UNIVERSIDADE DA CORUÑA

Escuela Politécnica Superior

Trabajo Fin de Grado

CURSO 2021/22

BUQUE TANQUE VLCC DE 285.000 TPM

Grado en Ingeniería Naval y Oceánica

ALUMNO

ESTEBAN AMRTÍNEZ DE LA COLINA VILARIÑO

TUTOR

MARCOS MÍGUEZ GONZÁLEZ

FECHA

AGOSTO 2022

TÍTULO Y RESUMEN

1.1 CASTELLANO

El buque proyectado en este trabajo tiene como fin el transporte de grandes cantidades de crudo. Se trata de un buque VLCC capaz de trasportar, según los requisitos previos de anteproyecto, 285000 toneladas de peso muerto. En estos cuadernos se realiza una primera aproximación con cierto grado de detalle del diseño, la construcción, el equipamiento y la viabilidad económica de un proyecto de estas características.

1.2 GALEGO

O buque proxectado niste traballo ten como finalidade o transporte de grandes cantidades de crudo. Trátase dun buque VLCC capaz de transportar, segundo os requisitos previos de anteproxecto, 285000 toneladas de carga. Nistos cuadernos realizarase unha primeira aproximación con certo grado de detalle do diseño, a construcción, o equipamento e máis a viabilidade económica dun proxecto distas características.

1.3 ENGLISH

The projected vessel in this assignment has the mission of transporting very large volumes of crude. It consist in a Very Large Crude Carrier able to handle, according to Previous Anteproject Requisits, with 285000 deadweight tonnes. In this booklets a first close iteration for the ship´s design, construction, equipment and economic viability is done.

UNIVERSIDADE DA CORUÑA

Escola Politécnica Superior

TRABAJO FIN DE GRADO

CURSO 2021/22

BUQUE TANQUE VLCC DE 285.000 TPM

Grado en Ingeniería Naval y Oceánica

CUADERNO 13

PRESUPUESTO DE CONSTRUCCIÓN DEL BUQUE Y ESTUDIO DE VIABILIDAD ECONÓMICA

ÍNDICE

Título y Resumen *2*
1.1 CASTELLANO **2**
1.2 GALEGO **2**
1.3 ENGLISH **2**
Índice *4*
1 RPA *6*
2 INTRODUCCIÓN *7*
3 Definición de la operativa del buque *8*
4 Presupuesto del coste de construcción del buque *9*
4.1 Coste de Materiales **9**
4.1.1 Coste del Casco 9
4.1.2 Coste del Equipo, Armamento e Instalaciones 11
4.1.3 Maquinaria 15
4.1.4 Instalación Propulsora 16
4.1.5 Maquinaria Auxiliar de Propulsión 16
4.1.6 Cargos y Respetos 18
4.1.7 Instalaciones Especiales 19
4.1.8 Tabla Resumen de los Costes de Materiales 21
4.2 Coste de la Mano de Obra **23**
4.2.1 Casco 23
4.2.2 Equipo, Armamento e Instalaciones 24
4.2.3 Maquinaria Auxiliar de Cubierta 25
4.2.4 Instalación Propulsora 26
4.2.5 Maquinaria Auxiliar de la Propulsión 26
4.2.6 Tabla Resumen de Horas Mano de Obra 29
5 Coste de construcción *31*
6 Beneficio industrial *32*
7 Coste de adquisición *33*
8 Evaluación económica *34*
8.1 Ingresos **34**
8.2 Costes de Explotación del Buque **35**
8.2.1 Costes Fijos 35
8.2.2 Costes Variables 35
8.2.3 Amortización 35
8.3 Estudio de Viabilidad sin Financiar **36**
8.3.1 Flujo de caja 37

8.3.2 Cálculo de VAN y TIR 37

8.4 Estudio de Viabilidad Financiada 38

9 Bibliografía 39

1 RPA

GRADO EN INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA

TRABAJO FIN DE GRADO

CURSO 2021-2022

PROYECTO NÚMERO

TIPO DE BUQUE: VLCC de 285000 DWG

CLASIFICACIÓN, COTA Y REGLAMENTOS DE APLICACIÓN: DNV GL, SOLAS Y MARPOL

CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA: CRUDO

VELOCIDAD Y AUTONOMÍA: 14,5 knots

SISTEMAS Y EQUIPOS DE CARGA / DESCARGA: Bombas para carga y descarga de tanques

PROPULSIÓN: Motor Diesel acoplado a una hélice de paso fijo

TRIPULACIÓN Y PASAJE: 35 tripulantes

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

Ferrol, 1 Diciembre 2021

ALUMNO/A: **D. Esteban Martínez de la Colina Vilariño**

2 INTRODUCCIÓN

En este cuaderno se procederá a realizar el cálculo del presupuesto de construcción del buque y se realizará un estudio de viabilidad económica.

La construcción de un buque de las características del de proyecto siempre es un proceso muy lento y prolongado en el tiempo. Esto supone que durante este tiempo ocurran numerosas variaciones en los precios de los materiales, de la mano de obra, de los transportes, etc Todo esto hace que traducir a costes todos los procesos que se llevan a cabo durante la construcción de un buque de estas características no resulte una tarea sencilla.

A continuación, se muestran los parámetros finales que definen al buque proyectado:

Características Principales del Buque			
Peso Muerto	TPM	285.000	ton
Eslora entre perpendiculares	Lpp	319,12	m
Manga	B	60	m
Calado	T	22,37	m
Puntal	D	29,6	m
Desplazamiento	Δ	369.520	ton
Coeficiente de Bloque	Cb	0,826	
Coeficiente Prismático	Cp	0,829	
Coeficiente de la Maestra (Kerlem)	Cm	0,996	
Velocidad de Servicio	Vs	14,5	knots
Potencia	Pot	42.390	kW
Revoluciones Hélice	RPM	72	rev/m

3 DEFINICIÓN DE LA OPERATIVA DEL BUQUE

Como se ha definido en el Cuaderno 1, el buque proyectado tiene como misión fundamental el transporte de crudo desde el Golfo Pérsico hasta el norte de Europa. Además, el buque es capaz también de abastecer con crudo a los países asiáticos.

El más largo de estos viajes, curiosamente el del Norte de Europa, supone un total de alrededor de 8400 nm.

4 PRESUPUESTO DEL COSTE DE CONSTRUCCIÓN DEL BUQUE

El coste de construcción de un buque se divide en:

- Coste de Materiales
- Coste de Mano de Obra
- Costes Varios del Astillero

Una vez se haya calculado el coste de construcción del buque siguiendo estos tres grandes grupos, se le descontarán las ayudas en concepto de primas al sector naval y se le añadirá un porcentaje de beneficio industrial.

4.1 Coste de Materiales

Se divide en los siguientes subgrupos:

- Casco
- Equipo, armamento e instalaciones
- Maquinaria Auxiliar de cubierta
- Instalación Propulsora
- Maquinaria Auxiliar de la Propulsión
- Cargos y Respetos
- Instalaciones Especiales

4.1.1 Coste del Casco

4.1.1.1 Acero Laminado y Perfiles

El coste unitario del acero laminado de calidad A, con sus respectivos recargos por longitud y anchura se fija en 450 €/ton.

Con una primera aproximación se puede suponer que:

$$Peso\ bruto = Peso\ neto \times 1{,}15$$

El peso neto es el peso de aceros calculado en el cuaderno 2, que toma un valor de 36952 toneladas.

$$Peso\ bruto = 55528\ ton$$

Este peso bruto representa el peso tal de aceros adquiridos para la construcción del buque. En él se tiene en cuenta recortes, desechos y demás piezas de acero que nunca llegaron a formar parte del buque en sí.

Entonces:

$$\boldsymbol{C_{acero} = Peso\ bruto\ acero \times Coste\ unitario\ acero = 24.942.600}\ €$$

4.1.1.2 Piezas Fundidas y Forjadas

Su coste puede estimarse de la siguiente manera:

$$\boldsymbol{C_{ff} = 4 \times L \times D = 4 \times 319 \times 30 = 38.280}€$$

4.1.1.3 Materiales Auxiliares de Construcción del Casco

Se estima que por cada tonelada el coste será de 50€.

$$\boldsymbol{C_{Maux} = 50 \times 36952 = 1.847.600}€$$

4.1.1.4 Timón y accesorios

Su coste viene de la siguiente expresión:

$$C_{timón} = 40 \times L_{timón}^2 \times H_{timón}$$

La eslora del timón, diseñado en el cuaderno 6, es de 7,5 metros y la altura de 17,997m.

Por lo que:

$$\boldsymbol{C_{timón} = 40.493}\ €$$

4.1.1.5 Preparación de Superficies

Se debe distinguir el coste unitario de:

- Imprimación = 2€/m2
- Granallado de superficioes externas = 8€/m2
- Granallado de superficies internas = 15€/m2

El valor de la superficie externa se obtiene de maxsurf, ejecutando el equilibrio para un calado cercano al puntal total del buque. Por lo tanto:

$$S_{externa\ del\ casc} = 35.578.84\ m2$$

Siendo su coste:

$$C_{superf\ externa} = S_{externa\ del\ casco} \times 8 = 284.630{,}72€$$

El valor de a superficie interna se estima con un buque similar.

$$S_{interna\ del\ casco} = 31.000\ m2$$

Siendo su coste:

$$C_{superf\ externa} = S_{interna\ del\ casco} \times 15 = 465.000€$$

Por lo tanto el coste total de preparación de superficies, que viene de sumar el coste de preparación de superficies internas y externas será de:

$$\boldsymbol{C_{Preparación\ de\ Superficies} = 750.307{,}2}€$$

4.1.1.6 Pintura y control de corrosión

- Pintura de la obra viva

Se considera que la obra viva del buque lleva una capa de pintura de epoxi (espesor de 350 micrometros y un precio de 0,011€/m2) y otra de patente autopulimentante.(espesor de 150 micrometros y un precio de 0,022€/m2). Siendo la obra viva del buque 29584,82 m2 sacadas de maxurf.

$$C_{pintura\ obra\ viva} = S_{obra\ viva} \times (E_{epoxi} \times C_{epoxi} + E_{autopuliment} \times C_{autopuliment})$$

$$\boldsymbol{C_{pintura\ obra\ viva} = 211.531{,}46}\ €$$

- Pintura de la obra muerta

Se considera que la obra muerta el buque lleva una capa de pintura de epoxi y otra de clorocaucho (105 micrometros y 0,013€/m2). La superficie de la obra muerta viene de restar la superficie de obra viva a la superficie exterior del casco total, ambas calculadas del maxsurf.

$$S_{obra\ muerta} = S_{exterior\ casco} - S_{obra\ viva} = 5993{,}18m2$$

Y por lo tanto:

$$\boldsymbol{C_{pintura\ obra\ muerta} = 31.254{,}43}\ €$$

- Pintura interior del casco:

En esta partida se supone que la superficie interior del casco, que únicamente lleva una capa de pintura epoxi. Siendo la superficie interior 31.000 m2 tomados anteriormente de un buque de referencia.

$$\boldsymbol{C_{pintura\ interior} = 31000 \times (350 \times 0,011) = 119.350€}$$

- Pintura de tuberías:

Se estima de la siguiente forma:

$$C_{pintura\ tuberías} = 0{,}18 \times (0{,}057 \times BHP + 0{,}18 \times L) \times K$$

Donde:

- BHP = 56845,9
- L = 319 m
- K= 4,8 que es el valor del coeficiente en función del tipo de pintura. En este caso será pintura dezinc-epoxi.

Por lo tanto:

$$\boldsymbol{C_{pintura\ tuberías} = 2.849,16\ €}$$

- Galvanizado y cementado:

Se aproxima a 7,5% del coste total del pintado del casco (obras viva y muerta e interior). Por lo tanto:

$$\boldsymbol{C_{galvanizado\ y\ cementado} = 7,5\%\ de\ 362.135€ = 27.160€}$$

- Protección catódica

Se calcula a raíz de la siguiente expresión que depende de la superficie ojada del buque:

$$\boldsymbol{C_{protecc.catódica} = 1,15 \times S_{mojada} = 1,15 \times 28584,82 = 22.522,54\ €}$$

4.1.2 Coste del Equipo, Armamento e Instalaciones

4.1.2.1 Equipos de fondeo, Amarre y Remolque

- Anclas:

EL coste de las anclas se establece en base a un coste unitario por peso del ancla de 2500€/ton. Se recuerda del cuaderno 12 que el buque va equipado con dos anclas de 27500 kg cada una.

$$\boldsymbol{C_{anlcas} = 2 \times 27,5 \times 2500 = 137.500€}$$

- Cables, cadenas y estachas:

Se estima mediante la siguiente fórmula:

$$C_{EE} = 0{,}015 \times K \times d^2 \times L_c$$

Donde:

- K = 0,305 que es el coeficiente de acero de alta resistencia
- D = 132 mm que es el diámetro de la cadena
- Lc = 770 m que es largo de cadena divido en 14 largos de cadena a cada banda

Por lo tanto:

$$\boldsymbol{C_{CCE} = 61.380,39€}$$

4.1.2.2 Medios de Salvamento

- Botes Salvavidas

El coste de los botes va definido en función del número de personas para las que dan cabida.

Siendo:

- N el número de botes que en el caso del buque de proyecto se sabe que es 2 del Cuaderno 12.
- K es el coste unitario de los botes cerrados a motor contraincendios que es de 4500€-
- Npersonas es el número de personas que tienen los botes de capacidad, en el caso de os instalados en el buque de proyecto se sabe del cuaderno 12 que son 40 personas por bote.

$$C_{botes} = N \times K \times N_{personas}^{2/3} = 105.264{,}63\ €$$

- Balsas salvavidas

$$C_{balsa} = N_{balsas} \times K_{basa} \times N_{personas}^{1/3}$$

Donde:

- N balsa es 5 (número de balsas)
- Kbalsa es 1200€ es el coste unitario de la balsa
- Npersonas es 18 que es la capacidad de personas por balsa.

$$\boldsymbol{C_{balsa} = 15.724€}$$

- Dispositivos individuales de salvamento

Aquí se tienen en cuenta los costes de los aros salvavidas, los chalecos, las señales, los lanzacabos y el resto de los elementos de salvamento.

$$\boldsymbol{C_{elementossalvamento} = 2500 + 30 \times N_{tripulantes} = 2500 + 30 \times 35 = 3550\ €}$$

4.1.2.3 Habilitación y alojamientos

El coste de habilitación y alojamiento se define mediante la siguiente expresión:

$$C_{habilitación} = K_{habilitación} \times S_{habilitación}$$

- K habilitación = 400€/m2 que es un coeficiente en relación a la calidad de la habilitación.
- S habilitación = 1345,3 m2 medidos del plano CAD de la disposición general.

Por lo tanto:

$$C_{habilitación} = 538.120€$$

El coste de las horas de instalación se calcula empleando e ratio 16h/m3 con un coste de 30€/h, Por lo que el coste total de la habilitación será:

$$\boldsymbol{C_{Total\ habilitación} = C_{habilitación} + C_{hora} = 2.474.920€}$$

4.1.2.4 Equipos de Fonda y Hotel

- Cocina y oficios:

$$C_{cocina\ y\ oficios} = K_{cocina\ y\ oficios} \times N = 14.700€$$

Siendo:

K un coeficiente que toma valor 420.

N = 35 tripulantes que van a bordo del buque.

- Gambuzas frigoríficas:

La expresión que se emplea para el cálculo del coste es la siguiente.

$$C_{Gambuzas\ frigoríficas} = 1800 \times V^{2/3} = 1800 \times (46,8 \times 3)^{2/3} = 48.623,98€$$

El área de gambuzas refrigeradas se obtiene de los planos cad de la disposición general.

- Lavandería y varios.

Se estima un coste por tripulante de 240€, y como hay 35 tripulantes.

$$C_{lavandería\ y\ varios} = 8.400€$$

4.1.2.5 Equipos de Navegación y Comunicaciones

- Equipos de Navegación

Se obtiene estos costes del libro “Proyectos del buque y artefactos. Criterios de evaluación técnica y económica de un buque” de Fernando Junco Ocampo.

Equipo	Coste Mínimo	Coste Máximo
Compás magnético	1200	2700
Compás giroscópico	12000	42000
Piloto automático	6000	6000
Radar de movimiento verdadero	51600	51600
Radar de movimiento relativo	4800	15000
Radiogoniómetro	1800	7800
Receptor de cartas	3900	4800
Corredera	2400	7800
Sonda	2850	4200
Sistema navegación por satélite	3000	7200
TOTAL EQUIPOS NAVEGACIÓN	89550	149100
Valor MEDIO	**119325**	

Por lo tanto:

$$C_{equipos\ nevagación} = 119.325€$$

4.1.2.6 Medios Contraincendios

- Instalaciones sofocadoras fijas en cámara de máquinas

El coste de los medios contraincendios en cámara de máquinas cuando no tiene que atender las necesidades de bodegas:

$$C_{IM} = 8{,}4 \times L_{Camara\ máquinas} \times B \times D_{cámara\ maáquinas}$$

Donde se sabe que:

- Lccmm es 32m
- B es 30m
- D son otros 30m

$$\boldsymbol{C_{IM} = 241.920€}$$

- Equipos de detección de incendios

Para esta estimación también se emplean las dimensiones de la cámara de máquinas. Aparecen dos coeficientes más. K que toma un valor de 1 y Nch que toma un valor de 6 siendo el número de cubiertas dedicadas a la zona de habilitación.

$$\boldsymbol{C_{DI} = 8 \times K \times L_{CCMM} \times B \times D + 12 \times K \times N_{CH} = 230.4720€}$$

4.1.2.7 Equipos convencionales de servicio de carga

El coste de la grúa se estima según la siguiente expresión:

$$C_{servicios\ de\ carga} = 2.520 \times SWL^{0,765} \times {L_g}^{0,85}$$

Donde:

- SWL es 1,2 toneladas. La carga de trabajo de la grúa.
- Lg = 5 m la longitud de la pluma de la grúa

Por lo tanto:

$$C_{servicios\ de\ carga} = 2.520 \times 1{,}2^{0,765} \times 5^{0,85}$$

$$\boldsymbol{C_{servicios\ de\ carga} = 11.378{,}9\ €}$$

4.1.2.8 Instalación eléctrica

Se estima en función de la potencia de los grupos electrógenos_

$$C_{Instalación\ Eléctrica} = 481 \times kW^{0,77}$$

Donde:

- kW =12960 + 8640 + 4320= 25920 kW que es la potencia eléctrica total instalada en el balance eléctrico del cuaderno 11.

Por lo tanto:

$$C_{instalación\ eléctrica} = 1.204.048{,}62€$$

4.1.2.9 Tuberías

Se estima mediante la siguiente expresión:

$$C_{tuberías} = 2.705 \times (0{,}015 \times L_{CCMM} \times B \times D_{CCMM} + 0{,}18 \times L) + K_t \times BHP + 1{,}5 \times (3 \times L_{CCMM} \times B \times D_{CCMM} + Q_B + 4 \times S_h)$$

Donde:

- Kt = 8 es un coeficiente que indica que el motor principal quema combustible pesado
- Qb = 326419,77 m3 es el volumen de bodegas
- Sh = 1345,3 m2 es la superficie de la habilitación

Por tanto:

$$\boldsymbol{C_{tuberías} = 1.083.391{,}38\ €}$$

4.1.2.10 Accesorios de Equipos, Armamentos e instalaciones

Es el coste del cómputo total de puerta, ventanas, portillos, escaleras, pasamanos, candeleros, escotillas. El sumatorio de todas las fórmulas que calculan estos costes hacen un total de:

$$C_{Accesorios\ EAI} = 953.826€$$

4.1.3 Maquinaria

4.1.3.1 Equipo de gobierno

- Servomotor:

$$C_{SM} = 3.700 \times M^{2/3}$$

Donde M es la potencia del servo, por lo tanto:

$$C_{Servomotor} = 297.456\ €$$

4.1.3.2 Equipos de Amarre y Fondeo

- Molinete:

El coste de cada unidad de los molinetes es función del diámetro de la cadena del ancla en mm:

$$C_M = N_M \times 300 \times d^{1,3}$$

$$C_M = 2 \times 300 \times 132^{1,3}$$

$$C_M = 342.686,8\ €$$

- Chigre:

$$C_{CHIGRE} = N_{CHIGRE} \times 7800 \times T_a^{\frac{2}{3}}$$

Donde Ta es la tracción, de 24,75 ton. Teniendo 6 chigres:

$$C_{CHIGRE} = 6 \times 7800 \times 24,75^{\frac{2}{3}}$$

$$C_{CHIGRE} = 397.462,4\ €$$

4.1.4 Instalación Propulsora

4.1.4.1 Motor Propulsor

El coste del motor propulsor se obtiene en función del número de cilindros, su diámetro y las revoluciones de régimen del motor. Se emplea la siguiente fórmula

$$C_{MP} = 2292 \times {N_C}^{0,75} \times {d_{cil}}^{0,9}$$

Donde:

- Nc = 9 es el número de cilindros
- Dcl = 950mm es el diámetro de los cilindros

Por lo tanto:

$$\boldsymbol{C_{MP} = 5.699.644.13}€$$

4.1.4.2 Líneas de Ejes

Se estima un coste total de la línea de ejes incluyendo acoplamientos y embragues, ejes y chumaceras, bocinas y cierres, y freno y torsiómetro de:

$$\boldsymbol{C_{Linea\ Ejes} = 491.652}€$$

4.1.4.3 Hélice

Se toma un valor de 8000€/ton como coste unitario. Este valor puede variar en función de la aleación que se emplee para la hélice.

El peso de la hélice se obtiene de la siguiente expresión:

$$P_{Hélice} = 0{,}08 \times D^3_{hélice} = 0{,}08x10{,}31^3 = 87{,}63\ ton$$

Por lo tanto:

$$\boldsymbol{C_{Hélice} = P_{Hélice} \times 8000 = 701.384,18}\ €$$

4.1.5 Maquinaria Auxiliar de Propulsión

4.1.5.1 Grupos Electrógenos

- Generadores

$$C_{GEN.AUX.} = \left(252 \times {D_{cil}}^{2,2} \times \frac{{Nc}^{0,8}}{rpm} + 2.400 \times \left(\frac{kWg}{rpm}\right)^{\frac{2}{3}}\right) \times N^{o}_{gen}$$

Donde:

- Dcil es el diámetro del cilindro que es de 320 mm
- Nc es el número de cilindros que en este caso es de 9
- Rpm son las revolucioes que en este caso son 750 rpm
- kWg es la potencia generada que toma un valor de 3840 kW
- N gen es el número de generadores que es iguala 3

Por lo tanto:

$$\boldsymbol{C_{Gen.Aux.} = 1.918.900,27}\ €$$

- Generador de emergencia

Se emplea la misma fórmula que en anterior caso, pero esta vez:

- Dcil = 320 mm
- Nc= 8
- Rpm= 750
- kWg=1184 kW
- N= 1 generador

Entonces:

$$C_{Gen\ Emergencia} = 578.880,98€$$

4.1.5.2 Equipo de Circulación, refrigeración, y lubricación de la planta propulsora y auxiliares

$$C_{CRL} = (K_1 + K_2) \times BHP$$

Donde:

- k1 = 1,2 en motores de 2 tiempos como es el caso del buque de proyecto
- k2= 1
- BHP = 56845,9 kW

Entonces:

$$C_{CRL} = 125.060,98€$$

4.1.5.3 Equipos de manejo de combustibles

$$C_{MC} = 44 \times N_{bt} \times Q_{bt} + 2{,}1 \times BHP$$

Donde:

- $N_{bt} = 2$ es el número de bombas de trasiego.
- $Q_{bt} = 72\ m^3/h$ es la capacidad de cada una de las bombas de trasiego.

Por tanto:

$$C_{MC} = 44 \times 2 \times 72 + 2{,}1 \times 55.276{,}02$$

$$C_{MC} = 122.415,7\ €$$

4.1.5.4 Bombas de Lastre y Sentinas

$$C_{LSCI} = 600 \times N_{bs} \times Q_{bs}^{\frac{1}{3}} \times K_1 + 960 \times N_{CI} \times Q_{CI}^{\frac{1}{3}} \times K_2 + 960 \times Q_{CI}^{\frac{1}{3}} \times K_3 + 1100 \times Q_{bs}^{\frac{1}{3}} \times K_4$$

Donde:

- K1= 3 para GT>400
- K2=3 para GT>400
- K3=4 para GT>400
- K4=1 para GT>400
- Nbs= 3 que es número de bombas de sentinas
- Qbs = 200 m3/h es el caudal unitario de las bombas de sentinas
- Ncl = 8
- Qcl = 400 m3/h

Por lo tanto:

$$C_{LSCI} = 236.065,8€$$

4.1.5.5 Separador de Sentinas

Se estima un coste de:

$$C_{separador\ de\ sentinas} = 80.000\ €$$

4.1.5.6 Equipos Sanitarios

- Generador de Agua Dulce

Se estima su coste conforme a la capacidad de este. Como Q=18 ton/día, se obtiene que:

$$C_{gen\ agua\ dulce} = 1385 \times Q = 24.930\ €$$

- Plnatar TAR

Se estima según el número de personas que vayan a bordo. Como van 35 tripulantes, entonces:

$$C_{TAR} = 2640 \times N\ Personas^{0,4} = 10.945,39\ €$$

- Grupo Hidrófobo

$$C_{grupo\ hidrófobo} = 660 \times N\ Personas^{0,5} = 3.904,61€$$

- Incinerador

$$C_{incinerador} = 11400 \times N\ Personas^{0,2} = 23.212,32\ €$$

4.1.6 Cargos y Respetos

4.1.6.1 Hélice de Respeto

Cuesta lo mismo que la original. Es decir:

$$C_{Hñelice\ Respeto} = 701.384€$$

4.1.6.2 Línea de Ejes de Respeto

Cuento lo mismo que la original. Es decir:

$$C_{línea\ ejes\ respeto} = 492.652€$$

4.1.7 Instalaciones Especiales

4.1.7.1 Equipos especiales de los Servicios de Carga

- Bombas de Descarga:

$$Q_{bc} = 30 \times K_1 \times K_2 \times {Q_B}^{0,82} \times {H_D}^{0,5} \times N_B$$

Donde:

- K1=1 es un coeficiente que dice que las bombas son accionadas mediante corriente eléctrica
- K2= 1 es un coeficiente que indica el acero constructivo de las bombas, en este caso, hacer normal.
- Qb=1666,66 m3/h es el caudal de las bombas de descarga
- Hd= 521 mca es la altura de descarga
- Nb= 15 es el número de bombas

Por lo tanto:

$$\boldsymbol{C_{Qbc} = 9.456.504,35\ €}$$

- Equipos de accionamiento de los Espacios de Carga

$$C_{aec} = 24 \times {Q_t}^{\frac{2}{3}} \times N_b$$

Donde:

- Qt=326419,77 m3 es el espacio de carga en bodegas
- Nb = 3 es el número de bombas

Por lo tanto:

$$\boldsymbol{C_{aec} = 341.336,54€}$$

4.1.7.2 Instalaciones y equipos de automatización, telecontrol y alarma

- Dispositivos de automatización y control reglamentarios.

Se obtiene con la siguiente expresión.

$$C_{AC} = 3240 \times K_1 \times BHP^{\frac{1}{3}}$$

Siendo:

- K1=1,5 el factor que depende del grado de automatización
- BHP=56845,9 CV

Se obtiene:

$$\boldsymbol{C_{AC} = 186,868,45\ €}$$

- Cabina y Puestos de Control

Se define mediante la siguiente fórmula:

$$C_{CPC} = 1080 \times {S_{CC}}^{0,85}$$

Donde:

-Scc = 50,42 m2 es el área de la sala de control de máquinas tomado de los planos en cad.

Por lo tanto:

$$\boldsymbol{C_{CPC} = 6.818,27€}$$

- Restantes de equipos de automatización y control

Se estima un coste de:

$$\boldsymbol{C_{restantes\ a\ c} = 30.000€}$$

4.1.7.3 Instalaciones y equipos especiales de seguridad

- Planta de Gas Inerte

$$C_{pgi} = 9000 \times {Q_{gi}}^{0,38}$$

Donde:

- Qgi es el caudal máximo del sistema 25000 m3/h

Por lo tanto:

$$\boldsymbol{C_{pgi} = 422.143,12€}$$

4.1.8 Tabla Resumen de los Costes de Materiales

COSTES DE MATERIALES		
COSTE DEL CASCO	Acero Laminado y Perfiles	**24.942,60 €**
	Piezas Fundidas y Forjadas	**38.280,00 €**
	Materiales Auxiliares de Construcción del Casco	**1.847.600,00 €**
	Timón y Accesorios	**40.493,00 €**
	Preparación de Superficies	**750.307,20 €**
	Pintura Obra Viva	**211.531,46 €**
	Pintura Obra Muerta	**31.254,43 €**
	Pintura Interior Casco	**119.350,00 €**
	Pintura de Tuberías	**2.849,16 €**
	Galvanizado y Cementado	**27.160,00 €**
	Protección Catódica	**22.522,54 €**
COSTE DEL EQUIPO, ARMAMENTO E INSTALACIONES	Anclas	**137.500,00 €**
	Cables, Cadenas y Estachas	**61.380,39 €**
	Botes Salvavidas	**105.264,63 €**
	Balsas	**15.724,00 €**
	Elementos Salvamento	**3.550,00 €**
	Habilitación	**2.474.920,00 €**
	Cocina y Oficios	**14.700,00 €**
	Gambuzas Frigoríficas	**48.623,98 €**
	Lavandería	**8.400,00 €**
	Equipos de Navegación	**119.352,00 €**
	Instalaciones Sofocadoras Fijas en CMM	**241.920,00 €**
	Equipos de Detección de Incendios	**230.472,00 €**
	Equipos convencionales de servicio de carga	**11.378,90 €**
	Instalación Eléctrica	**1.205.048,62 €**
	Tuberías	**1.083.391,00 €**
	Accesorios de Equipos, Armamentos e instalaciones	**953.826,00 €**
MAQUINARIA	Equipo de Gobierno	**297.456,00 €**
	Molinete	**342.686,80 €**
	Chigre	**397.462,00 €**
INSTALACIÓN PROPULSORA	Motor Propulsor	**5.699.644,13 €**
	Línea de Ejes	**491.652,00 €**
	Hélice	**701.384,18 €**
MAQUINARIA AUXILIAR DE PROPULSIÓN	Generadores	**1.918.900,27 €**
	Generador Emergencia	**578.880,98 €**
	Equipo de Circulación y Refrigeración	**125.060,00 €**
	Equipos de manejo de Combustibles	**122.415,70 €**
	Bombas de Lastre y Sentinas	**236.065,80 €**
	Separador de Sentinas	**80.000,00 €**
	Generador de Agua Dulce	**24.930,00 €**

	Planta TAR	10.945,39 €
	Grupo Hidrófobo	3.904,61 €
	Incinerador	23.212,32 €
CARGOS Y RESPETOS	Hélice de Respeto	701.384,00 €
	Línea de Ejes de Respeto	492.652,00 €
	Bombas de Descarga	9.456.505,35 €
	Equipos Accionamiento Espacios de Carga	341.336,54 €
	Dispositivos de Automatización y Control	184.868,45 €
	Cabina y Puestos de Control	6.818,27 €
	Planta de Gas Inerte	422.143,12 €
TOTAL		32.492.049,82 €

4.2 Coste de la Mano de Obra

A continuación, se analizan los costes generados por la mano de obra necesaria para llevar a cabo este proyecto de construcción. El objetivo es conocer el salario, y las horas empleadas por los trabajadores implicados en la construcción del buque.

El salario dependerá de si se trata de mano de obra directa o indirecta, de las cargas sociales anuales del personal empleado, y de los gastos indirectos del astillero que se le asocien al buque.

En España se estima un valor medio de mano de obra de alrededor de 30€/h. Para obtener las horas totales se emplean formulas varían en función de que grupo de trabajo se esté analizando.

4.2.1 Casco

4.2.1.1 Acero Laminado

EL número de horas se calcula mediante la siguiente expresión:

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

Donde:

- Kht = 30 h/ton
- Pac = 36952 ton calculado en e C2
- Kfc = 0,3 coeficiente de formas
- Cf = 0,865 otro coeficiente de formas
- Kb = 0 coeficiente de bulbo, que en el caso del buque de proyecto no existe
- Ke = 0,5 es un índice de complejidad del acero especial
- Ce = 0 es un índice del peso del acero especial
- Kc = 0,005 es un coeficiente en función del número de cubiertas
- Nc = 6 Es el número de cubiertas fuera de la cámara de máquinas y zonas externas.

Por lo tanto:

$$\boldsymbol{H_C = 1883859,15\ horas}$$

4.2.1.2 Resto de Materiales del Casco

$$H_{pf} = 25 + 30 \times L^{\frac{1}{3}} \times D \times K_1$$

Donde:

- K1 = 1 para buques con una única línea de ejes
- L = 319 m
- D = 30 m

Entonces:

$$\boldsymbol{H_{pf} = 6174,49\ h}$$

4.2.1.3 Timón y Accesorios

Se define mediante la siguiente fórmula:

$$H_{TI} = 100 \times N_{TI} \times L_{TI} \times H_{TI}$$

Donde:

- Nti = 1 porque sólo existe un timón
- Lti= 7,5 m es la eslora del timón
- Hti= 17,997 m es la altura del timón

Entonces:

$$\boldsymbol{H_{timón} = 13497,75\ h}$$

4.2.1.4 Preparación de Superficies

El tiempo se estima como el 2% de la superficie total de acero considerada:

$$H_S = 2\% \times S_{TOTAL}$$

La superficie total es la suma de toda la superficie exterior más toda la interior, que de los cálculos realizados en el apartado de coste de materiales se sabe que es:

- 35578,84 + 31000 =66578,84

Por lo que:

$$\boldsymbol{H_s = 1331,57\ h}$$

4.2.1.5 Pintura y Control de Corrosión

$$H_p = 0{,}25 \times S_{OM} \times (1 + 0{,}8 \times N_{OM}) + 0{,}35 \times S_{OV} \times \frac{N_{OV}}{4} + 0{,}4 \times S_i \times N_i$$

Siendo:

- Som = 5993,18 m2 la superficie de obra muerta
- Sov = 29584,82 la superficie de obra viva
- Si=31000 m2 la superficie interior del casco
- Ni = Nov = Nom = 2 que representa el número de manos de protección aplicadas

Entonces:

$$\boldsymbol{H_p = 33872,91\ h}$$

4.2.2 Equipo, Armamento e Instalaciones

4.2.2.1 Equipos de Fondeo, Amarre y Remolque

$$H_{far} = 27 \times (N_{anclas} \times P_{anclas})^{0,4} = 27 \times (2 \times 27{,}5)^{0,4}$$

$$\boldsymbol{H_{far} = 134,2\ horas}$$

4.2.2.2 Medios de Salvamento

$$H_{nav} = 330 + (Nº_{equipos} - 6)$$

$$H_{nav} = 330 + (30 - 6)$$

$$\boldsymbol{H_{nav} = 354\ horas}$$

4.2.2.3 Habilitación y alojamientos

$$H_h = 16 \times S_h$$

Y como la superficie de habilitación, como vimos anteriormente es de 1345,3 m2,

$$\boldsymbol{H_h = 21524,8\ h}$$

4.2.2.4 Equipos de Fonda y Hotel

$$H_{FH} = 115 \times N^{o}_{tripulantes}$$

$$\boldsymbol{H_{f\,y\,h} = 115 \times 35 = 4024\ h}$$

4.2.2.5 Acondicionamiento en Alojamientos

$$H_{acond.alo.} = 2 \times S_h$$

$$\boldsymbol{H_{acond.alo.} = 2 \times 1345,3 = 2690,6\ h}$$

4.2.2.6 Medios Contra incendio Convencionales

$$H_{CI} = 5{,}5 \times L$$

$$\boldsymbol{H_{CI} = 5,5 \times 319 = 1754,5h}$$

4.2.2.7 Instalación Eléctrica

$$H_{IE} = 4 \times S_h + 6 \times Potencia\ Instalada$$

$$\boldsymbol{H_{IE} = 160901\ h}$$

4.2.2.8 Tuberías

$$H_{TUBERÍAS} = 11 \times BHP^{0,35}$$

$$\boldsymbol{H_{Tuberías} = 11 \times 56845,9^{0,35} = 507,62\ h}$$

4.2.2.9 Accesorios de Equipo, Armamiento e Instalaciones

$$H_{AEAI} = 80 \times N_{TRI} + 56 \times (L - 15) + 0{,}9 \times L \times (B + D) + 2 \times L + 50 \times N_{bo} + 100 \times N_{pb} + 100 \times N_{gm}$$

Siendo:

- $N_{bo} = 7$ es el número de botes y balsas.
- $N_{pb} = 2$ es el número de pescantes de botes.
- $N_{gm} = 2$ es el número total de las grúas de máquinas.

Por tanto:

$$H_{AEAI} = 80 \times 30 + 56 \times (325 - 15) + 0{,}9 \times 325 \times (60 + 30) + 2 \times 325 + 50 \times 7 + 100 \times 2 + 100 \times 2$$

$$\boldsymbol{H_{AEAI} = 47.485\ horas}$$

4.2.3 Maquinaria Auxiliar de Cubierta

4.2.3.1 Equipo de Gobierno

$$H_{EG} = 33 \times L^{\frac{1}{3}}$$

$$\boldsymbol{H_{EG} = 225,48\ h}$$

4.2.3.2 Equipo de fondeo y Amarre

$$H_{FA} = L \times (1{,}75 \times N_{mo} + 1{,}6 \times N_{ch} + 1{,}7 \times N_{ma})$$

Donde:

- Nmo = 2 que es e número de molinetes a bordo
- Nch = 6 que es el número d chigres a bordo
- Nma= 2 que es el número de maquinillas de amarre

Entonces:

$$\boldsymbol{H_{F\,yA} = 5263,5\ h}$$

4.2.4 Instalación Propulsora

4.2.4.1 Motor Propulsor

$$H_{MP} = 10 \times BHP^{\frac{2}{3}}$$

$$\boldsymbol{H_{MP} = 10 \times 56845,9^{\frac{2}{3}} = 14784,10h}$$

4.2.4.2 Línea de Ejes

$$\boldsymbol{H_{Linea\ Ejes} = 0,16 \times BHP = 9095,2\ h}$$

4.2.4.3 Hélice

$$H_{HE} = K_1 + K_2 \times BHP \times N_{HE}$$

Donde:

- $K_1 = 240$ coeficiente de hélices de paso fijo.
- $K_2 = 0{,}004$ coeficiente para hélices de paso fijo.
- $N_{HE} = 1$ es el número de hélices instaladas.

Por lo tanto:

$$\boldsymbol{H_{ME} = 467,4\ h}$$

4.2.5 Maquinaria Auxiliar de la Propulsión

4.2.5.1 Motores Auxiliares

$$H_{MA} = 52 \times N_g \times kW^{0,43}$$

Donde:

- Ng es el número de generadores que es 3.
- kW =3840 kW que es la potencia de cada generador

Por lo que:

$$\boldsymbol{H_{Mot\ Aux} = 5424,84\ h}$$

4.2.5.2 Generador de emergencia

Se estima que al ser solo 1 generador las horas de mano de obra serán menores.

$$\boldsymbol{H_{Mot\ Aux} = 1403,5h}$$

4.2.5.3 Equipo de circulación, refrigeración y lubricación de la planta propulsora y auxiliares

Para motores de 2 tiempo.

$$H_{CRL} = 230 + 0{,}18 \times BHP$$

$$\boldsymbol{H_{CRL} = 10462{,}26\ h}$$

4.2.5.4 Equipos de manejo de combustible

Se calcula multiplicando los BHP por un factor de 0,27.

$$\boldsymbol{H_{CO} = 15348{,}4\ h}$$

4.2.5.5 Equipos Auxiliares del Casco

$$H_{AUX.CASCO} = 420 + 0{,}47 \times L \times (B + D)$$

$$\boldsymbol{H_{aux.casco} = 13913{,}7\ h}$$

4.2.5.6 Equipos Sanitarios

$$H_{ES} = K_1 \times (280 + 8 \times Q_a) + K_2 \times (200 + 3{,}5 \times N) + K_3 \times (410 + 3{,}9 \times N) + 400 \times K_4$$

Donde:

- K1= 1 ya que solo hay un generador de agua dulce
- Qa= 18 ton/día la capacidad del generador
- K2= 1 ya que se dispone de 1 tanque hidrófobo
- K3= 1 ya que hay una sola TAR
- N=35 tripulantes
- K4= 1

Entonces:

$$\boldsymbol{H_{ES} = 1693\ h}$$

4.2.5.7 Ventiladores y elementos de desmontaje en CMM

$$H_{VA} = K_{VA} + 0{,}005 \times BHP$$

Siendo:

- Kva= 950 al emplearse una viga carril

Se obtiene:

$$\boldsymbol{H_{VA} = 1234{,}23\ h}$$

4.2.5.8 Cargos, Pertrechos y Repuestos

Para la hélice de respeto y la línea de ejes de respeto, en motores de 2 tiempos como el del buque proyectado, se tiene:

$$H_{CPR} = 1 \times BHP^{\frac{2}{3}} + 2 \times L + 100$$

$$H_{CPR} = 2216{,}42\ h$$

4.2.5.9 Instalaciones Especiales

En este apartado se tiene en cuenta las horas de mano de obra de:

- Bombas de descarga **H=3465 h**
- Limpieza de espacios de carga **H=3830,21 h**

- Tuberías y válvulas de carga **H=589,05 h**
- Instalaciones CI de carácter estructural **H=1540 h**
- Instalaciones fijas de CI en cubierta **H=13560 h**
- Instalaciones de rociadores en habilitación **H=535,5 h**
- Detectores de incendios en CMM y alojamientos **H=1326,76 h**

4.2.6 Tabla Resumen de Horas Mano de Obra

Teniendo en cuenta que el valore medio de mano de obra como se mencionó al comienzo de este apartado es de 30€/h, se obtienen los siguientes resultados:

CASCO			
CASCO	Acero Laminado	**1883859,15**	**h**
	Resto de materiales del Casco	**6174,49**	**h**
	Timón y Accesorios	**13497,75**	**h**
	Preparación de Superficies	**1331,57**	**h**
	Pintura y Control de Corrosión	**33872,91**	**h**
EQUIPO, ARMAMENTO E INSTALACIONES	Equipos de Fondeo, Amarre y Remoque	**134,2**	**h**
	Medios de Salvamento	**354**	**h**
	Habilitación y Alojamientos	**21524,8**	**h**
	Equipos de Fonda y Hotel	**4024**	**h**
	Acondicionamiento Alojamientos	**2690,6**	**h**
	Medios Contra incendio Convencionales	**1754,5**	**h**
	Instalación Eléctrica	**160901**	**h**
	Tuberías	**507,62**	**h**
	Accesorios de Equipo, Armamento e Instalaciones	**47485**	**h**
MAQUINARIA AUXILIAR DE CUBIERTA	Equipo de Gobierno	**225,48**	**h**
	Equipo de Fondeo y Amarre	**225,48**	**h**
INSTALACIÓN PROPULSORA	Motor Propulsor	**14784,1**	**h**
	Línea de Ejes	**9095,2**	**h**
	Hélice	**467,4**	**h**
MAQUINARIA AUXILIAR DE LA PROPULSIÓN	Motores Auxiliares	**5424,84**	**h**
	Generador de Emergencia	**1403,5**	**h**
	Equipo de Circulación, Refrig. y Lubricación	**10462,26**	**h**
	Equipo de Manejo de Combustible	**15348,4**	**h**
	Equipos Auxiliares del Casco	**13913,7**	**h**
	Equipos Sanitarios	**1693**	**h**
	Ventiladores y elemento de Desmontaje Cmm	**1234,23**	**h**
	Cargos, Pertrechos y Repuestos	**2216,42**	**h**
	Bombas de descarga	**3465**	**h**
	Limpieza de Espacios de carga	**3830,21**	**h**
	Tuberías y válvulas de carga	**589,05**	**h**
	Instalaciones CI de carácter estructural	**1540**	**h**
	Instalaciones fijas e Ci en Cubierta	**13560**	**h**
	Instalaciones de Rociadores en Habilitación	**535,5**	**h**
	Detectores de incendios en CMM y Alojamientos	**1326,76**	**h**

TOTAL de Horas	2279452,12	horas
TOTAL DE COSTE	68.383.563,60 €	

5 COSTE DE CONSTRUCCIÓN

Se define como coste de construcción a la suma de los costes de equipos, materiales y gastos directos, además del coste de la mano de obra.

$$CC = Cmateriales + C\ mano\ de\ obra$$

COSTE DE CONSTRUCCIÓN	100.875.613,42 €

Al valor obtenido hay que añadirle ciertos gastos inevitables de astillero

- Gastos de Ingeniería
- Clasificación, reglamentos y certificados que conciernen la IACS, otras entidades reguladoras, la inspección del buque o el Clegio Oficial de Ingenieros Navales.
- Pruebas y Garantía
- Armador y Entrega: Maqueta
- Servicios Auxiliares durante la construcción como son los equipos de andamiaje, las instalaciones provisionales, el alumbrado, la limpieza…
- Seguro de Construcción
- Otros costes derivados generales

Como aproximación,se pueden estimar todos estos costes como un 2% del coste total del buque.

$$Gastos\ Varios = 2\% \cdot CC$$

GASTOS VARIOS	2.017.512,27 €

Por lo tanto, el Coste de Construcción Total y final quedará como la suma de ambos anteriores.

COSTE DE CONSTRUCCIÓN TOTAL	102.893.125,69 €

6 BENEFICIO INDUSTRIAL

El valor de este beneficio se expresa como un porcentaje sobre el valor del coste de construcción total. Para el buque de proyecto, se estima un valor intermedio del mercado actual. Un 8% sobre los costes de construcción debería suponer un buen margen de beneficio.

$$Beneficio\ Industrial = 8\% \cdot CC_{TOTAL}$$

BENEFICIO INDUSTRIAL	**8.231.450,06 €**

7 COSTE DE ADQUISICIÓN

Es la suma del coste de construcción total más el beneficio industrial. Sería lo que el armador está dispuesto a pagar por el buque.

$$COSTE\ DE\ ADQUISICIÓN = COSTE\ CONSTRUCCIÓN\ TOTAL + BENEFICIO\ INDUSTRIAL$$

COSTE DE ADQUISICIÓN	**111.124.575,74 €**

8 EVALUACIÓN ECONÓMICA

A continuación, se analizará la viabilidad del proyecto, estudiando dos opciones. Una de ellas no empleando financiación, y la otra de ellas empleando financiación.

Durante el proyecto, se actuará como fletante, ofreciendo el buque armado y provisto de os equipos necesarios en buenas condiciones de navegabilidad durante un tiempo determinado a cambio de un flete a un fletador.

El fletador es la figura que asume la gestión comercial del buque, siendo este el que asigne las cargas y rutas a las que el buque está destinado. El fletador hace también frente a los costes de viaje, correspondientes al con combustible, manipulación de la carga y tarifas portuarias y de canales.

Esto supone que para un fletamento por tiempo no es necesario calcular la ruta o los consumos, aunque los beneficios directos de la venta de la carga no serán obtenidos.

EL armador fletante asume la gestión náutica, designando a la tripulación y responsabilizándose de la seguridad y mantenimiento del buque. Además de hacer frente a los costes de explotación.

8.1 Ingresos

Los ingresos se corresponden con los fletes. Los fletes se pueden estimar para este tipo de buque en torno a los 75000€/día con posibles variaciones en función de la estabilidad del mercado.

Los días de operación se estiman como:

$$t = \frac{8400\ millas}{14{,}5\ knots} = 579{,}31\ horas$$

Este tiempo ha de duplicarse ya que el buque debe hacer el viaje de ida y el de vuelta. Además, a este resultado se le añaden unas 15 horas de estancia en puerto.

$$t = 579\ horas * 2 + 15 = 1173\ horas * \frac{1\ día}{24\ horas} = 49\ días$$

Como un año consta de 8760 horas, el número de fletes que se puede realizar es de 7 anuales y uno a mayores cada dos años, es decir 8 fletes.

Con cada flete se consigue un valor de 4042500€. Y este valor se considerará constante a lo largo de toda esta estimación, aunque, como ya se ha mencionado anteriormente, siempre es variable en el tiempo en función del mercado.

$$Valor\ de\ cada\ flete = 4.042.500€$$

$$Ingresos\ anuales = 7 \times valor\ de\ cada\ flete = 28.297.500€$$

Pero cada dos años,

$$Ingresos\ anuales = 8 \times valor\ de\ cada\ flete = 32.342.000€$$

8.2 Costes de Explotación del Buque

Por el hecho de estar en condiciones de operación, el buque siempre generará unos costes. Estos costes se pueden dividir en costes fijos y costes variables.

8.2.1 Costes Fijos

Son invariables con el paso del tiempo, independientemente del número de fletes que se lleven a cabo.

- Costes de Tripulación. Se estima una nómina de 20000€ por cada miembro de la tripulación, y como la tripulación la componen 35 tripulantes.
- Costes de Reparaciones y Mantenimiento. Son un 1,5% del coste d adquisición del buque.
- Costes de Seguros. Son un 1% del coste de adquisición del buque.
- Costes de Pertrechos. Son un 1% del coste de adquisición.

Los costes fijos anuales serán, por lo tanto:

COSTES FIJOS ANUALES	**3.959.360,15 €**

8.2.2 Costes Variables

Dependen sobre todo del número de fletes llevados a cabo.

- Tasas de puerto directas por flete: 36875 €.
- Tasas de puerto directas por flete: 9500 €.
- Consumos de FO: 460837.2 €.
- Consumos DO: 124059 €.

Por lo tanto,

$$C_{variables\ por\ flete} = 631271.2\ €$$

COSTES VARIABLES por flete	**631.271,20 €**

8.2.3 Amortización

Suponiendo una vida útil del buque de 25 años.

$$Amortización = \frac{C_{adquisición} - Valor\ residual}{25\ años}$$

Siendo:

- El valor residual un 10% del coste total
- Conociendo el Coste de Adquisición

Se obtiene:

AMORTIZACIÓN	**4.444.983,03 €**

8.3 Estudio de Viabilidad sin Financiar

Se consideran los ingresos

$$Ingresos\ anuales = 7 \times valor\ de\ cada\ flete = 28.297.500€$$

Pero cada dos años,

$$Ingresos\ cada\ 2\ años = 8 \times valor\ de\ cada\ flete = 32.342.000€$$

Tras ello se consideran, año a año, los costes totales,

- Costes fijos anuales,

COSTES FIJOS ANUALES	3.959.360,15 €

- Costes variables, según número de fletes

COSTES VARIABLES por flete	631.271,20 €
COSTES VARIABLES TODOS LOS AÑOS	4.418.898,40 €
COSTES VARIABLES CADA 2 AÑOS	5.050.169,60 €

- Amortización

AMORTIZACIÓN	4.444.983,03 €

- Todos los años

COSTES TOTALES CADA AÑO	12.823.241,58 €

- Cada dos años

COSTES TOTALES CADA 2 AÑOS	13.454.512,78 €

Por lo tanto, ya se pueden calcular los beneficios exentos de impuestos mediante la diferencia de ingresos menos costes.

- Los años de 7 fletes los beneficios son de

BENEFICIOS todos los años	15.474.258,42 €

- Los años de 8 fletes los beneficios son de

BENEFICIOS cada 2 años	18.887.487,22 €

Sin embargo, es necesaria la aplicación de unos impuestos, estimados como el 30% del beneficio. Por lo que se obtienen unos beneficios después de impuestos de:

BENEFICIO despues de impuestos	10.831.980,89 €
BENEFICIO despues de impuestos cada 2 años	13.221.241,05 €

8.3.1 Flujo de caja

El Flujo de caja operativo, proviene de a suma de la amortización anual y los beneficios antes de impuestos. Es la cantidad de dinero en efectivo que genera una empresa a través de sus operaciones.

Cash Flow operativo anual	**19.919.241,45 €**
Cash Flow operativo cada 2 años	**23.332.470,25 €**

8.3.2 Cálculo de VAN y TIR

8.3.2.1 VAN

El VAN es el valor actual neto. Se trata de un criterio de inversión que consiste en actualizar los cobros y pagos de un proyecto a inversión para estimar la ganancia o pérdida de este. Si el VAN es mayor que 0, el proyecto genera beneficios. Si el VAN es menor que 0, se producen pérdidas.

La tasa de descuento que se aplica para calcular el VAN sin financiación es del 13%, obteniendo un valor del VAN a 25 años:

VAN	**9.024.684,12 €**

8.3.2.2 TIR

El TIR es la tasa interna de retorno. Muestra la rentabilidad de una inversión. Siendo el porcentaje de beneficio. Guarda mucha relación con el VAN. Para obtener VAN igual a cero la tasa de descuento media durante todos los años debe ser de:

TIR	**14,214%**

Si se superase este valor, no compensaría la inversión.

8.4 Estudio de Viabilidad Financiada

Se supone una financiación del 80% del coste total del proyecto.

$$Financiación = 88.8899.660{,}59€$$

A esta financiación hay que sumarle:

- Comisión interna por la gestión de la operación comercial. Que es del 0,1% de la financiación.

$$Corretaje = 88.899{,}66€$$

- Posibles comisiones. Se suponen de un 2% de la financiación.

$$Comisión = 1.777{,}993{,}21€$$

Por lo que la financiación total será de:

$$Financiación\ Total = 90.766.553{,}47€$$

La devolución total del crédito más las comisiones de corretaje y operaciones comerciales e intereses del préstamo se produce al cabo de 6 años de la inversión inicial. Por otro lado, el retorno de la inversión tiene lugar en el año 7. Con los siguientes datos de VAN y TIR.

VAN	**7.157.791,24 €**
TIR	**13,949%**

9 BIBLIOGRAFÍA

- R. Alvariño, J.J. Azpíroz y M. Meizoso, El Proyecto Básico del Buque Mercante, Madrid: Fondo Editorial de Ingeniería Naval, 1998
- V.D. Casás y B.P. Varela. “Proyectos del Buque y Artefactos Marinos I y II”, Ferrol: Escuela Politécnica Superior, UDC, 2021/2022
- F. Junco Ocampo, “Proyectos de Buques y Artfactos”

ANEXO I

		AÑO 0
COSTE DE CONSTRUCCIÓN	100.875.613,42 €	
GASTOS VARIOS	2.017.512,27 €	
COSTE DE CONSTRUCCIÓN TOTAL	102.893.125,69 €	
BENEFICIO INDUSTRIAL	8.231.450,06 €	
COSTE ADQUISICIÓN	111.124.575,74 €	
COSTE DE TRIPULACIÓN	70.000,00 €	
COSTE DE REPARACIÓN Y MANT.	1.666.868,64 €	
COSTE DE SEGUROS	1.111.245,76 €	
COSTE DE PERTRECHOS	1.111.245,76 €	
COSTES FIJOS ANUALES	3.959.360,15 €	
COSTES VARBLES POR FLETE	631.271,20 €	
VALOR RESIDUAL		
AMORTIZACIÓN	4.444.983,03 €	
VALOR DE CADA FLETE	4042500	
INGRESOS CADA AÑO	28.297.500 €	
INGRESOS CADA DOS AÑOS	32.342.000 €	
COSTES ANUALES FIJOS	3.959.360,15 €	
COSTES VARIABLES TODOS LOS AÑOS	4.418.898,40 €	
COSTES VARIABLES C/2 AÑOS	5.050.169,60 €	
AMORTIZACIÓN	4.444.983,03 €	
COSTES TOTALES CADA AÑO	12.823.241,58 €	
COSTES TOTALES C/2 AÑOS	13.454.512,78 €	
BENEFICIO TODOS LOS AÑOS	15.474.258,42 €	
BENEFICIO C/2 AÑOS	18.887.487,22 €	
BENEF. DESP IMPUESTOS	10.831.980,89 €	
BENEF. DESPIMPUESTOS C/2 AÑOS	13.221.241,05 €	
FLUJO OPERATIVO ANUAL	15.276.963,92 €	- 112.991.468,62 €
FLUJO OPERATIVO C/2 AÑOS	17.666.224,08 €	
FLUJO EXTRAOPERATIVO		
	0,13	
tasa	0,06	
VAN	7.157.791,24 €	
TIR	13,949%	
Periodo recuperación		
FLUJO EXTRAOPERATIVO		
FINANCIACIÓN	88.899.660,59 €	
CORRETAJE	88.899,66 €	
COMISIONES	1.777.993,21 €	
FINANCIACIÓN TOTAL	90.766.553,47 €	- 90.766.553,47 €

1	2	3	4	5
28297500	32342000	28297500	32342000	28297500
12823241,58	13454512,78	12823241,58	13454512,78	12823241,58
15474258,42	18887487,22	15474258,42	18887487,22	15474258,42
10831980,89	13221241,05	10831980,89	13221241,05	10831980,89
15276963,92	17666224,08	15276963,92	17666224,08	15276963,92
VAN ACUMULADO INVERSIÓN				
-97714504,69	-80048280,61	- 64.771.316,69 €	- 47.105.092,60 €	- 31.828.128,68 €
VAN ACUMULADO FINANCIACIÓN				
- 75.489.589,54 €	- 57.823.365,46 €	- 42.546.401,54 €	- 24.880.177,45 €	- 9.603.213,53 €

6	7	8	9	10
32342000	28297500	32342000	28297500	32342000
13454512,78	12823241,58	13454512,78	12823241,58	13454512,78
18887487,22	15474258,42	18887487,22	15474258,42	18887487,22
13221241,05	10831980,89	13221241,05	10831980,89	13221241,05
17666224,08	15276963,92	17666224,08	15276963,92	17666224,08
- 14.161.904,60 €	1.115.059,33 €	18.781.283,41 €	34.058.247,33 €	51.724.471,42 €
8.063.010,55 €	23.339.974,48 €	41.006.198,56 €	56.283.162,48 €	73.949.386,56 €

11	12	13	14	15
28297500	32342000	28297500	32342000	28297500
12823241,58	13454512,78	12823241,58	13454512,78	12823241,58
15474258,42	18887487,22	15474258,42	18887487,22	15474258,42
10831980,89	13221241,05	10831980,89	13221241,05	10831980,89
15276963,92	17666224,08	15276963,92	17666224,08	15276963,92
67.001.435,34 €	84.667.659,42 €	99.944.623,35 €	117.610.847,43 €	132.887.811,35 €
89.226.350,49 €	106.892.574,57 €	122.169.538,49 €	139.835.762,58 €	155.112.726,50 €

16	17	18	19	20
32342000	28297500	32342000	28297500	32342000
13454512,78	12823241,58	13454512,78	12823241,58	13454512,78
18887487,22	15474258,42	18887487,22	15474258,42	18887487,22
13221241,05	10831980,89	13221241,05	10831980,89	13221241,05
17666224,08	15276963,92	17666224,08	15276963,92	17666224,08
150.554.035,44 €	165.830.999,36 €	183.497.223,44 €	198.774.187,36 €	216.440.411,45 €
172.778.950,58 €	188.055.914,51 €	205.722.138,59 €	220.999.102,51 €	238.665.326,60 €

21	22	23	24	25
28297500	32342000	28297500	32342000	28297500
12823241,58	13454512,78	12823241,58	13454512,78	12823241,58
15474258,42	18887487,22	15474258,42	18887487,22	15474258,42
10831980,89	13221241,05	10831980,89	13221241,05	10831980,89
15276963,92	17666224,08	15276963,92	17666224,08	15276963,92
231.717.375,37 €	249.383.599,45 €	264.660.563,38 €	282.326.787,46 €	297.603.751,38 €
253.942.290,52 €	271.608.514,60 €	286.885.478,53 €	304.551.702,61 €	319.828.666,53 €