



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

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

Petrolero Neo-Pánamax con 200000 TPM

Grado en Ingeniería Naval y Oceánica

Cuaderno 13:

PRESUPUESTO DE CONSTRUCCIÓN DEL BUQUE

Escola Politécnica Superior



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

GRADO EN INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA
TRABAJO FIN DE GRADO

CURSO 2017-2018

PROYECTO NÚMERO : 18-07

TIPO DE BUQUE: PETROLERO DE CRUDOS

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

CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA:

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

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

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

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

TRIPULACIÓN Y PASAJE: 30 personas.en camarotes individuales

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

Ferrol, 19 Setiembre 2017

ALUMNO/A: **D^a Julio Barreiro Montes**

Introducción

En este cuaderno se verá el presupuesto de la construcción del buque empleando los datos adquiridos en el diseño del mismo, y se calculará su viabilidad.

Esto presenta grandes complicaciones dado que existe el riesgo de inflación a lo largo de la construcción del buque, o que se empleará formulación aproximada para la mayor parte de los costes.

Utilizaremos datos del buque como los obtenidos en los cuadernos anteriores.

Las dimensiones principales de nuestro buque son:

Lpp (m)	B (m)	Cb	Desplaz (T)	T (m)	D (m)	V (knots)	Fn	TPM
276	49	0,856	227611,8	19,158	25,75	16	0,158	200000

Los cálculos se realizarán dividiendo el coste de construcción en tres conceptos: Costes de materiales, costes de servicios del astillero y costes de mano de obra y equipos.

Con este presupuesto se puede obtener el coste de adquisición del buque tras aplicarle un porcentaje de beneficio.

Índice

1.- Costes de materiales	5
1.1- Aceros del Casco.....	5
1.2- Resto de materiales del casco	5
1.3- Timones y accesorios.....	5
1.4- Polines	5
1.5- Materiales auxiliares de construcción del casco	6
1.6- Preparación de superficies	6
1.7- Pintura y sistemas anticorrosión.....	6
2.- Costes de equipos	7
2.1- Equipos de fondeo y amarre	7
2.2- Cadenas y estachas.....	7
2.3- Medios de salvamento	8
2.4- Habilitación de alojamientos.....	8
2.5- Equipos de fonda y hotel.....	8
2.6- Equipos de acondicionamiento en alojamientos	9
2.7- Equipos de navegación	9
2.8- Sistemas contraincendios.....	10
2.9- Grúas de carga.....	10
2.10- Instalación eléctrica.....	11
2.11- Tuberías	11
2.12- Accesorios de equipo, armamento e instalaciones.	11
2.13- Equipo de gobierno	12
2.14- Máquina generadora.....	12
2.15- Máquinas propulsoras.....	12
2.16- Línea de ejes.....	12
2.17- Hélices	13
2.18- Equipo de circulación, refrigeración y lubricación de la planta propulsora y auxiliares.....	13
2.19- Equipos de generación de vapor	13
2.20- Equipos de arranque de motores.....	13
2.21- Equipos de manejo de combustible	13

2.22- Equipos de purificación de motores.....	13
2.23- Equipos de purificación de aguas residuales	14
2.24- Bombas de contraincendios, lastre y sentinas.....	14
2.25- Equipos sanitarios	14
2.26- Costes varios.....	15
2.27- Equipos de respeto.....	15
2.28- Equipos de automatización, control y alarmas.....	15
2.29- Instalaciones y equipos especiales contraincendios.....	16
2.30- Instalaciones de carga y descarga	16
3.- Costes de mano de obra	17
3.- Casco.....	17
3.1- Equipo, armamento e instalaciones.....	18
3.2- Maquinaria auxiliar de cubierta	19
3.3- Instalación propulsora	19
3.4- Maquinaria auxiliar de la propulsión.....	20
3.5- Cargos, pertrechos y respetos.....	21
3.6- Instalaciones especiales	21
4.- Coste total de construcción	23
5.- Beneficio industrial	23
6.- Evaluación económica del proyecto	24
6.1- Ingresos	24
6.2- Activo no corriente.....	25
6.2- Activo corriente	25
6.4- Pasivo corriente.....	25
6.5- Fondo de maniobra e inversión en fondo de maniobra	25
6.6- Amortización contable	26
6.7- Costes fijos de explotación (OPEX).....	26
6.8- Beneficios, impuestos y flujo de caja operativo.....	27
6.9- Financiación.....	27
6.10- Conclusiones.....	27
7.- Bibliografía	29
Anexo: Tablas de evaluación económica	30

1.- Costes de materiales

Suponemos un coste de acero de 450 euros por tonelada. El coste de los materiales podemos descomponerlo en las siguientes partidas:

1.1- Aceros del Casco

El cálculo del casco se realizará empleando el peso neto de aceros calculado en el cuaderno 1. El valor final obtenido había sido de 24414,38 toneladas. Aumentando el valor un 15% por recortes y sobrantes en chapas y perfiles, nos queda:

$$CCasco = 450 * 24414,38 * 1,15 = \mathbf{12634441,65 \text{ €}}$$

1.2- Resto de materiales del casco

Podemos estimar su coste mediante la siguiente fórmula:

$$C_{MatCasco} = 4 * L * T = 4 * 276 * 25,75 = \mathbf{28428 \text{ €}}$$

1.3- Timones y accesorios

El coste de los timones puede estimarse con las dimensiones de los mismos, calculadas en el Cuaderno 6.

Siendo la eslora de un timón = 6,94 m y la altura del mismo = 8,3 m el coste nos queda

$$C_{tim} = 40 * L_{Tim}^2 * H_{Tim} = 15990,31 \text{ euros}$$

Habiendo dos timones, el coste final es de **31980,63 €**

1.4- Polines

Con los equipos de los que dispone el barco, la expresión empleada para calcular los polines queda:

$$Pp = 0,0033 * BHP + 0,0024 * Nm * d^{1,5} + 3,7 * 10^{-6} * L * T * (Vs + 2)^2$$

Siendo:

BHP = Potencia nominal de los motores propulsores en HP (29500 kW = 39560,152 hp)

Nm = Número de molinetes = 2

d = Diámetro de la cadena del ancla = 90 mm

L = Eslora de escantillonado = 276 m

T = Calado de escantillonado = 19,158 m

Vs = Velocidad de servicio = 16 knots

Con estas cifras el peso total de los polines resulta alrededor de 107,8 toneladas.

Suponiendo un factor de recortes y márgenes de un 20% y un precio del orden de 530 euros por tonelada, el coste de los polines nos queda en **68560.8 €**

1.5- Materiales auxiliares de construcción del casco

Podemos estimarlo como 50 euros por cada tonelada de acero estructural, dejando un margen de un 15% como en el acero estructural, quedando así:

$$CMA = 50 * 24414,38 * 1,15 = \mathbf{1403826,85 \text{ €}}$$

1.6- Preparación de superficies

Depende de la superficie a tratar y dónde está situada. Se estima un coste de imprimación de 2 euros/m² en todas las superficies. El coste de granallado se aproximan a 8 euros/m² en las superficies externas. Los tanques de carga y los slops no van pintados y no se incluyen en estos cálculos.

Superficie de obra viva: 21852,603 m²

Superficie obra muerta: 3994,065 m²

Superficie exterior superestructuras: 1521,16

Superficie timón: 111,24 m²

La superficie exterior total es de:

$$21852,603 + 3994,065 + 1521,16 + 111,24 = 27479,07 \text{ m}^2$$

Por tanto el coste de preparar la superficie exterior será de:

$$27479,07 * (2 + 8) = \mathbf{274790,7 \text{ €}}$$

1.7- Pintura y sistemas anticorrosión.

Se considera este apartado en varia partidas. Por un lado está la pintura de obra viva, la cual consiste en una capa epoxy (De espesor de 350μ y con un precio de 0,011 €/m²*μ) y otra capa autopulimentante. (150 μ y 0,022 €/m²*μ)

Estos valores se multiplican por la superficie de la obra viva (21852,603 m²) quedando el precio de la pintura:

$$C_{pov} = 21852,603 * (150 * 0,022 + 350 * 0,011) = \mathbf{156246,11\text{€}}$$

La pintura de la obra muerta lleva una capa de pintura epoxy (En este caso de 250μ de espesor) y otra capa de pintura de clorocaucho (105μ y 0,013 €/m²*μ)

Con 3994,065 m² de obra muerta, tenemos un coste de:

$$C_{pov} = 21852,603 * (105 * 0,013 + 250 * 0,011) = \mathbf{89923,46\text{€}}$$

Para la pintura interior se considera únicamente una capa de pintura epoxy de 200 micras. La superficie a pintar es la cara interior del casco y las cubiertas, de modo que la suma de todas las superficies menos el timón será de 27367,828 m². Por tanto:

$$C_{pint} = 0,011 * 27367,828 * 200 = \mathbf{60209,22\text{€}}$$

La pintura de tuberías es necesario estimarla con una fórmula que se describirá a continuación. El coste depende de la eslora (276 m), de la potencia del motor en HP (29500 kW = 39560,152 hp) y de un coeficiente K que depende del tipo de pintura (Siendo 4,8 para la Zinc-Epoxy que se emplearemos):

$$C_{pt} = 0,18 * (0,057 * 40000 + 0,18 * 276) * 4,8 = \mathbf{2012,84€}$$

El galvanizado y cementado de las superficies puede calcularse como un 7,5% del precio total de la pintura. Para un total calculado de 307874,53€, el 0,075 de esa cantidad nos da **23090,6€**

Para hallar el coste de la protección catódica la gobiernan los ánodos de sacrificio, que pueden hallarse a partir de la expresión:

$$C_{pc} = 1,55 * Superficie\ mojada = 1,55 * 21852,603 = \mathbf{33871,53€}$$

Sumando todos los valores obtenidos, el coste total de la pintura y la protección anticorrosión será del valor de: **365353,76 €**

2.- Costes de equipos

Al igual que los costes de materiales, los costes de los equipos se han dividido en varias partidas, que se examinarán a continuación

2.1- Equipos de fondeo y amarre

El buque cuenta con dos anclas, más una de respeto. El peso de las mismas (13,5 t) se obtuvo en el Cuaderno 12 empleando el Numeral de Equipo. Basándonos en un coste unitario de 2500 €/t nos sale un precio total de:

$$C_{an} = coste * n^{\circ}anclas * peso\ anclas = 2500 * 3 * 13,5 = \mathbf{101250€}$$

El coste de los molinetes se calcula con una fórmula diferente, usando el diámetro de las cadenas y el número de molinetes:

$$C_{mo} = 300 * N^{\circ} * d^{1,3} = 300 * 2 * 90^{1,3} = \mathbf{12049,8€}$$

2.2- Cadenas y estachas

El coste de esta partida puede estimarse con las dimensiones de las cadenas (Longitud total L= 715 metros y Diámetro d = 90 mm) y con un coeficiente K que para el acero de alta resistencia es 0,315. La fórmula empleada es la siguiente:

$$C_{ca} = 0,015 * K * d^2 * L = 0,015 * 0,315 * 90^2 * 715 = \mathbf{27364,84€}$$

2.3- Medios de salvamento

Cada dispositivo de salvamento cuenta con sus propios métodos de cálculo.

En el caso de los botes salvavidas, la ecuación depende del tipo de bote (K) y el número de tripulantes en cada bote (Tr). Al tratarse de un petrolero, los motores deben ser cerrados y resistentes al fuego, por lo que $K=4500$. Contamos con un bote de 30 personas por banda, de modo que el coste será:

$$C_{botes} = n^{\circ} * K * Tr^{\frac{2}{3}} = 2 * 4500 * 30^{\left(\frac{2}{3}\right)} = \mathbf{86894\text{€}}$$

Para las balsas salvavidas se emplea una ecuación similar, pero teniendo en cuenta que son 2 balsas salvavidas por banda, más una situada a proa; y cada una de ellas tiene capacidad para 15 personas. Además de eso, el coeficiente K para balsas arriables es 1200, por lo que la fórmula nos queda:

$$C_{balsas} = n^{\circ} * K * tr^{\frac{2}{3}} = 5 * 1200 * 15^{\frac{2}{3}} = \mathbf{36493,2\text{€}}$$

Y para los dispositivos individuales de salvamento (Aros, señalizaciones, y elementos varios) se estima el coste con la siguiente expresión:

$$C_v = 2500 + 30 * n^{\circ} \text{ tripulantes} = 2500 + 30 * 30 = \mathbf{3400\text{€}}$$

2.4- Habilitación de alojamientos

El coste de los alojamientos puede estimarse como función de la superficie de habilitación, sin contar con gambuzas ni cámaras frigoríficas. $Sh = 2324,47 \text{ m}^2$

Este valor se multiplica por un coeficiente basado en la calidad de la habilitación.

En nuestro caso podemos estimarlo como 400€/m^2 Por lo que el coste nos queda:

$$C_h = 400 * 2324,47 = \mathbf{929790,6\text{€}}$$

2.5- Equipos de fonda y hotel

Hay fórmulas específicas para cada uno de los equipos.

Cocina y oficinas: Depende del número de tripulantes (30) y el tipo de buque.

Para buques oceánicos la ecuación es:

$$C_{co} = 420 * 30 = \mathbf{1260\text{€}}$$

Gambuza frigorífica: Ligeramente proporcional al volumen (V) de la gambuza, el cual es aproximadamente de 350 m^3 .

$$C_{gam} = 1800 * V^{\frac{2}{3}} = 1800 * 350^{\frac{2}{3}} = \mathbf{89395,95\text{€}}$$

Equipos de lavandería y varios: Proporcional al número de tripulantes.

$$C_{lv} = 240 * n^{\circ} \text{ trip} = 240 * 30 = \mathbf{7200\text{€}}$$

2.6- Equipos de acondicionamiento en alojamientos

Por un lado contamos con costes de los sistemas de calefacción y aire acondicionado. Estos pueden tomarse como 60€/m² de superficie de habilitación.

$$C_{aa} = 60 * 2324,47 = \mathbf{139468,6€}$$

Por otro lado tenemos otros costes de equipos varios, que pueden estimarse como 72€ por persona.

$$C_{var} = 72 * 30 = \mathbf{2160€}$$

2.7- Equipos de navegación

La siguiente tabla muestra los valores estimados de diversos equipos principales según la información del libro. Se han cogido unos valores cercanos a los máximos debido al gran tamaño de nuestro buque.

Equipo	Coste (€)
Compases magnéticos	2500
Compases giroscópicos	40000
Piloto automático	6000
Radar de movimiento verdadero	51600
Radar de movimiento relativo	15000
Radiogoniómetro	7000
Receptor de cartas	4800
Corredera	7500
Sonda	4200
GPS	7200
TOTAL EQUIPOS NAVEGACIÓN	145800

Los equipos auxiliares de navegación se evalúan en un 8% del valor anterior, resultando en **11664€** adicionales.

Los costes de comunicaciones se evalúan por separado. Las comunicaciones externas varían entre 48000€ y 120000€, por lo que un coste de **100000€** es razonable para el tamaño de nuestro buque. Las comunicaciones internas incluyen los teléfonos y altavoces, y pueden estimarse como **30000€**.

2.8- Sistemas contraincendios

Diversos sistemas requieren diversas fórmulas. Los de la cámara de máquinas pueden estimarse en función de las dimensiones de la misma, la cual tiene 25,6 metros de eslora y 23,25 metros de puntal. Con esos datos:

$$C_{im} = 8,4 * L_m * B * D_m = 8,4 * 25,6 * 49 * 23,25 = \mathbf{244984,32€}$$

Las dimensiones de la cámara de máquinas también se emplean para calcular el coste de los detectores de incendios. En su cálculo también influye el número de cubierto de alojamiento (Nch = 4, de nuestras 5 cubiertas 1 se emplea en el puente de mando)

Y dos coeficientes K1 y K2 que dependen de si la cámara de máquinas está o no desatendida y de si hay o no detección de incendios en los alojamientos, respectivamente. En nuestro caso la cámara está desatendida y hay detección en los alojamientos, por lo que K1 = K2 = 1

$$\begin{aligned} C_{din} &= 8 * K1 * L_m * D_m * B + 12,24 * K2 * Nch = \\ &= 8 * 25,6 * 23,25 * 49 + 12,24 * 4 = \mathbf{233367,36€} \end{aligned}$$

Los sistemas de la cubierta de carga se calculan según las dimensiones del buque:

$$C_{cc} = 11 * (1 + 0,0013 * L) * L * B = \mathbf{202140,52€}$$

La planta de gas inerte sigue la fórmula descrita a continuación, empleando el caudal máximo del sistema (15000 m³/h) Si tenemos en cuenta que el gas se obtiene de la combustión de las calderas de calefacción de la carga, las constantes de la fórmula serán Kgi = 9000 y Ng = 0,38.

$$C_{gin} = K_{gi} * Q_{gi}^{0,38} = 9000 * 15000^{0,38} = \mathbf{347661,97€}$$

2.9- Grúas de carga

El coste de ambos tipos de grúas puede calcularse con la misma fórmula, empleando su alcance (Lgc) y su capacidad de izado (SWL).

$$C_g = 2520 * N^g * SWL^{0,765} * L_{GC}^{0,85}$$

Las 2 grúas de carga y descarga, capaces de levantar 15 toneladas a 17,4 metros:

$$C_g = 2520 * 2 * 15^{0,765} * 17,4^{0,85} = \mathbf{453531,24€}$$

Las 2 grúas de víveres, capaces de levantar 6,3 toneladas a 4 metros:

$$C_g = 2520 * 2 * 6,3^{0,765} * 4^{0,85} = \mathbf{66938,66€}$$

2.10- Instalación eléctrica

La instalación eléctrica de nuestro barco la estimaremos con la potencia de cada uno de nuestros diésel generadores.

$$C = 480 * n^{gen} * kW^{0,77} = 480 * 4 * 14400^{0,77} = \mathbf{3056612,24€}$$

2.11- Tuberías

La fórmula para estimar del coste de las tuberías es larga, y se ve influida por las dimensiones de la cámara de máquinas ($L_M = 25,6$ y $D_M = 23,25$), el tipo de combustible (Para HFO, $K_t = 8$), la potencia del motor, el volumen de los tanques de carga ($V_C = 197728,4$ m³) y la superficie de habilitación ($S_H = 2324,47$ m²)

$$C_{tu} = 2705 * (0,015 * L_M * B * D_M + 0,18 * L) + K_t * BHP + \\ + 1,5 * (3 * L_M * B * D_M + V_C + 4 * S_H)$$

Con nuestros datos, el resultado queda:

$$C_{tu} = 2705 * (0,015 * 25,6 * 49 * 23,25 + 0,18 * 276) + 8 * 29500 + \\ + 1,5 * (3 * 25,6 * 49 * 23,25 + 197728,4 + 4 * 2324,47) = \mathbf{1995527,18€}$$

2.12- Accesorios de equipo, armamento e instalaciones.

Cada grupo de elementos cuenta con una fórmula propia para calcular su coste.

Puertas metálicas, ventanillas y portillos $C_{pp} = 2705 * N^{0,48}$

$$C_{pp} = 2705 * 30^{0,48} = \mathbf{13841€}$$

Escaleras, pasamanos y candeleros: $C_{epc} = 12,2 * L^{1,6} = 12,2 * 276^{1,6} = \mathbf{98132,84€}$

Escotillas de acceso, registros: $C_{epc} = 12,6 * L^{1,5} = 12,6 * 276^{1,5} = \mathbf{57774,23€}$

Accesorios de fondeo y amarre: $C_{AFA} = e^{3,1} * 6 * (L * (B + D))^{0,815}$

$$C_{AFA} = e^{3,1} * 6 * (L * (B + D))^{0,815} = \mathbf{425361,22€}$$

Escalas reales, planchas de desembarco y escalas de práctico:

Habiendo 2 escalas reales, la expresión a emplear es:

$$C_{ERP} = 2000 + 1350 * 2 * (D - 0,03 * L)$$

$$C_{ERP} = 2000 + 1350 * 2 * (25,75 - 0,03 * 276) = \mathbf{49169€}$$

Toldos, fundas y accesorios de estiba de respeto: $C_{TF} = 40 * (L * (B + D))^{0,68}$

$$C_{TF} = 40 * (276 * (49 + 25,75))^{0,68} = \mathbf{207503,15€}$$

2.13- Equipo de gobierno

El coste de los servomotores puede estimarse con el par ejercido por cada uno. Ése valor se calculó en el cuaderno 6, $M = 2842,8 \text{ kN}\cdot\text{m} = 289,9 \text{ T}\cdot\text{m}$

$$C_{SM} = 3700 * M^{\frac{2}{3}} = 3700 * 289,9^{\frac{2}{3}} = \mathbf{162069,22\text{€}}$$

2.14- Máquina generadora

El coste de las máquinas generadoras puede estimarse con el número de cilindros de los motores generadores ($N_c = 12$), el diámetro de los cilindros del motor ($d = 460 \text{ mm}$) y las revoluciones por minuto ($\text{rpm} = 600$)

$$C_{mg} = 40 * N_c^{0,85} * \frac{d^{2,2}}{\text{rpm}^{0,75}} * n^0 = 40 * 12^{0,85} * \frac{460^{2,2}}{600^{0,75}} * 4 = \mathbf{7868244,26\text{€}}$$

2.15- Máquinas propulsoras

El coste de los propulsores eléctricos puede estimarse como

$$C_{mp} = 2400 * \left(\frac{\text{kW}}{\text{rpm}}\right)^{\frac{2}{3}} + 13200 * \left(\frac{\text{kW}}{\text{rpm}}\right)^{\frac{2}{3}}$$

Con 2 generadores con una potencia máxima entregada de 18000 kW y girando a 60 hz (3000 rpm):

$$C_{mp} = 2 * \left(2400 * \left(\frac{18000}{3000}\right)^{\frac{2}{3}} + 13200 * \left(\frac{18000}{3000}\right)^{\frac{2}{3}}\right) = \mathbf{103020\text{€}}$$

2.16- Línea de ejes

El coste de los acoplamientos y embragues, al tratarse de un acoplamiento elástico, dependen de la potencia consumida (BHP) y las revoluciones por minuto ($\text{rpm} = 3000$) de los propulsores.

$$C_{ae} = 1700 * \left(\frac{\text{BHP}}{\text{RPM}}\right) * n^0 = 1700 * \left(\frac{14750}{3000}\right) * 2 = \mathbf{16716,66\text{€}}$$

El coste de los reductores e inversores puede estimarse por una fórmula que depende del peso de las mismas. Como este se desconoce, podemos estimarlo en 9 toneladas, obteniendo así:

$$C_r = 25000 * Pr^{0,5} * 2 = 25000 * 9^{0,5} * 2 = \mathbf{150000\text{€}}$$

Para la línea de ejes y chumaceras, se emplea la siguiente ecuación:

$$C_{ej} = 3,6 * BHP * 2 = 3,6 * 29500 * 2 = \mathbf{212400\text{€}}$$

2.17- Hélices

El coste de las hélices se calcula empleando el peso de las mismas. Según los cálculos del cuaderno 2, el peso de cada hélice es de 40,96 toneladas.

También se emplea el material de la hélice, que en nuestro caso puede tomarse como una aleación (CuNiAl) de tal manera que se toman 8000€ por tonelada. Por tanto:

$$C_{hélice} = 8000 * 2 * 40,96 = \mathbf{655360€}$$

¿Grupos electrógenos y gen emergencia?

Puede estimarse esta partida en 450000 € + **30000**

2.18- Equipo de circulación, refrigeración y lubricación de la planta propulsora y auxiliares

Puede estimarse el costo total teniendo en cuenta que nuestros motores son de 4 tiempos ($K1 = 2,4$) y que no contamos con un enfriador de placas de titanio ($K2 = 0$)

$$C_{crl} = 6000 + (K1 + K2) * BHP = \mathbf{76800€}$$

2.19- Equipos de generación de vapor

El coste de la generación de vapor se toma dependiendo del tipo, número y caudal de las calderas. En nuestro caso hay dos calderas de quemadores, que tienen un caudal de 40 t/h = 40000 kg/h de vapor, por lo que la fórmula se considera:

$$C_{gv} = 4,8 * (N_{cf} * Q_{vf}) = 4,8 * (2 * 40000) = \mathbf{384000 €}$$

2.20- Equipos de arranque de motores

Empleando 2 compresores de 200 m³/h, el cálculo nos queda:

$$C = 78 * N^{co} * Q_{co} = 78 * 2 * 200 = \mathbf{31200€}$$

2.21- Equipos de manejo de combustible

Dependen del número y caudal de las bombas de trasiego (Cifras halladas en el cuaderno 10), además de la potencia de los motores.

$$C_{fo} = 44 * N_b * Q_b + 2,1 * BHP = 44 * 2 * 44,36 + 2,1 * 29500 = \mathbf{65853€}$$

Los equipos de mezcla de combustible pueden estimarse en **42000€**

2.22- Equipos de purificación de motores

Este apartado se refiere a las purificadoras centrífugas de aceite y las de combustible pesado, junto con los calentadores. El coste se calcula mediante la expresión:

$$C_{pu} = 10000 * N_{pa} * Q_{pa} * K1 + 5200 * N_{pf} * Q_{pf} * K1 * K2 * K3$$

- N_{pa} = N° purificadores de aceite = 4, uno por cada motor.
- Q_{pa} = Caudal unitario purificador de aceite = 4,23 m³/h
- N_{pf} = N° purificadores de combustible pesado = 4, uno por cada motor.

- Q_{pa} = Caudal unitario de las purificadoras de combustible pesado = 3,05 m³/h
- $K_1 = 1$ para depuradoras autolimpiables
- Dado que la viscosidad F.O = 2835 < 3500, los constantes $K_2 = 2,2$ y $K_3 = 1$

$$C_{pu} = 10000 * 4 * 4,23 * 1 + 5200 * 4 * 3,05 * 1 * 2,2 * 1 = \mathbf{308768€}$$

2.23- Equipos de purificación de aguas residuales

El costo del equipo de manejo de lodos puede aproximarse a **1500€**.

El equipo de tratamiento por aditivos para la limpieza puede estimarse en función de la potencia propulsora.

$$C_{ta} = 24 * BHP^{\frac{2}{3}} = 24 * 29500^{\frac{2}{3}} = \mathbf{22913,56€}$$

2.24- Bombas de contra incendios, lastre y sentinas

La ecuación que expresa el coste de estos equipos es la que se describe a continuación.

$$C_{il} = 600 * K_1 * Q_{bs}^{\frac{1}{3}} + 960 * K_2 * Q_{ci}^{\frac{1}{3}} + 960 * K_3 * Q_{ci}^{\frac{1}{3}} + 1100 * K_4 * Q_{bs}$$

Siendo Q_{bs} y Q_{ci} los caudales de las bombas de sentinas y contra incendios, respectivamente, y valen $Q_{bs} = 400$ m³/h y $Q_{ci} = 180$ m³/h.

Los coeficientes K dependen del arqueo de nuestro buque.

Al tener un arqueo mayor que 4000, los coeficientes serán: $K_1 = K_2 = 3$, $K_3 = 4$ y $K_4 = 1$

$$C_{il} = 600 * 3 * 400^{\frac{1}{3}} + 960 * 3 * 180^{\frac{1}{3}} + 960 * 4 * 180^{\frac{1}{3}} + 1100 * 1 * 400$$

$$C_{il} = \mathbf{513942€}$$

2.25- Equipos sanitarios

El coste del generador de agua dulce puede estimarse según la demanda de agua, la cual es de 5t/día según los datos del cuaderno 12. Con ese dato:

$$C_{gad} = 1380 * Q_{gad} = 1380 * 5 = \mathbf{6900€}$$

En el caso de los grupos hidrófobos se puede hallar el coste según el número de tripulantes, que en nuestro buque es 30.

$$C_{gh} = 660 * 30^{0,5} = \mathbf{3615€}$$

La planta de tratamiento de aguas residuales sigue una fórmula parecida:

$$C_{af} = 2640 * 30^{0,4} = \mathbf{10290,9€}$$

Y lo mismo puede decirse del incinerador de residuos sólidos

$$C_{ir} = 14000 * 30^{0,4} = \mathbf{54572,84€}$$

2.26- Costes varios

La ventilación de la cámara de máquinas se calcula según la siguiente expresión:

$$C = 7,5 * Nv * Qv^{0,5} + 5,52 * Kf * BHP^{0,5}$$

Nv es el número de ventiladores (8)

Qv es el caudal unitario (Con un total de $88,32 \text{ m}^3/\text{s} = 317952 \text{ m}^3/\text{h}$, el caudal unitario será de 39744 con 8 ventiladores)

Como nuestro motor quema combustible pesado, $Kf = 1$.

$$C = 7,5 * 8 * 39744^{0,5} + 5,52 * 1 * 29500^{0,5} = \mathbf{12909,63€}$$

Para los equipos de desmontaje se recurre a la fórmula:

$$Ced = 0,84 * Ked * BHP$$

$Ked = 1$ para una viga carril, por lo que en nuestro buque el coste queda:

$$Ced = 0,84 * 1 * 29500 = \mathbf{24780€}$$

El coste del taller de máquinas puede establecerse como 9000€ por tener un nivel de complejidad moderadamente alto

2.27- Equipos de respeto

Para la pala de repuesto de la hélice:

$$C_{pr} = 4,8 * BHP^{\frac{2}{3}} = 4,8 * 29500^{\frac{2}{3}} = 4582,71€$$

Y para la línea de ejes de respeto:

$$C_{ler} = 2,4 * 29500 = 70800€$$

2.28- Equipos de automatización, control y alarmas.

El coste de la cabina de control puede estimarse con la superficie de la misma.

En nuestro buque esta superficie es aproximadamente 95 m^2

$$C_{cabina} = 1080 * S_{cabina}^{0,85} = 1080 * 95^{0,85} = \mathbf{51819€}$$

Para los dispositivos de automatización y control, la fórmula empleada es la siguiente.

$K1$ es un coeficiente que depende de si la automatización es sólo para el puerto o también para maniobra, y en nuestro caso es 1,5.

$$C_{arc} = 3240 * K1 * BHP^{\frac{1}{3}} = 3240 * 1,5 * 29500^{\frac{1}{3}} = \mathbf{150167,84€}$$

Otros dispositivos pueden estimarse en **25000€**, y los fluidos de control y accionamiento se estiman en un 10% de los equipos de automatización: **15016,8€**

2.29- Instalaciones y equipos especiales contraincendios

Las instalaciones de contraincendios de carácter estructural pueden estimarse con la fórmula descrita a continuación. Kci es un coeficiente que equivale a 4600

$$C_{ci} = K_{ci} + 5,5 * S_h = 4600 + 5,5 * 2324,47 = \mathbf{17384,62€}$$

Los rociadores de la cámara de máquinas pueden calcularse según el área de la misma. El área de ambas cubiertas es de 1603,3 m²

Los rociadores de la habilitación se calculan de forma similar, pero con el área de habilitación, resultando en **9462€**

2.30- Instalaciones de carga y descarga

Para calcular el coste de las bombas de descarga hay que tener en cuenta que se accionan mediante vapor, pudiendo estimarse su coste según la siguiente ecuación:

$$C_{bc} = 30 * K_1 * K_2 * Q_B^{0,82} * H_d^{0,5} * N_b$$

El coeficiente K1 es igual a 1 dado que las bombas se accionan mediante corriente eléctrica. La constante K2 es igual a 1 debido que las bombas son de acero regular. Qb es el caudal de la bomba (4000 m³/h), Hd es la altura de descarga (135 m.c.a) y Nb es el número de bombas instaladas (3)

$$C_{bc} = 30 * 4000^{0,85} * 135^{0,5} * 3 = \mathbf{1205481€}$$

El sistema de cebado puede estimarse mediante la fórmula

$$C_{sc} = 42 * (N_b * Q_b)^{0,9} = \mathbf{197020,95€}$$

Para las bombas de agotamiento de la carga, al poseer accionamiento eléctrico, la constante K1 de la siguiente ecuación es igual a 1. Al ser 2 bombas con una altura estimada de 245 m.c.a y un caudal de 1000 m³/h

$$C_{bs} = 30 * K_1 * Q_{bag}^{\frac{2}{3}} * H_{dag}^{0,35} * N_b = 30 * 1000^{\frac{2}{3}} * 245^{0,35} * 2 = \mathbf{41149€}$$

Puede aproximarse el coste de las tuberías y válvulas del sistema de C/D como 1/3 del coste de las bombas de descarga, resultando en **1125115€**

El coste de la instalación de control del sistema de C/D se aproxima como 1/5 del de las bombas de descarga, obteniendo así **675069€**

El coste del sistema de calefacción de la carga podemos estimarlo mediante el volumen de los tanques de carga (197728,4 m³) y el número de bombas:

$$C_{carga} = 24 * V^{\frac{2}{3}} * N_b = \mathbf{244368,5€}$$

3.- Costes de mano de obra

Para calcular los costes de mano de obra se requiere conocer el salario de los trabajadores y las horas empleadas en la construcción.

El primero de estos conceptos depende de varios factores, entre los que se incluyendo lo que sería la mano de obra directa, las cargas sociales anuales del personal empleado, y gastos indirectos del astillero que incluyan los que se carguen al buque.

Teniendo todos estos factores en cuenta, podemos considerar un valor de mano de obra igual a **30 €/h**. Para hallar las horas totales, se recurre a una serie de fórmulas para diversas partidas

3.- Casco

Las horas que se invierten en el casco son difíciles de estimar. Dependen no sólo del peso neto del barco, sino también de la complejidad de las formas, la existencia o no de bulbo, el empleo de aceros especiales, el número de cubiertas completas y la productividad del astillero.

De acuerdo con todos estos parámetros, se empleará una expresión para aproximar las horas requeridas para la elaboración, prefabricación y montaje del casco:

$$Hc = Kba * Pac * (1 + Kf(1 - Cf) * (1 + Kb)(1 + Ke * Ce) * (1 + Kc(Nc - 1)))$$

En la cual:

- Pac = Peso del acero = 24414,38 t
- Kba = Índice de mano de obra del casco, situado entre 20 y 100 h/t. Escogemos un valor medio de 60 h/t
- Kf = índice del coeficiente de forma, cuyo valor se sitúa alrededor de 0,3
- Cf = Coeficiente de forma, que en nuestro caso se coge el de bloque = 0,856
- Kb = Índice del bulbo. Al poseer bulbo nuestro barco, el valor es de 0,04
- Ke es el índice de complejidad del acero especial, del orden de 0,5
- Ce es el coeficiente de peso del acero especial, en nuestro caso sobre 0,8
- Kc = coeficiente del número de cubiertas = 0,05
- Nc = número de cubiertas fuera de la cámara de máquinas y zonas extremas = 5

La fórmula total nos queda:

$$Hc = 60 * 24414,38 * (1 + 0,3(1 - 0,856) * (1 + 0,04) * (1 + 0,5 * 0,8) * (1 + 0,05(5 - 1)))$$

Resultando en un número total de **1575429,24 horas**

Para calcular las horas correspondientes al resto de materiales del casco, se emplea la siguiente fórmula. $K1 = 2$ por tratarse de un buque de 2 hélices:

$$H_{pf} = 30 * L^{\frac{1}{3}} * T * K1 = 30 * 276^{\frac{1}{3}} * 25,75 * 2 = \mathbf{10059,23 \text{ horas}}$$

Las horas empleadas en los timones y accesorios se puede estimar mediante la ecuación:

$$H_{ti} = 100 * n^{\circ} \text{timones} * L_{\text{timón}} * H_{\text{timón}} = 100 * 2 * 6,94 * 8,3 = \mathbf{11520,4 \text{ horas}}$$

Se estiman 0,02 horas por metro cuadrado de superficie a preparar. Esto incluye la obra viva ($S_{ov} = 21852,603 \text{ m}^2$), la obra muerta ($S_{om} = 3994 \text{ m}^2$) y la superficie interior ($S_{int} = 27367,83$), resultando en 53214,5 metros cuadrados:

$$H_{ps} = 0,02 * S_t = 0,02 * 53214,5 = \mathbf{1064,3 \text{ horas}}$$

En el cálculo de la pintura y protección catódica, se emplea cada uno de los tipos de superficies por separado. Teniendo en cuenta que se aplican dos capas de pintura en cada una de las superficies ($N_{ov} = N_{om} = N_{si} = 2$) el cálculo nos queda:

$$H_{pi} = 0,25 * S_{OM} + (1 + 0,3 * N_{OM}) + 0,35 * S_{OV} * \frac{N_{OV}}{4} + 0,4 * S_I * N_I$$

$$\begin{aligned} H_{pi} &= 0,25 * 3994 + (1 + 0,3 * 2) + 0,35 * 21852,6 * \frac{2}{4} + 0,4 * 27367,83 * 2 = \\ &= 998,5 * 1,6 + 3824,2 + 21894,26 = \mathbf{27316,06 \text{ horas}} \end{aligned}$$

3.1- Equipo, armamento e instalaciones

Las horas estimadas que se emplean en los diversos equipos se calculan empleando las siguientes ecuaciones, todas ellas manejando datos ya conocidos.

- Equipos de fondeo y amarre:

$$H_{efa} = 27 * n^{\circ} \text{ anclas} * \text{peso ancla}^{0,4} = 27 * 3 * 13,5^{0,4} = \mathbf{229,4 \text{ horas}}$$

- Medios de salvamento:

$$H_{ms} = 300 + 1,5 * n^{\circ} \text{ tripulantes} = 300 + 1,5 * 30 = \mathbf{345 \text{ horas}}$$

- Habilitación de alojamientos:

$$H_{al} = 16 * S_{aljam} = 16 * 1859,6 = \mathbf{29753,6 \text{ horas}}$$

- Equipos de fonda y hotel:

$$H_{fh} = 115 * n^{\circ} \text{ trip} = 115 * 30 = \mathbf{3450 \text{ horas}}$$

- Equipos de Accionamiento en alojamientos:

$$H_{aa} = 2 * S_h = 2 * 1859,6 = \mathbf{3719,2 \text{ horas}}$$

- Equipos de navegación y comunicaciones: En el cuaderno 12 se calculó un total de 30 equipos, por lo que la fórmula será

$$H_{ms} = 330 * (N_e - 6) = 330 * (30 - 6) = \mathbf{7920 \text{ horas}}$$

- Medios de CI convencionales:

$$H_{aa} = 5,5 * L = 5,5 * 276 = \mathbf{1518 \text{ horas}}$$

- Equipos convencionales de la carga: En nuestro caso se trata de las grúas, tanto de provisiones como las de carga y descarga. Las fórmulas dependen de la capacidad de izado (15 t en las de carga y 6,3 en las de provisiones)

$$H_{grúas \text{ de carga}} = 290 * N_{GC} * SWL^{\frac{1}{3}} = 290 * 2 * 15^{\frac{1}{3}} = \mathbf{1430,4 \text{ horas}}$$

$$H_{grúas \text{ provisiones}} = 290 * 2 * 6,3^{\frac{1}{3}} = \mathbf{1071,21 \text{ horas}}$$

- Instalación eléctrica: En nuestro caso excluimos los motores propulsores al tratarse de un sistema diésel eléctrico.

$$H_{ie} = 4 * S_H + 6 * kW = 4 * 1859,6 + 6 * 830 = \mathbf{12418,4 \text{ horas}}$$

- Tuberías:

$$H_{tb} = 11 * BHP^{0,35} = 11 * 29500^{0,35} = \mathbf{403,5 \text{ horas}}$$

- Accesorios de equipo, armamento e instalaciones:

$$H = 80 * n^{\text{tripulantes}} + 56 * (L - 15) + 0,9 * L * (B + D) + 2 * L + 50 * N_{bo} + 100 * N_{pb} + 100 * N_{gm}$$

Nbo: Número de botes de servicio = 2

Npb: Número de pescantes de botes = 2

Ngm: Número de grúas de la cámara de máquinas = 1

Con estos factores, se emplean en los accesorios de armamento **36536 horas**

3.2- Maquinaria auxiliar de cubierta

- Equipo de gobierno:

$$H_{eg} = 33 * L^{\frac{2}{3}} = 33 * 276^{\frac{2}{3}} = \mathbf{1398,9 \text{ horas}}$$

- Auxiliares de fondeo y amarre: Con 2 molinetes (Nm) y 5 maquinillas de amarre (Nma) la fórmula nos queda:

$$H = L * (1,75 * N_M + 1,7 * N_{MA}) = 276 * (1,75 * 2 + 1,7 * 5) = \mathbf{3312 \text{ horas}}$$

3.3- Instalación propulsora

Las horas invertidas en las máquinas propulsoras puede estimarse según la potencia de placa de cada propulsor (18000 kW en nuestro caso), y el número de los mismos (2)

$$H = 10 * Pot. Placa^{\frac{2}{3}} * N_{mp} = 10 * 18000^{\frac{2}{3}} * 2 = \mathbf{13736,57 \text{ horas}}$$

Para la línea de ejes se emplea la potencia máxima en cada uno (18000 kW).

$$H = Kle * BHP * Nle$$

Kle es igual a 0,85 debido a que el motor tiene reductora.

Nle es el número de líneas de ejes, que en el caso de nuestro buque son 2.

Nos resultan un total de **30600 horas**

Las horas de trabajo correspondientes a la hélice pueden estimarse con la siguiente fórmula:

$$H = K1 + K2 * BHP * N^{\circ}hélices$$

Al tratarse de una hélice de paletas fijas, los coeficientes K1 y K2 valen 240 y 0,004, por lo que la fórmula queda:

$$H = 240 + 0,004 * 18000 * 2 = \mathbf{384 \text{ horas}}$$

3.4- Maquinaria auxiliar de la propulsión

Las horas empleadas en el montaje de los grupos electrógenos puede estimarse con la siguiente ecuación:

$$H = 52 * N^{\circ}gen * (Pot. gen)^{0,43} = 52 * 4 * 14400^{0,43} = \mathbf{12769 \text{ horas}}$$

Y en el generador de de emergencia, con un mínimo de 74 kW, costará

$$H = 52 * N^{\circ}gen * (Pot. gen)^{0,43} = 52 * 1 * 74^{0,43} = \mathbf{331 \text{ horas}}$$

Para los equipos de circulación, lubricación y refrigeración de los motores la fórmula empleada es la descrita a continuación, teniendo en cuenta que el coeficiente Kcrl es igual a 2250 para motores de 4 tiempos.

$$H = K_{crl} + 0,18 * BHP = 2250 + 0,18 * 14400 * 4 = \mathbf{12618 \text{ horas}}$$

Los equipos de arranque de motores basan su tiempo de instalación en las dimensiones de los compresores (200m³/h)

$$Ham = N^{\circ}co * (40 + 3,5 * Qco) = 2 * (40 + 3,5 * 200) = \mathbf{1480 \text{ horas}}$$

En los equipos de purificación, la expresión empleada es la siguiente:

$$H = (Kep + 0,56 * BHP_{Diésel}) * (N^{\circ}pa + N^{\circ}pf)$$

Siendo los factores empleados la potencia la generada en uno de nuestros motores (14400 kW), el coeficiente Kep = 300 para combustible pesado, y el número de purificadores de cada tipo. Esto resulta en:

$$H = (300 + 0,56 * 14400) * (4 + 4) = \mathbf{66912 \text{ horas}}$$

En los equipos generadores de vapor se tiene en cuenta el número de calderas y la capacidad de las mismas. En nuestro buque son 2 calderas de 40 t/h, por lo tanto:

$$H = 1000 * N_{qe} + 270 * (N_{qe} * Q_{qe}) = 1000 * 2 + 270 * (2 * 40) = \mathbf{23600 \text{ horas}}$$

Para los equipos de manejo de combustible, hay que considerar que se maneja combustible pesado, por lo que en la siguiente ecuación $K = 0,27$

$$H = K * BHP = 0,27 * 29500 = \mathbf{7965 \text{ horas}}$$

Las horas empleadas en los equipos auxiliares del casco pueden estimarse como:

$$H = 420 + 0,47 * L * (B + D) = \mathbf{10116,6 \text{ horas}}$$

Los equipos sanitarios pueden calcularse con la fórmula descrita a continuación.

$$H = K_1 * (280 + 8 * Q_A) + K_2 * (200 + 3,5 * n^{\circ} \text{ trip}) + \\ + K_3 * (410 + 3,9 * n^{\circ} \text{ trip}) + 400 * K_4$$

Nosotros disponemos de generador de agua dulce, grupo hidróforo, planta de tratamiento de aguas residuales e incinerador de residuos. Por tanto todos los coeficientes valen 1. Q_a es la capacidad del generador de agua dulce, 5t/día

$$H = (280 + 8 * 5) + (200 + 3,5 * 30) + (410 + 3,9 * 30) + 400 = \mathbf{1552 \text{ horas}}$$

Los ventiladores y elementos de desmontaje de la cámara de máquinas cuentan con la siguiente ecuación, en la cual $k_{Wa} = 950$ al emplearse de una viga carril.

$$H = 950 + 0,005 * 29500 = \mathbf{1097 \text{ horas}}$$

3.5- Cargos, pertrechos y respetos

Las horas totales de este concepto se estiman en:

$$H = K_1 * BHP^{\frac{2}{3}} + 2 * L + K_2$$

$K_1 = 0,8$ al ser nuestros motores de 4 tiempos.

$K_2 = 100$ dado que nuestro buque tiene hélice y eje de repuesto.

$$H = 0,8 * 29500^{\frac{2}{3}} + 2 * 276 + 100 = \mathbf{1363 \text{ horas}}$$

3.6- Instalaciones especiales

Las horas empleadas en instalar cada uno de los siguientes equipos se calculan con una serie de fórmulas:

Bombas de descarga:

$$H = 210 * K_1 * K_2 * N^{\circ} \text{ bombas}$$

K_1 vale 1,1 para bombas centrífugas

K_2 es igual a 1 con accionamiento eléctrico.

Al tener tres bombas, las horas totales son:

$$H = 210 * 1,1 * 1 * 3 = \mathbf{693 \text{ horas}}$$

Limpieza de los espacios de carga:

$$H = 0,15 * B * L^{1,05} = 0,15 * 49 * 276^{1,05} = \mathbf{2686,84 \text{ horas}}$$

Calentador de carga y bombas de circulación:

Alrededor de 80 horas por cada bomba de carga, dando un total de **240 horas**

Tuberías y valvulería de la carga:

Las horas pueden estimarse en un 17% de las de las bombas de descarga = **129,6 horas**

Instalaciones CI de carácter estructural:

$$H = 1000 + 0,4 * Sh = 1000 + 0,4 * 2324,47 = \mathbf{1929,8 \text{ horas}}$$

Instalaciones fijas de CI en cubierta

$$H = 0,39 * L^{1,1} * B = 0,39 * 276^{1,1} * 49 = \mathbf{9252,53 \text{ horas}}$$

Instalaciones rociadores en habilitación:

$$H = 0,35 * Sh = 0,35 * 2324,47 = \mathbf{813,56 \text{ horas}}$$

Detectores de incendios en cámara de máquinas y alojamientos:

$$H = 65 * K1 * (Lcm * Dcm * B)^{0,25} + 80 * K2 * N^{\circ}_{\text{cubiertas alojamientos}}$$

K1 es igual a 1 dado que la cámara de máquinas está desatendida. K2 vale 1 dado que existe detección de incendios en los alojamientos.

$$H = 65 * (25,6 * 23,25 * 49)^{0,25} + 80 * 4 = \mathbf{1169,43 \text{ horas}}$$

4.- Coste total de construcción

El coste de construcción total será la suma de los costes de equipos, materiales y gastos directos más el coste de mano de obra.

$$CC = 38880969,8 + 57910001,2 = 96790970,9\text{€}$$

A este valor hay que añadirle diversos gastos del astillero, entre los que se incluyen:

- Gastos de ingeniería: Ensayos de canal, proyecto contratado en el exterior...
- Clasificación, reglamentos y certificados: Sociedad de clasificación, inspección...
- Pruebas y garantía: Botadura, varada, garantía, ensayos...
- Armador y entrega
- Servicios auxiliares durante la construcción: Andamiaje, limpieza...
- Otros costos generales: Como el Seguro de construcción.

Pueden aproximarse estos gastos como un 2% del coste total del buque, resultando:

$$Gastos\ varios = 0,02 * 96790970,9 = \mathbf{1935819,42\text{€}}$$

$$Costes\ de\ construcción\ totales = CC + GV = \mathbf{98726790,32\text{€}}$$

5.- Beneficio industrial

El valor del beneficio industrial se expresa en un porcentaje del coste total, el cual varía dependiendo de la coyuntura de mercado, el cual se somete a ciclos acusados; pudiendo llegar a superar el 20% o llegando a un valor negativo en casos de depresión.

Para el buque del proyecto podemos estimar un valor medio de un 10% del coste de construcción.

$$Beneficio\ industrial\ (BI) = 0,1 * 98726790,32 = \mathbf{9872679\text{€}}$$

El coste total es la suma del coste de construcción y el beneficio industrial:

$$CT = 98726790,32 + 9872679 = \mathbf{108599469,3\text{€}}$$

6.- Evaluación económica del proyecto

A continuación se realizará un examen de la viabilidad de nuestro buque, tanto sin financiar como financiado. Se supondrá un contrato de fletamento por tiempo:

Actuaremos como fletante, poniendo a disposición de un fletador el buque armado y equipado en buenas condiciones de navegabilidad durante un tiempo a cambio de un precio (Flete).

El fletador asume la gestión comercial del buque, siendo por tanto quien asigne las cargas y las rutas a seguir por el buque. También debe hacer frente a los costes de viaje, correspondientes al combustible, la manipulación de la carga y a las tarifas de los puertos y canales.

Esto significa que en un fletamento por tiempo no es necesario calcular la ruta o los consumos que ejerce el buque, aunque tampoco se obtienen los beneficios directos de la venta de la carga.

El armador fletante retiene la gestión náutica, designando a la tripulación y responsabilizándose de la seguridad y mantenimiento del buque. También deberá hacer frente a los costes de explotación, denominados costes OPEX.

Para estimar la viabilidad de nuestro buque deberán tenerse en cuenta varios conceptos:

6.1- Ingresos

Los ingresos corresponderán a los fletes. En principio los fletes para este tipo de buques pueden estimarse como 60000\$/día de operación. (Valor medio de los fletes del 2004-2011) con ligeras variaciones según el mercado.

Los días de operación pueden estimarse como 355 días al año, por lo que los fletes ascenderían a una media de 21,3 millones de dólares al año.

Teniendo en cuenta que actualmente 1 dólar equivale a 0,85 euros, los ingresos nos dan a una media de **18330000 euros** al año.

Esta cifra varía con cada año, suponiendo en nuestro caso una disminución del 1% cada año para una estimación no excesivamente pesimista.

Al no haber costes variables, el total de las ventas es igual al Margen Bruto o Margen de beneficio.

6.2- Activo no corriente

Se define como Activo aquel recurso con valor que se posee con la intención de que genere un beneficio futuro, el cual puede no ser económico. El activo no corriente es la parte del activo que se hacen efectivos en un período superior a un año.

En nuestro caso tenemos los elementos del inmovilizado, aquellos bienes y derechos destinados de forma duradera a la actividad principal del proyecto.

Pueden distinguirse en:

- **Inmovilizado intangible:** Principalmente lo referente al abanderamiento, suponiéndose un coste del 0,02% de la construcción: **21719,9 euros**.
- **Inmovilizado material:** El coste de construcción del buque, dividido en tres plazos para mayor facilidad de pago.

6.2- Activo corriente

El activo corriente es aquel que puede convertirse en dinero en menos de doce meses, pudiendo destacar el dinero de un banco, las existencias o las inversiones financieras.

En nuestro caso ese último concepto es el que se tiene en cuenta, consistiendo principalmente en los deudores comerciales, los clientes por ventas.

El valor de esto varía cada año, y puede estimarse como:

$$AC = \text{Venta unitaria} * \frac{\text{Días que el cliente tiene para pagar}}{\text{Días de préstamo del servicio}}$$

En nuestro caso, con una venta media de 18330000 euros, 355 días de servicio y unos 30 días para el pago, tenemos una media al año de **1549014 euros**.

6.4- Pasivo corriente

Se conoce como Pasivo corriente a las deudas y obligaciones que una empresa adquiere a corto plazo para pagar su activo. En nuestro caso se aplica normalmente a los proveedores de coste de combustible, pero como armador no se consideran esos costes y se presuponen iguales a 0, por lo que el pasivo corriente no será considerado.

6.5- Fondo de maniobra e inversión en fondo de maniobra

Se entiende como fondo de maniobra a la diferencia entre el activo corriente y el pasivo corriente, y muestra una medida de la capacidad que tiene una empresa de continuar con el desarrollo de sus actividades y pagar deudas a corto plazo.

La inversión en fondo de maniobra es la diferencia entre el fondo de maniobra de un año y el del anterior. (Salvo el primer año, que se considera el total del mismo)

La suma del activo no corriente y la inversión en fondo de maniobra forman el Cash flow extraoperativo del proyecto (CFE), o el **Total de fondos absorbidos**.

6.6- Amortización contable

La amortización del buque representa el desgaste del inmovilizado material, mostrando una pérdida de valor que hay que recuperar.

El valor concreto depende de su coste, del valor residual y la vida útil del buque. El sistema a seguir será de amortización lineal:

$$\text{Amortización anual} = \frac{C_T - VR_g}{\text{Vida útil}}$$

- El Valor Residual puede estimarse como un 10% del Coste total
- La Vida Útil puede asumirse como unos 20 años, por lo que la fórmula queda:

$$\text{Amortización anual} = \frac{108599469,3 * (1 - 0,05)}{20} = \mathbf{4886976€}$$

6.7- Costes fijos de explotación (OPEX)

Esta sección se refiere principalmente a los gastos del armador. La inversión total a realizar por el armador consta del coste de adquisición del buque y de una serie de gastos en los que incurre. Estos gastos incluyen los siguientes apartados:

- Coste del estudio de la solicitud del crédito
- Aval por los tres primeros plazos del préstamo
- Gastos de constitución de la hipoteca
- Intereses intercalarios del crédito
- Impuestos de actos jurídicos documentados
- Abanderamiento, registro y notaría
- Inspección durante la construcción
- Otros costes varios

Según los índices de explotación de los últimos años, en este tipo de buques todos estos costes pueden aproximarse a una media de 11730\$/día.

Con 355 días funcionales al año, eso nos da un total de 4164150 \$/año, lo cual equivale a una media de gastos del armador de **3539527,5 €**

Por lo tanto, la media de los costes fijos desembolsables será de **8426504 €**

Cabe destacar el hecho de que estos costes pueden aumentar o disminuir dependiendo del año, por lo que supondremos un incremento constante de un 1% mientras dure el proyecto.

6.8- Beneficios, impuestos y flujo de caja operativo

El **Beneficio antes de impuestos (BAI)** es el resultado de restarle al margen bruto el total de los costes fijos. En un año eso nos da una media de **9903496 €**

El **Impuesto de sociedades** es una cantidad a pagar definida como un porcentaje sobre el beneficio antes de impuestos. En nuestro caso podemos estimar un 25%, que sobre la cantidad anterior nos quedarían **24475874 €**

El **Beneficio después de impuestos (BDI)** es auto explicativo, siendo la cantidad resultante de restar el impuesto de sociedades al BAI, resultando **7427622 €**

El **Flujo de Caja Operativo (CFO)** es la cantidad de dinero en efectivo que genera una empresa a través de sus operaciones. Este valor se obtiene sumando el valor de las amortizaciones al del beneficio antes de impuestos, resultando: **12314598 €**

6.9- Financiación

Se supondrá la financiación del 80% de la inversión fija (Es decir, el coste total del proyecto calculado anteriormente) resultando en una **Entrada** de 86879575,44 euros. A esta entrada hay que sumarle dos valores que se describirán a continuación:

- **Corretaje**: Comisión intermedia que se cobra por la gestión de la operación comercial, puede suponerse un valor del 0,1% de la entrada: **86879, 58€**
- **Comisiones**: Otros cobros posibles del banco. Suponiendo un valor del 1,5% de la entrada, obtenemos **1303193, 63 €**.

La **Devolución principal del crédito** se produce al año siguiente de la entrega, teniendo en cuenta que el tipo de interés es del 8% y de que se estima un período de préstamo de 10 años.

El **Escudo Fiscal** se refiere a la cantidad del impuesto de sociedades (25%) aplicado al interés, el cual debe quedar libre de impuestos.

Los resultados completos del flujo de dinero del crédito se mostrarán en el anexo de este cuaderno.

6.10- Conclusiones

Para sacar conclusiones, tendremos en cuenta tanto el CFE como el CFO en cada año, y se examinará la viabilidad tanto del proyecto sin financiar como del proyecto financiado. Los cálculos completos se mostrarán en el Anexo.

Para el estudio se tendrán en cuenta dos factores:

- **Valor Actual neto (VAN)**: es un criterio de inversión que consiste en actualizar los cobros y pagos de un proyecto a inversión para estimar la ganancia o pérdida del mismo. Si el VAN es mayor que 0, el proyecto generará beneficios, y de ser menor que 0, producirá pérdidas.

- **Tasa Interna de Retorno (TIR):** Muestra la rentabilidad de una inversión, siendo el porcentaje de beneficio y está muy relacionada con el VAN. Si el TIR es mayor que la tasa de descuento elegida para el VAN, el proyecto supera la tasa mínima de rentabilidad.
- **Período de recuperación:** Se refiere al período de tiempo requerido para recuperar el capital inicial de una inversión.

Los resultados de ambos tipos de proyecto se muestran en la siguiente tabla:

RESULTADOS		
Tipo de proyecto	Proyecto Sin Financiar (PSF)	Proyecto Financiado (PF)
VAN (€)	-13.089.271,00	14.678.827,12
TIR	0,00%	12,14%
Período de Recuperación (años)		15

Como puede observarse, el proyecto no financiado en las condiciones establecidas **no es viable** y conlleva una pérdida de dinero considerable. Un aumento del flete podría hacer el negocio rentable, pero es algo que escapa al control del armador.

El proyecto financiado, por otro lado, **demuestra ser viable** en las condiciones recogidas anteriormente y produce ganancias no desdeñables. Este deberá de ser el método a seguir en caso de que el buque se lleve a los astilleros, por ofrecer una mayor garantía de obtener beneficio.

7.- Bibliografía

1. JUNCO OCAMPO, Fernando. Libro de *“Proyecto de buques y artefactos. Criterios de Evaluación Técnica y Económica del proyecto de un Buque”*. Universidad de A Coruña, Escuela Politécnica Superior de Ferrol.
2. CARRAL COUCE, Luís Manuel. Apuntes de la asignatura *“Transporte marítimo”* Universidad de A Coruña, Escuela Politécnica Superior de Ferrol. Curso 2018-2013
3. BOUZA FERNÁNDEZ, María Sonia. Tutoría acerca de la Organización y Gestión de empresa.

Anexo: Tablas de evaluación económica

CASH FLOW EXTRAOPERATIVO DEL PROYECTO

Años	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
(A) ACTIVO NO CORRIENTE (ANC)	construcción		inicio vida útil																			
I. Inmovilizado intangible		0,02% de coste de construcción																				
Abanderamiento																						
(1) TOTAL INMOVILIZADO INTANGIBLE		-21.719,89																				
II. Inmovilizado material	-32.579.841	-43.439.788	-32.579.841																			
Construcción del buque	-30%	-40%	-30%																			
(2) TOTAL INMOVILIZADO MATERIAL	-32.579.841	-43.439.788	-32.579.841																			
(3) TOTAL GASTOS AMORTIZABLES (ACTIVO NO CORRIENTE)	-32.579.841	-43.461.508	-32.579.841																			
(B) ACTIVO CORRIENTE (AC)																						
I. Existencias																						
II. Deudores comerciales y otras cuentas a cobrar			de aquí al año 21																			
Clientes por ventas y prestaciones de servicios			1.549.014	1.533.524	1.518.189	1.503.007	1.487.977	1.473.097	1.458.366	1.443.782	1.429.345	1.415.051	1.400.901	1.386.892	1.373.023	1.359.292	1.345.699	1.332.243	1.318.920	1.305.731	1.292.674	1.279.747
Deudores varios																						
III. Efectivo y otros activos líquidos equivalentes			hasta año 21																			
Tesorería (caja (efectivo) y bancos c/c)			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(4) TOTAL ACTIVO CORRIENTE			1.549.014	1.533.524	1.518.189	1.503.007	1.487.977	1.473.097	1.458.366	1.443.782	1.429.345	1.415.051	1.400.901	1.386.892	1.373.023	1.359.292	1.345.699	1.332.243	1.318.920	1.305.731	1.292.674	1.279.747
(C) PASIVO CORRIENTE (PC)																						
I. Deudas a corto plazo																						
Deudas con entidades de crédito																						
II. Acreedores comerciales y otras cuentas a pagar																						
Proveedores			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(5) TOTAL PASIVO CORRIENTE			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(6) FONDO DE MANIOBRA (FM) = (4) - (5)			1.549.014	1.533.524	1.518.189	1.503.007	1.487.977	1.473.097	1.458.366	1.443.782	1.429.345	1.415.051	1.400.901	1.386.892	1.373.023	1.359.292	1.345.699	1.332.243	1.318.920	1.305.731	1.292.674	1.279.747
(7) INVERSIÓN EN FONDO DE MANIOBRA			-1.549.014	-15.490	-15.335	-15.182	-15.030	-14.880	-14.731	-14.584	-14.438	-14.293	-14.151	-14.009	-13.869	-13.730	-13.593	-13.457	-13.322	-13.189	-13.057	-12.927
(8) CASH FLOW EXTRAOPERATIVO DEL PROYECTO (CFE) Ó TOTAL DE FONDOS ABSORBIDOS (3)+(7)	-32.579.841	-43.461.508	-34.128.855	-15.490	-15.335	-15.182	-15.030	-14.880	-14.731	-14.584	-14.438	-14.293	-14.151	-14.009	-13.869	-13.730	-13.593	-13.457	-13.322	-13.189	-13.057	-12.927
	Construcción		In vida útil																			

CLASH FLOW OPERATIVO

Años	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
(9) VENTAS			18.330.000	18.146.700	17.965.233	17.785.581	17.607.725	17.431.648	17.257.331	17.084.758	16.913.910	16.744.771	16.577.323	16.411.550	16.247.435	16.084.960	15.924.111	15.764.870	15.607.221	15.451.149	15.296.637	15.143.671
(10) COSTES VARIABLES			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(11) MARGEN BRUTO			18.330.000	18.146.700	17.965.233	17.785.581	17.607.725	17.431.648	17.257.331	17.084.758	16.913.910	16.744.771	16.577.323	16.411.550	16.247.435	16.084.960	15.924.111	15.764.870	15.607.221	15.451.149	15.296.637	15.143.671
(12) COSTES FIJOS DESEMBOLSABLES			-3.539.528	-3.574.923	-3.610.672	-3.646.779	-3.683.247	-3.720.079	-3.757.280	-3.794.853	-3.832.801	-3.871.129	-3.909.840	-3.948.939	-3.988.428	-4.028.312	-4.068.596	-4.109.282	-4.150.374	-4.191.876	-4.233.797	-4.276.135
(13) AMORTIZACIONES			-4.886.976	-4.886.976	-4.886.976	-4.886.976	-4.886.976	-4.886.976	-4.886.976	-4.886.976	-4.886.976	-4.886.976	-4.886.976	-4.886.976	-4.886.976	-4.886.976	-4.886.976	-4.886.976	-4.886.976	-4.886.976	-4.886.976	-4.886.976
(14) TOTAL COSTES FIJOS (12)+(13)			-8.426.504	-8.461.899	-8.497.648	-8.533.755	-8.570.223	-8.607.055	-8.644.256	-8.681.829	-8.719.777	-8.758.105	-8.796.817	-8.835.915	-8.875.404	-8.915.289	-8.955.572	-8.996.258	-9.037.350	-9.078.854	-9.120.773	-9.163.111
(15) BENEFICIO ANTES DE IMPUESTOS (BAI) (11)+(14)			9.903.496	9.684.801	9.467.585	9.251.826	9.037.502	8.824.593	8.613.075	8.402.929	8.194.133	7.986.666	7.780.507	7.575.635	7.372.030	7.169.672	6.968.539	6.768.612	6.569.870	6.372.295	6.175.864	5.980.560
(16) IMPUESTO DE SOCIEDADES			-2.475.874	-2.421.200	-2.366.896	-2.312.956	-2.259.376	-2.206.148	-2.153.269	-2.100.732	-2.048.533	-1.996.666	-1.945.127	-1.893.909	-1.843.008	-1.792.418	-1.742.135	-1.692.153	-1.642.468	-1.593.074	-1.543.966	-1.495.140
(17) BENEFICIO DESPUÉS DE IMPUESTOS (BDI) (15)+(16)			7.427.622	7.263.601	7.100.689	6.938.869	6.778.127	6.618.444	6.459.806	6.302.197	6.145.600	5.989.999	5.835.380	5.681.726	5.529.023	5.377.254	5.226.404	5.076.459	4.927.403	4.779.221	4.631.898	4.485.420
(18) CASH FLOW OPERATIVO (CFO) (17)-(13)			12.314.596	12.150.577	11.987.663	11.825.845	11.665.103	11.505.421	11.346.783	11.189.177	11.032.576	10.876.976	10.722.356	10.568.703	10.415.999	10.264.230	10.113.380	9.963.435	9.814.379	9.666.197	9.518.874	9.372.396

