

Escola Politécnica Superior



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA

TRABAJO FIN DE GRADO

CURSO 2013 - 2014

PROYECTO NÚMERO 13-58

TIPO DE BUQUE: REMOLCADOR DE PUERTO Y APOYO A BUQUES DE ALTURA.

CLASIFICACIÓN, COTA Y REGLAMENTOS DE APLICACIÓN: BUREAU VERITAS, SOLAS, MARPOL Y REGLAMENTACIÓN ESTÁNDAR PARA ESTE TIPO DE BUQUES.

CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA: BUQUE DE APOYO A MANIOBRA EN PUERTO Y APOYO A BUQUES DE ALTURA. 55 TN DE TRACCIÓN A PUNTO FIJO.

VELOCIDAD Y AUTONOMÍA: 13 NUDOS EN CONDICIONES DE SERVICIO (85% MCR+15% DE MARGEN DE MAR). 5000 MILLAS A LA VELOCIDAD DE SERVICIO.

SISTEMAS DE CARGA Y DESCARGA: LOS ESPECÍFICOS Y NORMALES PARA ESTE TIPO DE BUQUE.

PROPULSIÓN: DIESEL ELÉCTRICA CON 2 PROPULSORES AZIMUTALES DE PASO FIJO MONTADOS EN TOBERA A POPA.

TRIPULACIÓN Y PASAJE: 12 PERSONAS.

OTROS EQUIPOS E INSTALACIONES: LOS HABITUALES EN ESTE TIPO DE BUQUES.

Ferrol, Febrero de 2.014

ALUMNO: MARCOS LOUREIRO BELLÓN.

INDICE

1. Introducción	3
2. Coste de construcción	4
3. Desglose del presupuesto	26
4. Coste de construcción y adquisición	26
4.1. Coste de construcción	26
4.2. Coste de adquisición	28
5. Gastos del armador	29
6. Cuadro de financiación	30

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	26 m
Lpp	22.5 m
B	10 m
D	5.5 m
T	3.7 m
Desplazamiento	491.17 t
Cb	0.573
Cm	0.926
Cp	0.62
Cf	0.673
Tripulación	12

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:

$$P_s = 110,13 \approx 111 \text{ t (cuaderno 2)}$$

$$C_{ACERO} = [950 \times (111 \times 0,45) + 1.100 \times (111 \times 0,55)] \times 1,15 = 54647,6 \approx \mathbf{55000\text{€}}$$

- **Timón y accesorios:** En nuestro caso, al no llevar timón, este coste irá incluido en el coste de los propusores.

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

$$C_{MAUX} = 111 \times 50 = 5550€$$

- **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.

$$C_{CHORREO} = 15 \times A_{EXT} + 25 \times A_{INT} = 15 \times 700 + 25 \times 210 = 15750€$$

- **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.

$$C_{PINTURA} = 25 \times A_{O.VIVA} + 18 \times A_{O.MUERTA} + 12 \times A_{INT} = 25 \times 330 + 18 \times 270 + 12 \times 600 = 20310€$$

- **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).

$$C_{Galv-cem.} = 0.075 \times C_{PINTURA} = 1523.25 \approx 1550€$$

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

$$C_{PC} = 1.55 \times S_M = 1.55 \times 330 = 511.5 \approx 512€$$

b. Equipo, armamento e instalaciones.

Equipo de fondeo, amarre y remolque:

El buque lleva dos anclas de 0,750 tn. Cada una a 3.000 €/Tn.

$$C = 2 \times 0,750 \times 3000 = 4.500\text{€}$$

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

$$C = 0.15 \times k \times d^2 \times L_C$$

Donde:

- $k = 0,335$ para acero de alta resistencia
- $d = 24$ mm, diámetro de la cadena
- $L_C = 302,5$ m, longitud total de las cadenas

$$C = 0.15 \times 0.335 \times 24^2 \times 302.5 = 8755.56 \approx 8800\text{€}$$

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

$$C = 300 \times 24^{1.3} = 18.680.82 \approx 18700\text{€}$$

$$C = 2 \times 18700 = 37400\text{€}$$

Coste total de amarre y fondeo:

$$C = 37.400 + 8800 + 4500 = \mathbf{50700\text{€}}$$

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:

$$C_{ba} = K_{bo} \times N_p^{1/3} = 2 \times 1200 \times 12^{1/3} = 5494.62 \approx 5500\text{€}$$

En este caso K_{bo} vale 1200. Como el buque dispondrá de 2 balsas para 10 tripulantes cada una, para los 12 tripulantes del buque:

- 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:

$$C_v = 2500 + 30 \times N = 2500 + 30 \times 12 = 2860 \approx 2900\text{€}$$

El total de medios de salvamento:

$$C_{sv} = 5500 + 2900 = \mathbf{8400\text{€}}$$

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:

$$C_h = K_h \times S_h = 500 \times 50 = 25000\text{€}$$

En donde 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 50 m².

- 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:

$$C_{co} = K_{co} \times N = 600 \times 12 = 7200\text{€}$$

K_{co} vale 600 para buques oceánicos.

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

$$C_l = 240 \times 12 = 2880\text{€}$$

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

$$C_{AA} = 60 \times 50 = 3000\text{€}$$

Coste total de habilitación es:

$$C_H = 25000 + 7200 + 2880 + 3000 = 38080 \approx \mathbf{38100\text{€}}$$

Equipos de navegación y comunicaciones.

El coste de la lista de equipos de radiocomunicación, navegación y aparatos electrónicos de pesca, según buques similares, se estima en:

$$C_{Nav.Com.} = \mathbf{150.000 \text{ €}}$$

Medios C.I. en cámara de máquinas.

Su coste puede estimarse según:

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

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

$$C = 8,4 \times 8,5 \times 8 \times 3 = 1713,6 \approx \mathbf{1715\text{€}}$$

Instalación eléctrica.

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

$$C = 480 \times kW^{0,77}$$
$$C_{Ie} = 480 \times 500^{0,77} = 57470,9 \approx \mathbf{57500\text{€}}$$

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 habilitación y la potencia total de los motores principales.

$$C_t = 2.705 \times (0.015 \times L_m \times D_m \times B + 0.18 \times L) + K_t \times BHP + 1.5 \times (3 \times L_m \times D_m \times B + Q_b + 4 \times S_h)$$

En donde K_t toma el valor de 5.7 porque los motores principales queman combustible ligero.

$$C_t = 2.705 \times (0.015 \times 26 \times 5.5 \times 10 + 0.18 \times 26) + 5.7 \times 4624 + 1.5 \times (3 \times 26 \times 5.5 \times 10 + 4 \times 50) = 33162.48 \approx \mathbf{33200\text{€}}$$

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:

$$C_{ppv} = 2705 \times N^{0.48} = 2.705 \times 12^{0.48} = 8916.1 \approx 8950\text{€}$$

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

$$C_{er} = 22.6 \times L^{1.5} = 22.6 \times 26^{1.5} = 2996.2 \approx 3000\text{€}$$

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

$$C_{er} = 12.6 \times L^{1.5} = 12.6 \times 26^{1.5} = 1670.4 \approx 1700\text{€}$$

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

$$C_M = 40 \times (L \times (B + D))^{0.815} = 40 \times (26 \times (10 + 5.5))^{0.815} = 5313.5 \approx 5350\text{€}$$

El coste de esta partida es de:

$$C_H = 8950 + 3000 + 1700 + 5350 = \mathbf{19000€}$$

c. Maquinaria auxiliar de cubierta.

Accesorios de fondeo y amarre.

- El coste es función de las dimensiones principales del buque de a ofrma:

$$C_{afa} = e^{3.1} \times 6 \times (L \times (B + D))^{0.815} = e^{3.1} \times 6 \times (26 \times (10 + 5.5))^{0.815} = 17692.44 \approx \mathbf{17700€}$$

Grúas.

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

$$C_g = 2520 \times SWL^{0.765} \times L_g^{0.85}$$

$$C_{grua} = 2520 \times 3.6^{0.765} \times 11.6^{0.85} = \mathbf{53900€}$$

$$C_{pescante} = 2520 \times 1.8^{0.765} \times 3.5^{0.85} = 11458.8 \approx \mathbf{11500€}$$

Donde:

- L_g = longitud de la pluma (m)
- SWL= carga de trabajo (t)

d. Instalación propulsora.

Motor propulsor.

El coste de los motores se evalúa según la siguiente expresión, en la que son parámetros el número de cilindros y su diámetro:

$$C_{mp4} = \frac{40 \times N_c^{0.85} \times DIA^{2.2}}{RPM^{0.75}}$$

Como en nuestro caso llevamos 2 motores, la expresión será:

$$C_{mp4} = \frac{40 \times 6^{0.85} \times 260^{2.2}}{1000^{0.75}} = 212045.9 \approx \mathbf{213000€}$$

Donde:

- 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:

$$C_{ae} = 1700 \times \frac{BHP}{RPM} = 1700 \times \frac{4624}{1000} = 7860.8 \approx \mathbf{7900€}$$

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:

$$C_{e-h} = 360 \times BHP^{0.7} = 360 \times 4624^{0.7} = 132377.7 \approx \mathbf{133000€}$$

Propulsores.

El coste de los propulsores lo estimamos según buques similares dado que, como hemos visto durante la realización de este proyecto, hemos escogido 2 propulsores azimutales Schottle.

$$C_{prop} = \mathbf{1.500.000€}$$

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.

$$C_{mp4} = \frac{252 \times N_c^{0.8} \times DIA^{2.2}}{RPM} + 2400 \times \left(\frac{kWg}{RPM}\right)^{2/3} = \frac{252 \times 4^{0.8} \times 150^{2.2}}{1200} + 2400 \times \left(\frac{142}{1200}\right)^{2/3}$$
$$= 39596.7 \approx 39600\text{€}$$

Como disponemos de dos motores auxiliares, el coste será de **79200€**.

Generador de emergencia.

El coste del generador de emergencia se estima en función de su potencia eléctrica de la forma:

$$C_{ge} = 2600 \times kWg^{2/3} = 2600 \times 150^{2/3} = \mathbf{73.400\text{€}}$$

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:

$$C_{rl} = 6 \times 3.4 \times BHP = 6 \times 3.4 \times 4624 = 94329.6 \approx \mathbf{94500\text{€}}$$

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:

$$C_{AM} = 78 \times N_{CO} \times Q_{CO} = 78 \times 2 \times 30 = \mathbf{4680\text{€}}$$

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:

$$C_{mc} = 44 \times N_{bt} \times Q_{bt} + 2.1 \times BHP = 44 \times 2 \times 9.81 + 2.1 \times 4624 = 10573.7 \approx \mathbf{10600€}$$

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:

$$C_p = 4750 \times N_{pd} \times Q_{pd} = 4750 \times 2 \times 9.81 = \mathbf{93200€}$$

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:

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

$$C_{lsci} = 100 \times 2 \times 25.3^{1/3} + 960 \times 2 \times 33.75^{1/3} + 960 \times 4 \times 33.75^{1/3} + 1100 \times 25.3^{1/3} \\ = 22430.68 \approx \mathbf{22450€}$$

Donde:

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

$$C_{ss} = 156 \times TRB^{0.5} = 156 \times 204^{0.5} = 2228.1 \approx 2250\text{€}$$

El coste total de esta partida es de:

$$C_{aux.casco} = 1500 + 22450 + 2250 = \mathbf{26200\text{€}}$$

Equipos sanitarios.

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

$$C_{gag} = 1380 \times Q_{ad} = 1380 \times 1.6 = 2208 \approx 2250\text{€}$$

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

$$C_{gh} = 660 \times \sqrt{N} = 660 \times \sqrt{12} = 2286.3 \approx 2290\text{€}$$

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

$$C_{tf} = 2640 \times N^{0.4} = 2640 \times 12^{0.4} = 7133.10 \approx 7150\text{€}$$

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

$$C_{irs} = 11400 \times N^{0.2} = 11400 \times 12^{0.2} = 18738.77 \approx 18800\text{€}$$

El coste de esta partida es:

$$C_{eq.sanit.} = 2250 + 2290 + 7150 + 18800 = \mathbf{30490\text{€}}$$

Varios.

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

$$C_{vent.cm} = 7.5 \times N_V \times Q_V^{0.5} = 7.5 \times 4 \times 23125^{0.5} = 4562.1 \approx 4600\text{€}$$

- 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:

$$C_{ed} = 0.168 \times BHP = 0.168 \times 4624 = 776.8 \approx 800\text{€}$$

- Taller de máquinas: El coste del taller puede estimarse en 12.000 €.

El coste de esta partida es de:

$$C_H = 4600 + 800 + 12000 = \mathbf{17400\text{€}}$$

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 **100000€**

Instalaciones para la Lucha Contra la Contaminación.

El coste de los equipos de lucha contra la contaminación se estima en **50000€** incluyendo las barreras, los skimmer y las bombas y equipos necesarios.

Maquinilla de remolque.

Su coste se estima según:

$$C_{Maquinilla} = 3180 \times (T \times V)^{0.58} = 3180 \times (55 \times 5)^{0.58} = 82649.47 \approx \mathbf{83000\text{€}}$$

Defensas y gancho de remolque.

Estimamos su coste en unos **60000€**

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:

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

Donde:

- C_{mo} : cose 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:

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

Donde:

- 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.

$$H_C = 60 \times 111 \times (1 + 0.3 \times (1 - 0.573)) \times (1 + 0) \times (1 + 0.5 \times 0.1) \times (1 + 0.05 \times (3 - 1)) \\ = 17546 \text{ horas}$$

$$\text{Coste M.O.} = 614114.77 \approx \mathbf{615000\text{€}}$$

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.

$$H_{\text{Chorro}} = 0.02 \times 910 = 18.2 \approx 19 \text{ horas}$$

$$\text{Coste M.O.} = \mathbf{665\text{€}}$$

Pintura y control de corrosión.

Las horas correspondientes pueden estimarse como:

$$H_{\text{pintura}} = 0.25 \times S_{om} \times (1 + 0.3 \times N_{om}) + 0.35 \times S_{ov} \times \frac{N_{ov}}{4} + 0.4 \times S_i \times N_i$$

Donde:

- N_{om} : nº manos aplicadas a la obra muerta = 2.
- N_{ov} : nº de manos aplicadas a la obra viva = 3.
- N_i = nº manos aplicadas interior = 2.

$$H_{pintura} = 0.25 \times 270 \times (1 + 0.3 \times 2) + 0.35 \times 330 \times \frac{3}{4} + 0.4 \times 600 \times 2 = 674.625$$

$\approx 675 \text{ horas}$

$$\text{Coste M. O.} = 23625\text{€}$$

Galvanizado y cementado.

Se estiman 120 hrs.

$$\text{Coste M. O.} = 4200\text{€}$$

Protección catódica.

$$\text{Coste M. O.} = 1750\text{€}$$

Se estiman 50 hrs.

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:

$$H_{far} = 27 \times P_{anc}^{0.4} = 27 \times (2 \times 0.75)^{0.4} = 31.75 \approx 32 \text{ horas}$$

$$\text{Coste M. O.} = 1120\text{€}$$

Medios de salvamento.

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

$$H_{ms} = 300 + 1.5 \times N = 300 + 1.5 \times 12 = 302 \text{ horas}$$

$$\text{Coste M. O.} = 10570\text{€}$$

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 50 m².

$$H = 800 \text{ horas}$$

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

$$H = 1380 \text{ Horas}$$

Las horas totales de la habitación son:

$$\text{Coste M. O.} = 2180 \times 35 = 76300\text{€}$$

Equipos de navegación y comunicaciones.

Las horas destinadas a esta partida se estiman en 1500, por tanto:

$$\text{Coste M. O.} = 52500\text{€}$$

Medios C.I. en cámara de máquinas.

Estimamos 5,5 horas de trabajo por cada metro de eslora del buque:

$$H = 5.5 \times 26 = 143$$

$$\text{Coste M. O.} = 5005\text{€}$$

Instalación eléctrica.

Las horas correspondientes pueden estimarse con la fórmula:

$$H_{ie} = 4 \times S_h + 6 \times kW = 4 \times 120 + 6 \times 634 = 4284$$

$$\text{Coste M.O.} = 149940 \approx \mathbf{150000\text{€}}$$

Tuberías.

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

$$H_{tc} = 11 \times BHP^{0.35} = 11 \times 4624^{0.35} = 211 \text{ horas}$$

$$\text{Coste M.O.} = 7385 \approx \mathbf{7400\text{€}}$$

Accesorios de equipo, armamento e instalaciones.

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

$$\begin{aligned} H_{ai} &= 80 \times N + 56 \times (L - 15) + 0.19 \times L \times (B + D) + 2 \times L + 250 \\ &= 80 \times 12 + 56 \times (26 - 15) + 0.19 \times 26 \times (10 + 5.5) + 2 \times 26 + 250 \\ &= 1954.57 \approx 1955 \text{ horas} \end{aligned}$$

$$\text{Coste M.O.} = 68425 \approx \mathbf{68500\text{€}}$$

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:

$$H_{fa} = L \times (1.75 \times N_{mo} + 1.6 \times N_{ch}) = 26 \times (1.75 \times 2 + 1.6 \times 2) = 174.2 \text{ horas}$$

$$\text{Coste M.O.} = 6097 \approx \mathbf{6100\text{€}}$$

Grúas.

Las horas correspondientes a grúas pueden estimarse mediante la fórmula:

$$H = 290 \times N \times SWL^{\frac{1}{3}} = 290 \times 2 \times 1.61^{\frac{1}{3}} = 679.78 \approx 680 \text{ horas}$$

$$\text{Coste M.O.} = 23800\text{€}$$

d. Instalación propulsora.

Motor propulsor.

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

$$H_{mp} = 10 \times N_{mp} \times BHP^{2/3} = 10 \times 2 \times 4624^{2/3} = 5551 \text{ horas}$$

$$\text{Coste M.O.} = 194285 \approx 195000\text{€}$$

Línea de ejes y chumacera.

Las horas correspondientes a la línea de ejes son:

$$H_{le} = 0.85 \times N_{mp} \times BHP = 0.85 \times 2 \times 4624 = 7861 \text{ horas}$$

$$\text{Coste M.O.} = 275135 \approx 280000\text{€}$$

Propulsores.

Las horas correspondientes a los propulsores serán estimadas de la siguiente manera:

$$H_{prop} = 700 + 0.44 \times BHP = 770 + 0.44 \times 4624 = 2805 \text{ horas}$$

$$\text{Coste M.O.} = 98175 \approx 98200\text{€}$$

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:

$$H_{ma} = 52 \times N_g \times kW^{0.43} = 52 \times 2 \times 600^{0.43} = 1628 \text{ horas}$$

$$\text{Coste M.O.} = 56980 \approx \mathbf{57000\text{€}}$$

Generador de emergencia.

Se estiman 500 hrs.

$$\text{Coste M.O.} = \mathbf{17500\text{€}}$$

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:

$$H_r = 2250 + 0.18 \times BHP = 2250 + 0.18 \times 4624 = 3083 \text{ horas}$$

$$\text{Coste M.O.} = 107905 \approx \mathbf{108000\text{€}}$$

Equipo de arranque de los motores.

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

$$H_{am} = N_{co} \times (10 + 3.5 \times Q_{co}) = 2 \times (10 + 3.5 \times 30) = 230 \text{ horas}$$

$$\text{Coste M.O.} = \mathbf{8050\text{€}}$$

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:

$$H_{co} = 0.13 \times BHP = 0.13 \times 4624 = 601 \text{ horas}$$

$$\text{Coste M.O.} = 21035 \approx \mathbf{21050\text{€}}$$

• Equipos de purificación.

Para una instalación que queme combustible ligero el valor de las horas de esta partida es:

$$H_p = (90 + 0.056 \times BHP) \times (N_{pa} + N_{pd} + N_{pf}) = (90 + 0.056 \times 4624) \times 2 = 698 \text{ horas}$$

$$\text{Coste M.O.} = 24430 \approx \mathbf{24500\text{€}}$$

• Equipos auxiliares de casco.

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

$$H_{ac} = 420 + 0.47 \times L \times (B + D) = 420 + 0.47 \times 26 \times (10 + 5.5) = 610 \text{ horas}$$

$$\text{Coste M.O.} = \mathbf{21350\text{€}}$$

Equipos sanitarios.

Sus horas pueden estimarse con la fórmula:

$$\begin{aligned} H_{es} &= 280 + 8 \times Q_a + 200 + 3.5 \times N + 410 + 3.9 \times N + 400 \\ &= 280 + 8 \times 1.6 + 200 + 3.5 \times 12 + 410 + 3.9 \times 12 + 400 = 1391.6 \\ &\approx 1400 \text{ horas} \end{aligned}$$

$$\text{Coste M.O.} = \mathbf{49000\text{€}}$$

Varios.

Como son ventiladores y equipos de desmontaje en cámara de máquinas. El coste de la presente partida es función de la potencia instalada.

$$H_{vd} = 950 + 0.005 \times BHP = 950 + 0.005 \times 4624 = 974 \text{ horas}$$

$$\text{Coste M.O.} = 34090 \approx \mathbf{34100\text{€}}$$

f. instalaciones especiales.

Instalaciones y equipos Especiales C.I.

El tiempo se estima en unas 800 horas.

$$\text{Coste M.O.} = \mathbf{28000\text{€}}$$

Instalaciones para la Lucha Contra la Contaminación.

Tiempo estimado 100 horas.

$$\text{Coste M.O.} = \mathbf{3500\text{€}}$$

Maquinilla de remolque.

Su tiempo se estima según:

$$H_{Maquinilla} = 38 \times L^{2/3} = 38 \times 26^{2/3} = 334 \text{ horas}$$

Como disponemos de 2 maquinillas: 668 horas.

$$\text{Coste M.O.} = 23380 \approx \mathbf{23400\text{€}}$$

Defensas y gancho de remolque.

Estimamos tiempo de montaje en 200 horas.

Coste M.O. = 7000€

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

$$C_c = C_M \times C_{MO} \times C_{VA} \times C_V$$

- C_M = Coste de los materiales (3116957 €).
- C_{MO} = Coste de la mano de obra (2022185 €).
- C_{VA} = Gastos varios de astillero (256957.1 €).
- C_V = Costes variables. Se estima en el 3% de la suma de los costes anteriores (154174.26 €).

Por lo que el coste de construcción del buque es de **5550273.36 €** y lo vemos reflejado en la siguiente tabla:

	PARTIDA	COSTE MATERIALES (€)	COSTE MANO DE OBRA (€)	COSTE TOTAL (€)
Casco	Acero	55000	615000	675550
	Materiales Auxiliares de construcción del casco	5550		
	Preparación de superficies	15750	665	16415
	Pintura y control de corrosión	20310	23625	43935
	Galvanizado y cementado	1550	4200	5750
	Protección catódica	512	1750	2262
Equipo, armamento e instalaciones	Equipo de fondeo, amarre y remolque	50700	1120	51820
	Medios de salvamento	8400	10570	18970
	Habilitación	38100	76300	114400
	Equipos de navegación y comunicaciones	150000	52500	202500
	Medios C.I. en cámara de máquinas	1715	5005	6720
	Instalación eléctrica	57500	150000	207500
	Tuberías	33200	7400	40600
	Accesorios de equipo, armamento e instalaciones	19000	68500	87500
Maquinaria auxiliar de cubierta	Accesorios de fondeo y amarre	17700	6100	23800
	Grúa	53900	23800	89200
	Pescante	11500		
Instalación propulsora	Motor propulsor	213000	195000	408000
	Acoplamiento elástico	7900	280000	420900
	Línea de ejes y chumacera	133000		
	Propulsores	1500000	98200	1598200
Maquinaria auxiliar de la propulsión	Motores auxiliares	79200	57000	136200
	Generador de emergencia	73400	17500	90900
	Equipo refrigeración y lubricación	94500	108000	202500
	Equipo de arranque de los motores	4680	8050	12730
	Equipos de manejo de combustible	10600	21050	31650
	Equipos de purificación	93200	24500	117700
	Equipos auxiliares de casco	26200	21350	47550
	Equipos sanitarios	30490	49000	79490
	Varios	17400	34100	51500
Instalaciones especiales	Instalaciones y equipos especiales C.I.	100000	28000	128000
	Instalaciones para lucha anticontaminación	50000	3500	53500
	Maquinilla de remolque	83000	23400	106400
	Defensas y gancho de remolque	60000	7000	67000
				5139142
Gastos Varios Astillero (5% total)				256957,1
Costes variables (3% total)				154174,26
COSTE TOTAL DE CONSTRUCCIÓN				5550273,36

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 (5550273.36 €)
- 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 MATERIALES (€)	COSTE MANO DE OBRA (€)	COSTE TOTAL (€)
Casco	98672	645240	743912
Equipo, armamento e instalaciones	358615	371395	730010
Maquinaria auxiliar de cubierta	83100	29900	113000
Instalación propulsora	1853900	573200	2427100
Maquinaria auxiliar de la propulsión	429670	340550	770220
Instalaciones especiales	293000	61900	354900
TOTALES PARCIALES	3116957	2022185	5139142
Gastos varios astillero (5%)	155847,85	101109,25	256957,1
Costes variables(3%)	93508,71	60665,55	154174,26
COSTE DE CONSTRUCCIÓN	3366313,56	2183959,8	5550273,36
BENEFICIOS (12%)	403957,627	262075,18	666032,803
PRECIO DEL BUQUE SIN IMPUESTOS	3770271,19	2446035	6216306,16

$$C_A = 6216306.16 \text{ €}$$

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 (6216306,16 €), más gastos generados por la puesta en explotación y los derivados de las condiciones del crédito:

$$Inversión\ total = CA + G_{Armador}$$

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 (6216306.16 €), debe sumarse estos nuevos gastos propios del Armador que suman una cantidad total de:

CONCEPTO	GASTOS (€)
Coste de Adquisición	6216306,16
Imp. Actos jurídicos documentados (0.80%)	49730,45
Abanderamiento, registro y notaría (0.20%)	12432,61
Inspección durante la construcción (1.25%)	77703,83
Varios (2.50%)	155407,65
Gastos puesta en explotación	295274,54
Coste estudio Sol. Crédito (0.15%)	9324,46
Coste aval (1.00%)	62163,06
Coste constitución hipotecaria (0.30%)	18648,92
Intereses intercalarios crédito (5.00%)	---
Gasto crédito hipotecario intereses	90136,44
GASTOS ARMADOR	385410,98

La inversión total asciende a:

$$Inversión\ Total = C_A + G_{Armador} = 6216306,16 + 385410,98 = 6601717.14€$$

→ *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:

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

- PP= Inversión financiada privada = 0,80 x 6601717.14 = 5281373.71€.
- IP = Interés privado = 5%
- NP = Número de años devolución crédito privado = 10 años.

Con estas condiciones la financiación del crédito es:

CONCEPTO	VALOR (€)
Inversión total	6601717,14
Capital propio (20%)	1320343,428
Capital privado (80%)	5281373,712

CONCEPTO	VALOR (€)	AÑOS	INTERÉS	TOTAL
Inversión total	6601717,14	---	---	---
Capital propio (20%)	1320343,43	1	---	---
Capital privado (80%)	5281373,71	10,00	---	528137,37
Intereses anuales	---	---	5,00%	26406,87
TOTAL GASTOS GENERADOS	---	---	---	264068,69

Se generan unos gastos por intereses anuales de 26406.87€, que a lo largo de los 10 años de crédito suman unos gastos por intereses de 264068.7€, a sumar a los gastos del Armador y que, por consiguiente, incrementará la inversión total.

INVERSIÓN TOTAL 6.865.786 €

BIBLIOGRAFÍA

- Libros y apuntes del profesor F. Junco.
- El Proyecto básico del buque mercante, 1997.
 - Ricardo Alvariño Castro
 - Juan José Azpíroz Azpíroz
 - Manuel Meizoso Fernández
- Ecuación del desplazamiento: Peso en rosca y peso muerto.
 - Manuel Meizoso Fernández
 - José Luis García Garcés
- OTERO RIVERA, C. *“Cálculo de Estructuras Marinas”*. Universidade da Coruña.
- DE JUAN-GARCÍA AGUADO, J. M. *“Estática del Buque”*. Universidade da Coruña, 1999.
- DE JUAN-GARCÍA AGUADO, J. M. *“Dinámica del Buque”*. Universidade da Coruña, 1999.
- Lloyd’s Register of shipping.
- Bureau Veritas.
- “Convenio internacional sobre arqueo de buques”. Organización Marítima Internacional, 1969.
- *“Convenio internacional sobre líneas de carga”*. Organización Marítima Internacional, 1966.
- *“Convenio sobre el reglamento internacional para prevenir los abordajes”*. Organización Marítima Internacional, 1972.
- *“Convenio internacional para la seguridad de la vida humana en la mar. SOLAS”*. Organización Marítima Internacional, 1974.