 90 m².

$$H = 16 \cdot 90 = 1.440hrs.$$

- Equipos de fonda y hotel: Las horas correspondientes en este caso son función del número de tripulantes, considerándose 115 h/N.

$$H = 115 \cdot 6 = 690hrs$$

Las horas totales de la habitación son:

$$H = 1.440 + 690 = 2.130hrs$$

$$Coste M.O. = 74.550€$$

- **Equipos de navegación y comunicaciones**: Las horas destinadas a esta partida se estiman en:

$$C_{NavCom} = 1.500 hrs.$$

$$\text{Coste M.O.} = 52.500\text{€}$$

- **Medios C.I. en cámara de máquinas:** estimamos 5,5 horas de trabajo por cada metro de eslora del buque:

$$H = 5,5 \cdot 21 = 116 \text{ hrs}$$

$$\text{Coste M.O.} = 4.060\text{€}$$

- **Instalación eléctrica:** las horas correspondientes pueden estimarse con la fórmula:

$$H_{Ie} = 4 \cdot Sh + 6 \cdot kW$$

$$H_{Ie} = 4 \cdot 90 + 6 \cdot 384 = 2.664 \text{ hrs}$$

$$\text{Coste M.O.} = 93.240\text{€}$$

- **Tuberías:** Las horas correspondientes a la partida de tuberías se estiman en función de la potencia total instalada de la forma:

$$H_{tc} = 11 \cdot BHP^{0,35}$$

$$H_{tc} = 11 \cdot 5082^{0,35} = 218 \text{ hrs}$$

$$\text{Coste M.O.} = 7.630\text{€}$$

- **Accesorios de equipo, armamento e instalaciones:**

Las horas correspondientes a esta partida son estimadas de la forma:

$$H_{ai} = 80 \cdot N + 56 \cdot (L - 15) + 0,9 \cdot L \cdot (B + D) + 2 \cdot L + 250$$

$$\begin{aligned} H_{ai} &= 80 \cdot 6 + 56 \cdot (21 - 15) + 0,9 \cdot 21 \cdot (11 + 5) + 2 \cdot 21 + 250 \\ &= 1.410 \text{ hrs} \end{aligned}$$

$$\text{Coste M.O.} = 49.350\text{€}$$

c. Maquinaria auxiliar de cubierta

- **Accesorios de fondeo y amarre:** Las horas correspondientes al equipo de fondeo y amarre son función de la eslora de escantillonado del buque y del número de molinetes y chigres del buque:

$$H_{fa} = L \cdot (1,75 \cdot N_{mo} + 1,6 \cdot N_{ch})$$

$$H_{fa} = 21 \cdot (1,75 \cdot 2 + 1,6 \cdot 2) = 140hrs.$$

$$Coste M.O. = 4.900€$$

- **Servomotor (equipo gobierno):** Las horas correspondientes al equipo de gobierno pueden estimarse en función de la eslora de escantillonado del buque de la forma:

$$H_{eq} = 33 \cdot L^{2/3}$$

$$H_{eq} = 33 \cdot 21^{2/3} = 251hrs$$

$$Coste M.O. = 8.785€$$

- **Grúas:** Las horas correspondientes a grúas pueden estimarse mediante la fórmula:

$$H = 290 \cdot N \cdot SWL^{1/3}$$

$$H = 290 \cdot 2 \cdot 1,56^{1/3} = 673hrs$$

$$Coste M.O. = 23.555€$$

d. Instalación propulsora

- **Motor propulsor:** Las horas correspondientes al motor propulsor pueden se estimadas en función del número de motores y de la potencia de los mismos:

$$H_{mp} = 10 \cdot N_{mp} \cdot BHP^{2/3}$$

$$H_{mp} = 10 \cdot 2 \cdot 5082^{2/3} = 3724hrs$$

$$Coste M.O. = 130.340€$$

- **Línea de ejes y chumacera:** Las horas correspondientes a la línea de ejes son:

$$H_{le} = 0,85 \cdot N_{mp} \cdot BHP$$

$$H_{le} = 0,85 \cdot 2 \cdot 2541 = 4320hrs.$$

$$Coste M.O. = 151.200€$$

- **Hélice propulsora:** las horas correspondientes a las hélices serán::

$$H_{he} = 700 + 0,44 \cdot BHP$$

$$H_{he} = 700 + 0,44 \cdot 2500 = 1.800hrs$$

$$Coste M.O. = 63.000€$$

e. Maquinaria auxiliar de la propulsión

- **Motores auxiliares:** Las horas correspondientes a los motores auxiliares son función del número de estos y su potencia eléctrica:

$$H_{ma} = 52 \cdot N_g \cdot kW^{0,43}$$

$$H_{ma} = 52 \cdot 2 \cdot 192^{0,43} = 998hrs$$

$$Coste M.O. = 34.930€$$

- **Fuente de emergencia:** Se estiman 500 hrs

$$Coste M.O. = 17.500€$$

- **Equipo de refrigeración y lubricación:** Las horas empleadas en esta partida pueden estimarse para motores de 4 tiempos en función de la potencia total instalada:

$$H_r = 2.250 + 0,18 \cdot BHP$$

$$H_r = 2.250 + 0,18 \cdot 5082 = 2.251hrs.$$

$$Coste M.O. = 78.785€$$

- **Equipo de arranque de los motores:** Las horas correspondientes al equipo de arranque de los motores puede estimarse por medio de la expresión:

$$H_{am} = N_{co} \cdot (10 + 3,5 \cdot Q_{co})$$

$$H_{am} = 2 \cdot (10 + 3,5 \cdot 34,2) = 260hrs$$

$$Coste M.O. = 9.100€$$

- **Equipos de manejo de combustible:** El coste del equipo de manejo de combustible depende del producto del número de bombas de trasiego por el caudal de las mismas, de la forma:

$$H_{co} = 0,13 \cdot BHP$$

$$H_{co} = 0,13 \cdot 5082 = 661hrs$$

$$Coste M.O. = 23.135€$$

- **Equipos de purificación:** Para una instalación que quemé combustible ligero el valor de las horas de esta partida es:

$$H_p = (90 + 0,056 \cdot BHP) \cdot (N_{pa} + N_{pd} + N_{pf})$$

$$H_p = (90 + 0,056 \cdot 5082) \cdot 2 = 750hrs$$

$$\text{Coste M.O.} = 26.250\text{€}$$

- **Equipos auxiliares de casco:** La cantidad de horas correspondientes a los equipos auxiliares de casco se estima por la expresión:

$$H_{ac} = 420 + 0,47 \cdot L \cdot (B + D)$$

$$H_{ac} = 420 + 0,47 \cdot 21 \cdot (11 + 5) = 578hrs.$$

$$\text{Coste M.O.} = 20.230\text{€}$$

- **Equipos sanitarios:** Sus horas pueden estimarse con la fórmula:

$$H_{es} = 280 + 8 \cdot Q_a + 200 + 3,5 \cdot N + 410 + 3,9 \cdot N + 400$$

$$H_{es} = 280 + 8 \cdot 1,6 + 200 + 3,5 \cdot 6 + 410 + 3,9 \cdot 6 + 400 = 1.347hrs$$

$$\text{Coste M.O.} = 47.145\text{€}$$

- **Varios:** Ventiladores y equipos de desmontaje en cámara de máquinas: el coste de la presente partida es función de la potencia total instalada:

$$H_{vd} = 950 + 0,005 \cdot BHP$$

$$H_{vd} = 950 + 0,005 \cdot 5082 = 975hrs$$

$$\text{Coste M.O.} = 34.125\text{€}$$

f. Instalaciones especiales

- **Instalaciones y equipos Especiales C.I.:** el tiempo se estima en unas 800hrs.

$$\text{Coste M.O.} = 28.000\text{€}$$

- **Maquinilla de remolque:** su tiempo se estima según:

$$H_{MAQUINILLA} = 38 \cdot (L)^{2/3}$$

$$H_{MAQUINILLA} = 38 \cdot (21)^{2/3} = 289hrs$$

Como disponemos de 2 maquinillas: 578hrs.

$$\text{Coste M.O.} = 20.230€$$

- **Defensas y gancho de remolque:** Estimamos tiempo de montaje en 200hrs

$$\text{Coste M.O.} = 7.000€$$

2.3. Gastos varios del astillero

Se divide en las siguientes partidas:

a. Gastos de Ingeniería

- Proyecto contratado en el exterior
- Ensayos de canal
- Estudios especiales contratados al exterior

b. Clasificación, reglamentos y certificados

- Proyecto contratado en el exterior.
- Sociedad de Clasificación.
- Otras entidades reguladoras.
- Inspección de buques.
- Colegio Oficial de Ingenieros Navales.

c. Pruebas y garantía.

- Botadura.
- Prácticos y remolcadores.
- Varada.
- Pruebas, ensayos, montadores y supervisores.
- Garantía.

d. Armador y entrega.

- Gastos de representación.

e. Servicios auxiliares durante la construcción.

- Andamiaje.
- Instalación provisional de fuerza y alumbrado.
- Limpieza.

f. Otros costes generales.

- Seguro de construcción.

En primera aproximación puede aceptarse que el conjunto de estos gastos es proporcional a la valoración total del buque. El factor de proporcionalidad puede variar entre 5% para una valoración de 3 millones de Euros y 3% para 60 millones de Euros. En este caso se va a establecer un 5% de gastos varios, respecto del resto del presupuesto.

3. DESGLOSE DEL PRESUPUESTO

Aplicando la formulación anterior a los datos del proyecto se obtiene el presupuesto desglosado por partidas.

4. COSTE DE CONSTRUCCIÓN Y ADQUISICIÓN

Con los resultados del apartado anterior se puede calcular:

4.1. Coste de construcción

El coste de construcción del buque C_C , como se ha indicado en el punto 2 de este cuaderno, se puede calcular como la suma del coste de los materiales C_M , coste de la mano de obra C_{MO} , y gastos varios del Astillero C_{VA} .

$$C_C = C_M + C_{MO} + C_{VA}$$

A este coste hay que sumar otro nuevo parámetro, los costes variables, C_V . Por lo tanto:

$$C_C = C_M + C_{MO} + C_{VA} + C_V$$

- C_M = Coste de los materiales (1.735.890,00 €).
- C_{MO} = Coste de la mano de obra (1.556.745,00 €).
- C_{VA} = Gastos varios de astillero (164.631,75 €).

- C_V = Costes variables. Se estima en el 3% de la suma de los costes anteriores (103.718,00 €).

Por lo que el coste de construcción del buque es de:

$$C_C = 3.560.984,75 \text{ €}$$

4.2. Coste de adquisición

El coste de adquisición del buque se puede calcular como:

$$C_A = C_C + BI - BCN$$

Siendo cada uno de los sumatorios:

- C_C : Coste de construcción (3.560.984,75 €)
- BI: Beneficio neto industrial. Es un porcentaje del coste de construcción que para el caso de la construcción naval se puede considerar en el 12%. La suma del coste de construcción y el beneficio neto industrial es el valor total del buque.
- BNC: Primas a la construcción naval. El buque de proyecto será construido con pabellón no comunitario por lo que no se contemplan primas a la construcción naval por parte de la Unión Europea.

PARTIDA	COSTE MAT. (€)	COSTE M.O. (€)	COSTE TOTAL (€)
Casco	260.569,00 €	529.375,00 €	789.944,00 €
Equipo, armamento e instalaciones	392.360,00 €	293.160,00 €	685.520,00 €
Maquinaria auxiliar de cubierta	55.700,00 €	37.240,00 €	92.940,00 €
Instalación propulsora	359.100,00 €	350.540,00 €	709.640,00 €
Maquinaria auxiliar de la propulsión	401.461,00 €	291.200,00 €	692.661,00 €
Instalaciones especiales	266.700,00 €	55.230,00 €	321.930,00 €
Totales parciales	1.735.890,00 €	1.556.745,00 €	3.292.635,00 €
Gastos varios del astillero (5%)	86.794,50 €	77.837,25 €	164.631,75 €
Costes variables (3%)	54.680,54 €	49.037,47 €	103.718,00 €
COSTE DE CONSTRUCCIÓN	1.877.365,04 €	1.683.619,72 €	3.560.984,75 €
BENEFICIOS (12%)	225.283,80 €	202.034,37 €	427.318,17 €
PRECIO DEL BUQUE S/IMP.	2.102.648,84 €	1.885.654,08 €	3.988.302,92 €

CONCEPTO	VALOR (€)
Coste de construcción	3.560.984,75 €
Veneficio Neto Industrial	427.318,17 €
Valor total del buque	3.988.302,92 €
Prima a la producción	0,00 €
Primas específicas	0,00 €
Primas totales	0,00 €
COSTE DE ADQUISICIÓN	3.988.302,92 €

Por lo que el coste de adquisición del buque, **sin impuestos**, es de:

$$C_A = 3.988.302,92 \text{ €}$$

5. GASTOS DEL ARMADOR

Para calcular la financiación del crédito es necesario conocer la inversión total que deberá realizar el Armador y la cantidad de esta inversión que se realizará con capital propio y la que se cubrirá con capital ajeno.

La inversión total a realizar por el Armador es el coste de adquisición del buque (3.988.302,92€), más gastos generados por la puesta en explotación y los derivados de las condiciones del crédito:

$$\text{Inversión total} = C_A + G_{\text{Armador}}$$

El Armador financiará la operación con recursos propios y con una hipoteca naval por la cantidad restante. Por tanto, el Armador incurre en una serie de gastos a mayores del precio de adquisición.

Estos gastos se exponen a continuación y se calculan, cada uno de ellos, como un porcentaje del valor total de partida (coste de adquisición):

- Gastos del Armador para puesta en explotación:
 - Impuestos de actos jurídicos documentados: 0,80 %.
 - Abanderamiento, registro y notaria: 0,20 %.
 - Inspección durante la construcción: 1,25 %.
 - Varios (cargos, respetos, adiestramiento tripulación, etc.): 2,50 %.
- Gastos del Armador derivados del crédito hipotecario:
 - Coste del estudio de la solicitud del crédito: 0,15 %.

- Aval por los tres primeros plazos del préstamo: 1,00 %.
- Gastos de constitución de la hipoteca: 0,30 %.

Intereses intercalarios del crédito: 5,00 %. (se tendrán en cuenta en el punto siguiente).

No se ha tenido en cuenta ningún tipo de impuesto sobre el coste de adquisición.

Al coste de adquisición (3.988.302,92 €), debe sumarse estos nuevos gastos propios del Armador que suman una cantidad total de:

$$G_{\text{Armador}} = 247.274,78 \text{ €}$$

CONCEPTO	GASTOS (€)
Coste de adquisición	3.988.302,92 €
Imp. Actos jurídicos documentados (0,80%)	31.906,42 €
Abanderamiento, registro y notaria (0,20%)	7.976,61 €
Inspección durante la construcción (1,25%)	49.853,79 €
Varios (2,50%)	99.707,57 €
Gastos puesta en explotación	189.444,39 €
Coste estudio sol. Crédito (0,15%)	5.982,45 €
Coste aval (1,00%)	39.883,03 €
Coste constitución hipoteca (0,30%)	11.964,91 €
Intereses intercalarios crédito (5,00%)	---
Gastos crédito hipotecario in intereses	57.830,39 €
GASTOS ARMADOR	247.274,78 €

La inversión total asciende a:

$$\text{Inversión total} = C_A + G_{\text{Armador}} = 3.988.302,92 + 247.274,78 = 4.235.577,70 \text{ €}$$

Inversión total = 4.235.577,70 € sin intereses del crédito.

6. CUADRO DE FINANCIACIÓN

Para realizar el pago del buque el Armador solicita un crédito hipotecario por valor del 80% del valor de la inversión total calculada. El crédito tiene las siguientes condiciones:

- Tipo de Interés: 5% anual.
- Periodo de devolución: 10 años.

Las anualidades del crédito privado (capital e intereses) vienen determinadas por la expresión:

$$A_p = \frac{P_p \cdot I_p}{(1 - (1 + I_p)^{-N_p})}$$

- P_p = Inversión financiada privada = $0,80 \times 4.235.577,70€ = 3.388.462,16€$
- I_p = Interés privado = 5%
- N_p = Número de años devolución crédito privado = 10 años.

Con estas condiciones la financiación del crédito es:

CONCEPTO	VALOR (€)
Inversión total	4.235.577,70 €
Capital propio (20%)	847.115,54 €
Capital ajeno (80%)	3.388.462,16 €

CONCEPTO	VALOR TOTAL (€)	AÑOS	INTERÉS	CUAOTA ANUAL (€)
Inversión total	4.235.577,70 €	-	-	-
Capital propio	847.115,54 €	1	-	-
Crédito privado	3.388.462,16 €	10	5,00%	438.821,35 €
TOTAL ANUALIDAD				438.821,35 €

Se generan unos gastos por intereses (no determinado en el apartado anterior) de 999.751,34 € a sumar a los gastos del Armador, y que por consiguiente, incrementará la inversión total:

Inversión total = 5.235.329,04€ con el interés del crédito.