



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

**Trabajo Fin de Grado**  
**CURSO 2020/2021**

---

*PETROLERO (TANQUE CRUDOS) 250000 TPM*

*GENO-2020-02*

---

**Grado en Ingeniería Naval y Oceánica**

**ALUMNA/O**

Minerva Rivas Cabanas

**TUTORAS/ES**

Raúl Villa Caro

**FECHA**

JUNIO 2021

## 1 TÍTULO Y RESUMEN

### 1.1 Castellano

El buque que se proyectará en este trabajo es uno para el transporte de un gran volumen de crudo, un petrolero de crudo VLCC, cuya característica principal es su capacidad de carga máxima de 275000 toneladas de peso muerto, según la RPA. En estos cuadernos se recoge el proceso completo de diseño, construcción y evaluación económica desarrollado para la obtención de dicho buque.

### 1.2 Galego

O buque que se proxecta neste traballo é un para o transporte dun gran volume de crudo, un petroleiro de crudo VLCC, cuxa característica principal é a súa capacidade de carga máxima, dada pola RPA, 275000 toneladas de peso morto. Nestes cadernos recóllese o proceso completo de deseño, construción e avaliación económica desenrolado para a obtención de dito buque.

### 1.3 English

The ship that will be projected in this work is one for the transport of a large volume of crude, a very large crude oil tanker (VLCC), whose main characteristic is its maximum load capacity of 275,000 deadweight tons, according to the PAR. These notebooks collect the complete process of design, construction and economic evaluation developed to obtain the mentioned ship.



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

**TRABAJO FIN DE GRADO  
CURSO 2020/2021**

---

*PETROLERO (TANQUE CRUDOS) 250000 TPM*

---

**Grado en Ingeniería Naval y Oceánica**

**Cuaderno 13:**

**PRESUPUESTO DE CONSTRUCCIÓN DEL BUQUE Y ESTUDIO DE  
VIABILIDAD ECONÓMICA**



**SIMULTANEIDAD DE GRADO EN INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA E  
INGENIERÍA MECÁNICA**

**TRABAJO FIN DE GRADO**

*CURSO 2020-2021*

**PROYECTO NÚMERO**

**TIPO DE BUQUE:** Petrolero (tanque de crudos)

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

**CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA:** 275000 toneladas de peso muerto

**VELOCIDAD Y AUTONOMÍA:** 15.5 nudos en condiciones de servicio. 20000 millas a velocidad de servicio.

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

**PROPULSIÓN:** Motor diésel acoplado a una hélice de paso fijo.

**TRIPULACIÓN Y PASAJE:** 36 personas distribuidas en camarotes individuales y dobles.

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

Ferrol, 04 de Octubre de 2020

ALUMNO/A: **D<sup>a</sup> Minerva Rivas Cabanas**

## CONTENIDO

1 Título y Resumen .....	
1.1 Castellano .....	
1.2 Galego .....	
1.3 English .....	
Contenido .....	
2 Introducción .....	3
3 Definición de la operativa del buque .....	4
4 Presupuesto del coste de construcción del buque .....	5
4.1 Costes de equipos y materiales .....	5
4.1.1 Casco .....	5
4.1.2 Equipo, armamento e instalaciones .....	8
4.1.3 Maquinaria .....	15
4.1.4 Instalación propulsora .....	16
4.1.5 Maquinaria auxiliar de propulsión .....	17
4.1.6 Cargos y respectos .....	21
4.1.7 Instalaciones especiales .....	22
4.1.8 Tabla resumen .....	24
4.2 Mano de obra .....	26
4.2.1 Casco .....	26
4.2.2 Equipo, armamento e instalaciones .....	28
4.2.3 Maquinaria auxiliar de cubierta .....	29
4.2.4 Instalación propulsora .....	30
4.2.5 Maquinaria auxiliar de la propulsión .....	30
4.2.6 Tabla resumen .....	34
5 Coste de construcción y adquisición .....	35
6 Beneficio Industrial .....	36
7 Coste total (coste de adquisición) .....	37
8 Evaluación económica .....	38
8.1 Ingresos .....	38
8.2 Costes de explotación del buque .....	38
8.2.1 Costes fijos .....	39
8.2.2 Costes variables .....	39
8.2.3 Amortización .....	39
8.3 Estudio de viabilidad sin financiar .....	39

8.3.1 Flujo de caja .....	40
8.3.2 Cálculo de VAN y TIR .....	40
8.4 Estudio de viabilidad financiada .....	41
9 Bibliografía .....	42
10 Anexo I: Estudio Viabilidad .....	43

## 2 INTRODUCCIÓN

El objetivo de este cuaderno es realizar un desglose de las diferentes partidas que componen el coste de construcción del buque proyectado, además de analizar distintas opciones para el estudio de viabilidad del mismo.

Es una tarea complicada ya que, a lo largo del período de construcción del buque puede haber riesgo de inflación, además de la aproximación, no exactitud, de las expresiones empleadas en la mayor parte de los costes.

Es necesario el empleo de datos obtenidos mediante la elaboración de cuadernos anteriores como las dimensiones principales,

<b>L total (m)</b>	309.05
<b>Lpp (m)</b>	302.9
<b>Manga (m)</b>	56.5
<b>Puntal (m)</b>	29.4
<b>Calado (m)</b>	21.9
<b>Cb</b>	0.865
<b>Cm</b>	0.989
<b>Cp</b>	0.875
<b>Cwp</b>	0.934
<b><math>\Delta</math> (t)</b>	339242
<b>TPM</b>	275000
<b>BHP (kW)</b>	37680
<b>Superficie mojada (m<sup>2</sup>)</b>	27623.15
<b>Superficie flotación (m<sup>2</sup>)</b>	16302.609
<b>Velocidad (nudos)</b>	15.5
<b>Peso en Rosca (t)</b>	46496
<b>Volumen (m<sup>3</sup>)</b>	330967.495

### 3 DEFINICIÓN DE LA OPERATIVA DEL BUQUE

Al igual que ha sido definido en el Cuaderno I, el buque trazado tiene como principal ruta de operación la existente entre el Golfo de Guinea, desde países como Angola, Gabón o Congo, a Europa a países como Francia, Italia, España o Reino Unido.



La distancia recorrida, aproximadamente, que se deberá realizar en cada trayecto es de unas 8970 millas.



## 4 PRESUPUESTO DEL COSTE DE CONSTRUCCIÓN DEL BUQUE

El coste de construcción necesario para llevar a cabo el presupuesto del buque consta de las siguientes partidas,

- Coste de equipos y materiales.
- Coste de la mano de obra.
- Costes debido a los gastos generales del Astillero.

Tras haber hallado el coste de construcción del buque, se descuentan las ayudas en concepto de primas a la construcción naval y se añade un porcentaje de beneficio industrial.

En los casos en los que se desconozca el precio real o cercano de la partida, debido a la falta de información por parte de los suministradores y catálogos de equipos, para la estimación del coste se utilizarán fórmulas empíricas, la mayor parte de ellas pertenecientes al libro de Fernando Junco Ocampo, "Proyectos de Buques y Artefactos".

### 4.1 Costes de equipos y materiales

Compuesto por los siguientes elementos,

- Casco.
- Equipo, armamento e instalaciones.
- Maquinaria auxiliar de cubierta y de la propulsión.
- Instalación propulsora.
- Cargos y respetos.
- Instalaciones especiales.

#### 4.1.1 Casco

##### 4.1.1.1 Acero laminado y perfiles

Tras la subida del acero naval en los últimos años y considerando un acero laminado de calidad A, con los recargos correspondientes, el costo unitario puede estimarse como 650 €/ton.

A modo de cálculo preliminar, se puede suponer que el peso bruto es igual al producto entre el peso neto y un factor de valor entre 1.12 y 1.15 que considera recortes, excesos de pesos de laminación, etc.

Durante la ejecución del cuaderno II se ha obtenido el peso del acero como,

$$Peso_{acero\_neto} = 35150.90 \text{ t}$$

Utilizando un valor de factor de 1.14,

$$Peso_{acero\_bruto} = Peso_{acero\_neto} * factor$$

$$Peso_{acero\_bruto} = 35150.90 * 1.14 = 40072.03 \text{ t}$$

Considerando el coste unitario del acero ya mencionado, resulta un coste de acero de,

$$Coste_{acero} = Peso_{acero\_bruto} * coste_{unitario}$$

$$Coste_{acero} = 40072.03 * 650 = 26\ 046\ 816.9 \text{ €}$$

##### 4.1.1.2 Piezas fundidas y forjadas

La estimación de su coste está dada por la siguiente expresión,

$$C_{ff} = 4 * L * T$$

$$C_{ff} = 4 * 302.9 * 21.9 = 26534.04 \text{ €}$$

#### 4.1.1.3 Timones y accesorios

Su coste total se puede calcular con el empleo de la fórmula mostrada a continuación,

$$C_{timón} = 40 * L_{timón}^2 * H_{timón}$$

Donde,

- $L_{timón}$  hace referencia a la longitud del timón, 7.59 m.
- $H_{timón}$  es la altura del timón, 16.17 m.

Entonces,

$$C_{timón} = 40 * 7.59^2 * 16.17 = 37260.92 \text{ €}$$

#### 4.1.1.4 Materiales auxiliares de la construcción del casco

El coste unitario de los materiales auxiliares se estima en 50 €/t de acero estructural,

$$C_{MMAA} = \text{coste}_{unitario} * \text{Peso}_{acero_{bruto}}$$

$$C_{MMAA} = 50 * 40072.03 = 2003601.5 \text{ €}$$

#### 4.1.1.5 Preparación de superficies

Dependiendo de la ubicación y función de la superficie, puede estimarse un coste para su preparación.

Para el buque proyectado cabe destacar los siguientes costes unitarios,

- 2 €/m<sup>2</sup> para imprimación.
- 8 €/m<sup>2</sup> para granallado en superficies externas.
- 15 €/m<sup>2</sup> para granallado en superficies internas.

El valor de la superficie externa se puede obtener con el empleo del software MaxSurf, ejecutando el equilibrio para un calado exageradamente mayor que el puntal, y la salida de superficie mojada se corresponderá con la superficie externa del casco buscada. Así,

$$S_{externa \text{ casco}} = 32057.93 \text{ m}^2$$

Así el coste de preparación de la superficie externa es de,

$$C_{prep \text{ superficie ext}} = 32057.93 * (8 + 2) = 320579.3 \text{ €}$$

El valor de la superficie interna se estima por medio de la de un buque similar,

$$S_{interna} = 28852.137 \text{ m}^2$$

$$C_{prep \text{ superficie int}} = 28852.137 * (15 + 2) = 490486.329 \text{ €}$$

La suma de ambos valores ofrece el coste total de preparación de las superficies,

$$C_{TOTAL \text{ prep superficies}} = 811065.629 \text{ €}$$

#### 4.1.1.6 Pintura y control de corrosión

Para la predicción del coste de la pintura se considera un coste por unidad de superficie y por espesor de película.

##### ▪ Pintura exterior del casco (Obra Viva)

Para obtener esta partida se considera que la obra viva del buque lleva una capa de pintura epoxy y otra de autopulimentante,

$$C_{pintura\ obra\ viva} = S_{OV} * (E_{ep} * C_{ep} + E_{au} * C_{au})$$

Donde,

- $S_{OV} = 27623.15\ m^2$  es la superficie de la obra viva.
- $E_{ep} = 350\ \mu m$  es el espesor de la pintura epoxy.
- $C_{ep} = 0.011\ \text{€/m}^2 * \mu$  es el coste de la pintura epoxy.
- $E_{au} = 150\ \mu m$  es el espesor de la pintura autopulimentante.
- $C_{au} = 0.022\ \text{€/m}^2 * \mu$  es el coste de la pintura autopulimentante.

Entonces,

$$C_{pintura\ obra\ viva} = 27623.15 * (350 * 0.011 + 150 * 0.022)$$

$$C_{pintura\ obra\ viva} = \mathbf{197505.52\ \text{€}}$$

##### ▪ Pintura exterior del casco (Obra Muerta)

Con el fin de evaluar esta partida se estima que la obra muerta lleva una capa de pintura epoxy y otra de clorocaucho,

$$C_{pintura\ obra\ muerta} = S_{OM} * (E_{ep} * C_{ep} + E_{cl} * C_{cl})$$

Donde,

- $S_{OM} = 4434.78\ m^2$  es la superficie de la obra muerta.
- $E_{ep} = 250\ \mu m$  es el espesor de la pintura epoxy.
- $C_{ep} = 0.011\ \text{€/m}^2 * \mu$  es el coste de la pintura epoxy.
- $E_{cl} = 105\ \mu m$  es el espesor de la pintura clorocaucho.
- $C_{cl} = 0.013\ \text{€/m}^2 * \mu$  es el coste de la pintura clorocaucho.

Entonces,

$$C_{pintura\ obra\ muerta} = 4434.78 * (250 * 0.011 + 105 * 0.013)$$

$$C_{pintura\ obra\ muerta} = \mathbf{18249.12\ \text{€}}$$

##### ▪ Pintura interior del casco

En esta partida se supone que la superficie interior del casco lleva una capa de pintura epoxy,

$$C_{pintura\ superficie\ interior} = S_i * (E_{ep} * C_{ep})$$

Donde,

- $S_i = 28852.137\ m^2$  es la superficie interior del casco.
- $E_{ep} = 100\ \mu m$  es el espesor de la pintura epoxy.
- $C_{ep} = 0.011\ \text{€/m}^2 * \mu$  es el coste de la pintura epoxy.

Entonces,

$$C_{pintura\ superficie\ interior} = 28850.137 * (100 * 0.011)$$

$$C_{pintura\ superficie\ interior} = 31735.15 \text{ €}$$

▪ Pintura tuberías

El coste de la pintura para tuberías es necesario estimarlo mediante la siguiente expresión,

$$C_{pintura\ tuberías} = 0.18 * (0.057 * BHP + 0.18 * L) * K$$

Para pintar las tuberías se emplea pintura zinc-epoxy de nuevo.

Donde,

- $BHP = 50526.70 \text{ CV} = 37680 \text{ kW}$  es la potencia nominal del motor propulsor.
- $L = 302.9 \text{ m}$  es la eslora del buque.
- $K = 4.8$  es un coeficiente en función del tipo de pintura, en el caso proyectado, pintura zinc-epoxy.

Entonces,

$$C_{pintura\ tuberías} = 0.18 * (0.057 * 50526.70 + 0.18 * 302.9) * 4.8$$

$$C_{pintura\ tuberías} = 2535.45 \text{ €}$$

▪ Galvanizado y cementado

Se hace una aproximación para este coste, correspondiente al 7.5% del coste total del pintado del casco (obra viva, obra muerta e interior).

$$C_{Galv\ y\ Cement} = 0.075 * C_{TOTAL\ PINTADO} = 197505.52 + 18249.12 + 31735.15$$

$$C_{Galv\ y\ Cement} = 0.075 * (197505.52 + 18249.12 + 31735.15)$$

$$C_{Galv\ y\ Cement} = 18561.73 \text{ €}$$

▪ Protección catódica

El coste de la protección catódica se establece mediante una función de la superficie mojada del buque,

$$C_{Pcatódica} = 1.55 * S_{OV}$$

Donde,

- $S_{OV} = 27623.15 \text{ m}^2$  es la superficie de la obra viva.

Entonces,

$$C_{Pcatódica} = 1.55 * 27623.15$$

$$C_{Pcatódica} = 42815.88 \text{ €}$$

## 4.1.2 Equipo, armamento e instalaciones

### 4.1.2.1 Equipos de fondeo, amarre y remolque

▪ Anclas

El coste de las anclas es establecido en base a un costo unitario por peso del ancla de 2500€/t. Recordando que el buque dispone de dos anclas más una de respecto,

$$C_{anclas} = 2500 * N_{anclas} * P_{anclas}$$

Entonces,

$$C_{anclas} = 2500 * 3 * 23$$

$$C_{anclas} = 172500 \text{ €}$$

▪ Cables, cadenas y estachas

El coste de las cadenas, cables y estachas es estimado mediante,

$$C_{CCE} = 0.015 * K * d^2 * L_C$$

Donde,

- $K = 0.305$  es un coeficiente del acero de alta resistencia.
- $d = 107 \text{ mm}$  es el diámetro de la cadena.
- $L_C = 385 \text{ m} * 2 \text{ cadenas} = 770 \text{ m}$  es la longitud total de las cadenas.

Entonces,

$$C_{CCE} = 0.015 * 0.305 * 107^2 * 770$$

$$C_{CCE} = 40331.96 \text{ €}$$

#### 4.1.2.2 Medios de salvamento

▪ Botes salvavidas

El coste de los botes salvavidas se calcula en función del número de personas para las que tiene cabida,

$$C_{botes} = N_{Botes} * K_{bote} * N_{personas}^{2/3}$$

Donde,

- $N_{Botes} = 2$  es el número de botes salvavidas.
- $K_{bote} = 4500 \text{ €}$  es el coste unitario de los botes cerrados con motor y con traintendios.
- $N_{personas} = 40$  es el número de personas de capacidad del bote.

Entonces,

$$C_{botes} = 2 * 4500 * 40^{2/3}$$

$$C_{botes} = 105264.64$$

▪ Balsas salvavidas

De manera análoga, el coste de las balsas salvavidas se establece con el uso de la siguiente fórmula, la cual relaciona el número de personas para las que tienen capacidad,

$$C_{balsa} = N_{balsas} * K_{balsa} * N_{personas}^{1/3}$$

Donde,

- $N_{balsas} = 5$  es el número de balsas salvavidas.
- $K_{balsa} = 1200 \text{ €}$  es el coste unitario de las balsas arriables.
- $N_{personas} = 18$  es el número de personas de capacidad de la balsa.

Entonces,

$$C_{balsa} = 5 * 1200 * 18^{1/3}$$
$$C_{balsa} = 15724.45 \text{ €}$$

▪ Dispositivos de lanzamiento para botes cerrados

El coste de los pescantes para los botes cerrados viene dado por,

$$C_{pescantes} = K_{pescantes} * N_{personas}^{2/3}$$

Donde,

- $K_{pescantes} = 4000 \text{ €}$  es el coste para botes cerrados.
- $N_{personas} = 40$  es el número de personas para las que el bote tiene cabida.

Entonces,

$$C_{pescantes} = 4000 * 40^{2/3}$$
$$C_{pescantes} = 46784.28 \text{ €}$$

▪ Dispositivos individuales de salvamento

En esta partida se evalúan los costes de aros, chalecos, señales, lanzacabos y elementos varios de salvamento. Con tal fin se emplea la siguiente expresión,

$$C_{varios} = 2500 + 30 * N_{tripulación}$$

Donde,

- $N_{tripulación} = 36$  es el número total de personas a bordo.

Entonces,

$$C_{varios} = 2500 + 30 * 36$$
$$C_{varios} = 3580 \text{ €}$$

#### 4.1.2.3 Habilitación y alojamientos

El coste viene dado por la siguiente expresión,

$$C_{habilitación} = K_{habilitación} * S_{habilitación}$$

Donde,

- $K_{habilitación} = 400 \text{ €/m}^2$  es un coeficiente en función de la calidad de la habilitación.
- $S_{habilitación} = 1936.56 \text{ m}^2$  es la superficie de la habilitación, sin contar gambuzas ni cámaras frigoríficas.

Entonces,

$$C_{habilitación} = 400 * 1936.56$$
$$C_{habilitación} = 774624 \text{ €}$$

El coste de las horas de instalación de la habilitación se calcula empleando la ratio  $16 \text{ h/m}^2$  con un coste de  $30 \text{ €/h}$ . Por lo tanto, el coste final resulta,

$$C_{habilitación \text{ TOTAL}} = 774624 + 30 * 16 * 1936.56$$

$$C_{\text{habilitación TOTAL}} = 1704172.8 \text{ €}$$

#### 4.1.2.4 Equipos de fonda y hotel

- Cocina y oficinas

Esta partija incluye habilitación de locales, equipos de cocina y electrodomésticos. Se estima como,

$$C_{\text{cocina y oficinas}} = K_{\text{cocina y oficinas}} * N$$

Donde,

- $K_{\text{cocina y oficinas}} = 420$  es un coeficiente sobre el coste de persona a bordo. Vale 420 para buques oceánicos en general.
- $N = 36$  es el número de personas a bordo.

Entonces,

$$C_{\text{cocina y oficinas}} = 420 * 36$$

$$C_{\text{cocina y oficinas}} = 15120 \text{ €}$$

- Gambuzas frigoríficas

Su coste se calcula empleando la siguiente expresión,

$$C_{GF} = 1800 * V^{2/3}$$

Donde,

- $V = 127.5 \text{ m}^3$  es el volumen neto de la gambuza.

Entonces,

$$C_{GF} = 1800 * 127.5^{2/3}$$

$$C_{GF} = 45598.02 \text{ €}$$

- Equipos de lavandería y varios

Se considera que el coste por tripulante que pernocte a bordo es de 240 €. Por lo tanto, una estimación próxima del coste será,

$$C_{\text{lavandería y varios}} = 240 * 36$$

$$C_{\text{lavandería y varios}} = 8640 \text{ €}$$

#### 4.1.2.5 Equipos de acondicionamiento de alojamientos

- Equipos de acondicionamiento de alojamientos

Para los equipos de calefacción y aire acondicionado se considera un coste unitario de 60 €/m<sup>2</sup> de espacio de habilitación,

$$C_{AC} = 60 * 1936.56$$

$$C_{AC} = 116193.6 \text{ €}$$

- Varios

Para otros equipos como radiadores eléctricos se estima un coste de,

$$C_{var} = 72 * N = 72 * 36$$

$$C_{varios} = 2592 \text{ €}$$

#### 4.1.2.6 Equipos de navegación y comunicaciones

- Equipos de navegación

Estos costes son obtenidos del libro del profesor Fernando Junco Ocampo, "Proyectos de buques y artefactos. Criterios de Evaluación Técnica y Económica del proyecto de un buque".

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
<b>TOTAL EQUIPOS NAVEGACIÓN</b>	<b>89550</b>	<b>149100</b>
<b>Valor MEDIO</b>	<b>119325</b>	

Entonces,

$$C_{eq.navegación} = 119325 \text{ €}$$

- Equipos auxiliares de navegación

El coste de estos se estima como el 8% del de los equipos de navegación, es decir,

$$C_{eq. AUX navegación} = 0.08 * 119325$$

$$C_{eq. AUX navegación} = 9546 \text{ €}$$

- Comunicaciones externas

En esta partida se incluyen los equipos de telegrafía, telefonía, y sistema de comunicación por satélite. Su valor puede variar entre 48000 y 120000 €, dependiendo del nivel.

$$C_{com.EXT} = 84000 \text{ €}$$

- Comunicaciones internas

Este apartado abarca altavoces, teléfonos autogeneradores y teléfonos automáticos. Su coste puede variar entre 12000 y 36000 € dependiendo del nivel.

$$C_{com.INT} = 24000 \text{ €}$$



#### 4.1.2.7 Medios contraincendios convencionales

- Instalaciones sofocadoras fijas en cámara de máquinas

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

$$C_{IM} = 8.4 * L_{CCMM} * B * D_{CCMM}$$

Donde,

- $L_{CCMM} = 21.7 \text{ m}$  es la eslora de la cámara de máquinas.
- $B = 56.5 \text{ m}$  es la manga del buque.
- $D_{CCMM} = 25 \text{ m}$  es el puntal de la cámara de máquinas.

Entonces,

$$C_{IM} = 8.4 * 21.7 * 56.5 * 25$$

$$C_{IM} = 257470.5 \text{ €}$$

- Equipos de detección de incendios

Para estimar el coste de estos se utilizan también las dimensiones de la cámara de máquinas.

$$C_{DIn} = 8 * K_1 * L_{CCMM} * B * D_{CCMM} + 12.24 * K_2 * N_{CH}$$

Donde,

- $K_1 = K_2 = 1$  son unos coeficientes que indican que la cámara de máquinas está desatendida y hay detección en los alojamientos, respectivamente.
- $N_{CH} = 5$  número de cubiertas de alojamiento, de las 6 cubiertas, 1 se emplea en el puente de mando.

Entonces,

$$C_{DIn} = 8 * 1 * 21.7 * 56.5 * 25 + 12.24 * 1 * 5$$

$$C_{DIn} = 245271.2 \text{ €}$$

- Equipos cubierta de carga

Se calculan según las dimensiones del buque,

$$C_{cc} = 11 * (1 + 0.0013 * L) * L * B$$

Entonces,

$$C_{cc} = 11 * (1 + 0.0013 * 302.9) * 302.9 * 56.5$$

$$C_{cc} = 262380.48 \text{ €}$$

#### 4.1.2.8 Equipos convencionales de servicio de carga

El coste de cada grúa se estima siguiendo la siguiente expresión,

$$C_{servicios \text{ de carga}} = 2520 * SWL^{0.765} * L_g^{0.85}$$

Donde,

- $SWL = 1.2 \text{ t}$  es la carga de trabajo de la grúa.
- $L_g = 5 \text{ m}$  es la longitud de la pluma de la grúa.

Entonces,

$$C_{servicios\ de\ carga} = 2520 * 1.2^{0.765} * 5^{0.85}$$

$$C_{servicios\ de\ carga} = 11378.86\ \text{€}$$

#### 4.1.2.9 Instalación eléctrica

$$C_{IE} = 481 * kW^{0.77}$$

Donde,

- $kW = 3 * 2310 + 945 = 7875\ kW$  potencia instalada sacada del balance eléctrico.

Entonces,

$$C_{IE} = 481 * 7875^{0.77}$$

$$C_{IE} = 481125.09\ \text{€}$$

#### 4.1.2.10 Tuberías

$$C_{Tub} = 2705 * (0.015 * L_{CCMM} * B * D_{CCMM} + 0.18 * L) + K_t * BHP + 1.5 * (3 * L_{CCMM} * B * D_{CCMM} + Q_B + 4 * S_h)$$

Donde,

- $L_{CCMM} = 21.7\ m$  es la eslora de la cámara de máquinas.
- $B = 56.5\ m$  es la manga del buque.
- $D_{CCMM} = 25\ m$  es el puntal de la cámara de máquinas.
- $L = 302.9\ m$  es la eslora del buque.
- $K_t = 8$  es un coeficiente que hace referencia a que el motor principal quema combustible pesado.
- $BHP = 50526.70\ CV = 37680\ kW$  es la potencia nominal del motor propulsor.
- $Q_B = 316508.171\ m^3$  es el volumen de las bodegas.
- $S_h = 1939.63\ m^2$  es la superficie de la habilitación.

Entonces,

$$C_{Tub} = 2705 * (0.015 * 21.7 * 56.5 * 25 + 0.18 * 302.9) + 8 * 50526.7 + 1.5 * (3 * 21.7 * 56.5 * 25 + 316508.17 + 4 * 1939.63)$$

$$C_{Tub} = 2419700.74\ \text{€}$$

#### 4.1.2.11 Accesorios de equipos, armamentos e instalaciones

- Puertas metálicas, ventanas y portillos

Su costo se estima como,

$$C_{ppv} = 2705 * N^{0.48} = 2705 * 36^{0.48}$$

$$C_{ppv} = 15107.5\ \text{€}$$

- Escaleras, pasamanos y candeleros

$$C_{EPC} = 22.2 * L^{1.6} = 22.2 * 302.9^{1.6}$$

$$C_{EPC} = 207220.07\ \text{€}$$

- Escotillas de acceso, lumbreras y registros

$$C_{ELR} = 12.6 * L^{1.5} = 12.6 * 302.9^{1.5}$$

$$C_{ELR} = 66423.15 \text{ €}$$

- Accesorios de fondeo y amarre

$$C_{AFA} = e^{3.1} * 6 * (L * (B + D))^{0.815}$$

$$C_{AFA} = e^{3.1} * 6 * (302.9 * (56.5 + 29.4))^{0.815}$$

$$C_{AFA} = 528357.02 \text{ €}$$

- Escalas reales, planchas de desembarco y escalas de práctico

$$C_{ERP} = 320 + 225 * (D - 0.03 * L) * N_{er}$$

Donde,

- $N_{er} = 2$  es el número de escaleras reales.

Entonces,

$$C_{ERP} = 320 + 225 * (29.4 - 0.03 * 302.9) * 2$$

$$C_{ERP} = 9460.85 \text{ €}$$

- Toldos, fundas y accesorios de estiba de respetos

$$C_{EPE} = 40 * (L * (B + D))^{0.68}$$

$$C_{EPE} = 40 * (302.9 * (56.5 + 29.4))^{0.68}$$

$$C_{EPE} = 40221.55 \text{ €}$$

### 4.1.3 Maquinaria

#### 4.1.3.1 Equipo de gobierno

- Servomotor

$$C_{SM} = 3700 * M^{\frac{2}{3}}$$

Donde,

- $M = 144.45 \text{ kW}$  es la potencia del servomotor

Entonces,

$$C_{SM} = 3700 * 144.45^{\frac{2}{3}}$$

$$C_{SM} = 101862.29 \text{ €}$$

#### 4.1.3.2 Equipo de amarre y fondeo

- Molinete

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

$$C_M = N_M * 300 * d^{1.3}$$

$$C_M = 2 * 300 * 117^{1.3}$$

$$C_M = 292949.57 \text{ €}$$

- Chigre

$$C_{CHIGRE} = N_{CHIGRES} * 7800 * T_a^{2/3}$$

Donde,

- $T_a = 24.75 \text{ t}$  es la tracción

Entonces,

$$C_{CHIGRE} = 6 * 7800 * 24.75^{2/3}$$

$$C_{CHIGRE} = 397462.34 \text{ €}$$

#### 4.1.4 Instalación propulsora

##### 4.1.4.1 Máquinas propulsoras

- Motor propulsor

El coste del motor propulsor se obtiene en función del número de cilindros, su diámetro y las revoluciones de régimen del motor, siguiendo la ecuación mostrada a continuación,

$$C_{MP} = 2292 * N_C^{0.75} * d_{cil}^{0.9}$$

Donde,

- $N_C = 8$  es el número de cilindros del motor propulsor.
- $d_{cil} = 700 \text{ mm}$  es el diámetro de los cilindros.

Entonces,

$$C_{MP} = 2292 * 8 * 0.75 * 700^{0.9}$$

$$C_{MP} = 3963878.55 \text{ €}$$

##### 4.1.4.2 Líneas de ejes

- Acoplamiento y embarques

El coste de acoplamiento elástico puede estimarse a partir de,

$$C_{AE} = 285 * BHP / rpm$$

Donde,

- $BHP = 50526.70 \text{ CV} = 37680 \text{ kW}$  es la potencia del motor propulsor.
- $rpm = 72$  son las revoluciones por minuto del motor propulsor.

Entonces,

$$C_{AE} = 285 * 50526.70 / 72$$

$$C_{AE} = 200001.52 \text{ €}$$

- Ejes y chumaceras

$$C_{EC} = 3.6 * BHP = 3.6 * 50526.70$$

$$C_{EC} = 181896.12 \text{ €}$$

▪ Bocinas y cierres

Una aproximación de su coste,

$$C_{bc} = 7.515 * BHP^{0.85} = 7.515 * 50526.70^{0.85}$$

$$C_{bc} = 74803.48 \text{ €}$$

▪ Freno y torsiómetro

El costo estimado es de,

$$C_{FT} = 15000 \text{ €}$$

#### 4.1.4.3 Hélice

La aproximación del coste de la hélice de paso fijo se efectúa dependiendo del material empleado en esta. En el caso estudiado se emplea una aleación cuyo coste es de unos 8000 €/t.

Sabiendo que el peso de la hélice es,

$$P_{Hélice} = 0.08 * D^3 = 0.08 * 10.13^3 = 83.16 \text{ t}$$

Entonces,

$$C_{Hélice} = 8000 * 86.16$$

$$C_{Hélice} = 689280 \text{ €}$$

Se supone que el coste de la hélice de respecto es el mismo.

### 4.1.5 Maquinaria auxiliar de propulsión

#### 4.1.5.1 Grupos electrógenos

▪ Generadores accionados por motor Diésel

$$C_{Generador\ aux} = \left( 252 * D_{cil}^{2.2} * \frac{N_c^{0.8}}{rpm} + 2400 * \left( \frac{kW_g}{rpm} \right)^{\frac{2}{3}} \right) * N_{gen}$$

Donde,

- $D_{cil} = 270 \text{ mm}$  es el diámetro del cilindro.
- $N_c = 7$  es el número de cilindros de los que dispone.
- $rpm = 750$  son las revoluciones por minuto de generador.
- $kW_g = 2310 \text{ kW}$  es la potencia generada.
- $N_{gen} = 3$  es el número de generadores instalados.

Entonces,

$$C_{Generador\ aux} = \left( 252 * 270^{2.2} * \frac{7^{0.8}}{750} + 2400 * \left( \frac{2310}{750} \right)^{\frac{2}{3}} \right) * 3$$

$$C_{Generador\ aux} = 1083162.98 \text{ €}$$

▪ Generador de emergencia

$$C_{\text{Generador emergencia}} = \left( 252 * D_{\text{cil}}^{2.2} * \frac{N_c^{0.8}}{\text{rpm}} + 2400 * \left( \frac{kW_g}{\text{rpm}} \right)^{\frac{2}{3}} \right) * N_{\text{gen}}$$

Donde,

- $D_{\text{cil}} = 230 \text{ mm}$  es el diámetro del cilindro.
- $N_c = 7$  es el número de cilindros de los que dispone.
- $\text{rpm} = 750$  son las revoluciones por minuto de generador.
- $kW_g = 945 \text{ kW}$  es la potencia generada.
- $N_{\text{gen}} = 1$  es el número de generadores instalados.

Entonces,

$$C_{\text{generador de emergencia}} = \left( 252 * 230^{2.2} * \frac{7^{0.8}}{750} + 2400 * \left( \frac{945}{750} \right)^{\frac{2}{3}} \right) * 1$$

$$C_{\text{Generador emergencia}} = 252960.41 \text{ €}$$

**4.1.5.2 Equipo de circulación, refrigeración y lubricación de la planta propulsora y auxiliares**

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

Donde,

- $K_1 = 1.2$  para motores de dos tiempos.
- $K_2 = 1$  o  $0$  dependiendo de si existe o no enfriador central de placas de titanio.
- $\text{BHP} = 50526.70 \text{ CV} = 37680 \text{ kW}$

Entonces,

$$C_{\text{CRL}} = (1.2 + 1) * 37680$$

$$C_{\text{CRL}} = 82896 \text{ €}$$

**4.1.5.3 Equipos de generación de vapor**

Se toma del de referencia del buque base,

$$C_{\text{GV}} = 780000 \text{ €}$$

**4.1.5.4 Equipos de Arranque de Motores**

$$C_{\text{arranque motor}} = 78 * N_{\text{co}} * Q_{\text{co}}$$

Donde,

- $N_{\text{co}} = 2$  es el número de compresores instalados para el arranque.
- $Q_{\text{co}} = 435 \text{ m}^3/\text{h}$  es el caudal unitario.

Entonces,

$$C_{\text{arranque motor}} = 78 * 2 * 435$$

$$C_{\text{arranque motor}} = 67860 \text{ €}$$

#### 4.1.5.5 Equipos de manejo de combustible

$$C_{MC} = 44 * N_{bt} * Q_{bt} + 2.1 * BHP$$

Donde,

- $N_{bt} = 2$  es el número de bombas de trasiego.
- $Q_{bt} = 14.26 \text{ m}^3/\text{h}$  es la capacidad de cada una de las bombas de trasiego.

Entonces,

$$C_{MC} = 44 * 2 * 14.26 + 2.1 * 37680$$

$$C_{MC} = 80382.88 \text{ €}$$

#### 4.1.5.6 Equipos de purificación

Este aparatado hace referencia a las purificadoras centrífugas de aceite y las de combustible pesado, junto con los calentadores. El coste se calcula con la siguiente ecuación,

$$C_{pu} = 10000 * N_{pa} * Q_{pa} * K_1 + 5200 * N_{pf} * Q_{pf} * K_1 * K_2 * K_3$$

Donde,

- $N_{pa} = 1$  es el número de purificadores de aceite.
- $Q_{pa} = 4.93 \text{ m}^3/\text{h}$  es el caudal unitario de la purificadora.
- $K_1 = 1$
- $N_{pf} = 2$  es el número de purificadoras de combustible pesado.
- $Q_{pf} = 4.17 \text{ m}^3/\text{h}$  es el caudal unitario de las purificadoras de combustible pesado.
- $K_2 = 4$
- $K_3 = 1.25$

Entonces,

$$C_{pu} = 10000 * 1 * 4.93 * 1 + 5200 * 2 * 4.17 * 1 * 4 * 1.25$$

$$C_{pu} = 266140 \text{ €}$$

#### 4.1.5.7 Equipo de manejo de lodos, trasiegos y derrames

Un coste medio es estimado,

$$C_{ltd} = 1500 \text{ €}$$

#### 4.1.5.8 Equipo de tratamiento por aditivos de limpieza

Su coste, según la expresión mostrada, depende de la potencia propulsora instalada,

$$C_{TRA} = 24 * BHP^{2/3}$$

$$C_{TRA} = 24 * 36780^{2/3}$$

$$C_{TRA} = 26974.40 \text{ €}$$

#### 4.1.5.9 Bombas de lastre, sentinas y CI

El coste es estimado mediante el caudal total de las bombas,

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

Donde,

- $K_1 = 3$  para  $GT > 4000$ .
- $K_2 = 3$  para  $GT > 4000$ .
- $K_3 = 4$  para  $GT > 4000$ .
- $K_4 = 1$  para  $GT > 4000$ .
- $N_{bs} = 3$  es el número de bombas de sentinas.
- $Q_{bs} = 200 \text{ m}^3/\text{h}$  es el caudal unitario de las bombas de sentinas.
- $N_{CI} = 5$
- $Q_{CI} = 600 \text{ m}^3/\text{h}$

Entonces,

$$C_{LSCI} = 600 * 3 * 200^{\frac{1}{3}} * 3 + 960 * 5 * 600^{\frac{1}{3}} * 3 + 960 * 600^{1/3} * 4 + 1100 * 200 * 1$$
$$C_{LSCI} = 405421.51 \text{ €}$$

#### 4.1.5.10 Separadores de sentinas

Su coste viene dado en función del arqueo bruto,

$$C_{SS} = 156 * GT^{0.5} + 5100 * K_{SS}$$

Donde,

- $GT = 138062.58 \text{ t}$  es el valor del arqueo bruto.
- $K_{SS} = 1$  con control automático de descarga.

Entonces,

$$C_{SS} = 156 * 138062.58^{0.5} + 5100 * 1$$
$$C_{SS} = 63064.57 \text{ €}$$

#### 4.1.5.11 Equipos sanitarios

- Generador de agua dulce

Su coste se estima según la capacidad de este,

$$C_{gen AD} = 1385 * Q$$

Donde,

- $Q = 9.18 \text{ t/día}$  es la capacidad el generador.

Entonces,

$$C_{gen AD} = 1385 * 9.18$$
$$C_{gen AD} = 12806.1 \text{ €}$$

- Planta de tratamiento de aguas fecales

Su precio se estima según el número de tripulantes a bordo,

$$C_{TAF} = 2640 * N^{0.4} = 2640 * 36^{0.4}$$
$$C_{TAF} = 11069.42 \text{ €}$$

- Grupos hidrófobos



$$C_{GH} = 660 * N^{0.5} = 660 * 36^{0.5}$$

$$C_{GH} = 3960 \text{ €}$$

- Incinerador de residuos sólidos

$$C_{IR} = 11400 * N^{0.2} = 11400 * 36^{0.2}$$

$$C_{IR} = 23343.47 \text{ €}$$

#### 4.1.5.12 Varios

- Ventiladores de Cámara de Máquinas

Se calculan como,

$$C_{vent \text{ CCMM}} = 7.5 * N_v * Q_v^{0.5} + 5.52 * K_f * BHP^{0.5}$$

Donde,

- $N_v = 8$  es el número de ventiladores de la Cámara de Máquinas.
- $Q_v = 50752 \text{ m}^3/\text{h}$  es el caudal unitario de los ventiladores
- $K_f = 1$  se refiere al tipo de combustible quemado por el motor principal, en el caso dado, pesado.
- $BHP = 50526.70 \text{ CV} = 37680 \text{ kW}$

Entonces,

$$C_{vent \text{ CCMM}} = 7.5 * 8 * 50752^{0.5} + 5.52 * 1 * 50526.70^{0.5}$$

$$C_{vent \text{ CCMM}} = 14757.72 \text{ €}$$

- Equipos de desmontaje

El costo de estos equipos se expresa como,

$$C_{ed} = 0.84 * K_{ed} * BHP$$

Donde,

- $K_{ed} = 3$  para el puente grúa

Entonces,

$$C_{ed} = 0.84 * 3 * 37680$$

$$C_{ed} = 94953.6 \text{ €}$$

- Taller de máquinas

Su precio oscila entre 3600 € y 13200 € según el nivel.

$$C_{TM} = 8400 \text{ €}$$

### 4.1.6 Cargos y respectos

#### 4.1.6.1 Respectos especiales

- Hélice de respecto

Como ya se ha mencionado con anterioridad, se considera el mismo coste que la de servicio, es decir,

$$C_{Hélice} = 689280 \text{ €}$$

▪ Línea de ejes de respecto

$$C_{ler} = 2.4 * BHP = 2.4 * 37680$$

$$C_{ler} = 90432 \text{ €}$$

### 4.1.7 Instalaciones especiales

#### 4.1.7.1 Equipos especiales de Servicio de Carga

▪ Bombas de descarga

Para estimar su coste se emplea la siguiente expresión,

$$C_{bc} = 30 * K_1 * K_2 * Q_B^{0.82} * H_D^{0.5} * N_B$$

Donde,

- $K_1 = 1$ , es un coeficiente que describe que las bombas son accionadas mediante corriente eléctrica.
- $K_2 = 1$  este coeficiente indica que las bombas son de acero regular.
- $Q_B = 2822.19 \text{ m}^3/h$  es el caudal de la bomba.
- $H_D = 135 \text{ mca}$  es la altura de descarga.
- $N_B = 9$  es el número de bombas que se disponen para este servicio.

Entonces,

$$C_{bc} = 30 * 1 * 1 * 2822.19^{0.82} * 135^{0.5} * 9$$

$$C_{bc} = 2118416.607 \text{ €}$$

▪ Sistema de cebado

$$C_{sc} = 42 * (N_b * Q_b)^{0.9}$$

$$C_{sc} = 42 * (3 * 200)^{0.9}$$

$$C_{sc} = 13291.85 \text{ €}$$

▪ Equipos de accionamiento de Espacios de Carga

El coste del Calentador de Gas, junto con sus bombas de circulación se aproxima mediante el empleo de la siguiente expresión,

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

Donde,

- $Q_t = 316508.171 \text{ m}^3$  es el volumen de las bodegas.
- $N_B = 3$  es el número de bombas de descarga.

Entonces,

$$C_{aec} = 24 * 316508.171^{2/3} * 3$$

$$C_{aec} = 334391.92 \text{ €}$$

#### 4.1.7.2 Instalaciones y equipos de automatización, telecontrol y alarma

- Dispositivos de automatización y control reglamentarios

En función de la potencia instalada se obtiene el coste de estos,

$$C_{AC} = 3240 * K_1 * BHP^{1/3}$$

Donde,

- $K_1 = 1.5$  es el factor que depende del grado de automatización.
- $BHP = 50526.70 CV = 37680 kW$

Entonces,

$$C_{AC} = 3240 * 1.5 * 37680^{1/3}$$

$$C_{AC} = 162932.07 \text{ €}$$

- Cabina y puestos de control

$$C_{CPC} = 1080 * S_{CC}^{0.85}$$

Donde,

- $S_{CC} = 53 m^2$  es el área del cuarto de control de máquinas.

Entonces,

$$C_{CPC} = 1080 * 53^{0.85}$$

$$C_{CPC} = 31554.28 \text{ €}$$

- Restantes equipos de automatización y control

Este parámetro depende de la complejidad de los mismos, su coste se puede estimar entre 12000 € y 50000 €, en el caso tratado,

$$C_{reac} = 30000 \text{ €}$$

#### 4.1.7.3 Instalaciones y equipos especiales contra incendios

- Instalaciones contra incendios de carácter estructural

$$C_{CCI CE} = 4600 + 5.5 * S_H$$

Donde,

- $S_h = 1936.56 m^2$  es la superficie de la habilitación, sin contar gambuzas ni cámaras frigoríficas.

Entonces,

$$C_{CCI CE} = 4600 + 5.5 * 1936.56$$

$$C_{CCI CE} = 15251.08 \text{ €}$$

#### 4.1.7.4 Instalaciones y Equipos especiales de Seguridad

- Planta de Gas Inerte

$$C_{pgi} = 9000 * Q_{gi}^{0.38}$$

Donde,

- $Q_{gi} = 15000 \text{ m}^3/\text{h}$  es el caudal máximo del sistema.

Entonces,

$$C_{pgi} = 9000 * 15000^{0.38}$$

$$C_{pgi} = 347661.97 \text{ €}$$

#### 4.1.8 Tabla resumen

CASCO	
ACERO LAMINADO Y PERF	26046816,9
PIEZAS FUNDIDAS Y FORJ.	26534,04
TIMONES Y ACCESORIOS	37260,92
MATERIALES AUX. CONST. CASCO	2003601,5
PREPARACIÓN SUPERFICIES	811065,63
PINTURA EXT OV	197505,52
PINTURA EXT OM	18249,12
PINTUTA INT CASCO	31735,15
PINT TUBERIAS	2535,45
GALVANIZADO Y CEMENTADO	18561,73
PROTECCIÓN CATÓDICA	42815,88
ANCLAS	172500
CABLES Y CADENAS Y ESTACHAS	40331,96
BOTES	105264,64
BALSAS	15724,45
DISP. LANZA. BOTES CERRADOS	46784,28
VARIOS	3580
HABILITACIÓN	1704172,8
COCINA Y OFICIOS	15120
GAMBUZAS FRIGORÍFICAS	45598,02
LAVANDERÍA Y VARIOS	8640
EQUIPOS ACONDIC. ALOJA.	116193,6
VARIOS	2562
EQUIPOS NAVEGACIÓN	119325
EQUIPOS AUX. NAVEGACIÓN	9546
COMUNICACIONES EXT	84000
COMUNICACIONES INT	24000
CI SOFOCADORAS FIJAS CCMM	257470,5
DETECCIÓN DE INCENDIOS	245271,2
EQUIPOS CUBIERTA DE CARGA	262380,48
SERVICIOS DE CARGA	11378,86
INSTALACIÓN ELÉCTRICA	481125,09
TUBERÍAS	2419700,74
PUERTAS METÁLICAS, VENTANAS	15107,5

ESCALERAS, PASAMANOS, CANDE.	207220,07
ESCOTILLAS, LUMBRERAS	66423,15
ACCES. FONDEO Y AMARRE	528357,02
ESCALERAS REALES, PLANCHAS, ESCALAS	9460,85
TOLDOS, FUNDAS	40221,55
SERVOMOTOR	101862,29
MOLINETE	292949,57
CHIGRE	397462,34
MOTOR PROPULSOR	3963878,55
ACOPLAMIENTOS Y EMBARQUES	200001,52
EJES Y CHUMACERAS	181896,12
BOCINAS Y CIERRES	74803,48
FRENO Y TORSIÓMETRO	15000
HÉLICE	689280
GENERADOR AUX	1083162,98
GENERADOR EMER	252960,41
EQUIPO CIRCU. REFRIG. LUBR	82896
EQUI. VAPOR	780000
ARRANQUE MOTOR	67860
MANEJO COMBUSTIBLE	80382,88
PURIFICACIÓN	266140
LODOS, TRASIEGOS, DERRAMES	1500
TRAT. POR ADITIVOS DE LIMPIEZA	26974,4
LASTRE, SENTINAS, CI	405421,5
SEPARADORES DE SENTINAS	63064,57
GENE. AD	12806,1
TRAT. AGUAS FECALES	11069,42
GRUPOS HIDRÓFOBOS	3960
INCINERADOR DE RESIDUOS SÓL.	23343,47
VENT. CCMM	14757,72
EQUIPOS DE DESMONTAJE	94953,6
TALLER MÁQUINAS	8400
HÉLICE RESPECTO	689280
LÍNEAS DE EJES RESPECTO	90432
BOMBAS DESCARGA	2118416,607
SIST. CEBADO	13291,85
EQUI. ACCION. ESPACIO CARGA	334391,92
AUTOMA. Y CONTROL REGLA.	162932,07
CABINA Y PUESTOS CONTROL	31554,28
RESTANTES EQUI. AUTOMA.	30000
CI ESTRUCTURAL	15251,08
PLANTA GAS INERTE	347661,97
<b>TOTAL CASCO</b>	<b>49324140,3</b>

## 4.2 Mano de obra

En las siguientes partidas se estudian los costes debido a la mano de obra necesaria para llevar a cabo el trabajo de construcción del buque proyectado. Así, se pretende conocer el salario y las horas empleadas por los trabajadores en la construcción.

El salario de los trabajadores es influenciado por distintos factores, entre los que destaca la mano de obra directa, las cargas sociales anuales del personal empleado y los gastos indirectos del astillero que se carguen al buque.

Considerado lo anterior, se estima en España un valor de mano de obra de unos 30 €/h. Para obtener las horas totales, se emplea una serie de formulaciones para las diversas partidas.

### 4.2.1 Casco

#### 4.2.1.1 Acero laminado

Las horas correspondientes a la mano de obra empleada en la construcción del casco se estima con la siguiente expresión,

$$H_C = K_{ht} * P_{ac} * (1 + K_f * (1 + C_f) * (1 + K_b) * (1 + K_e * C_e) * (1 + K_C * (N_C - 1)))$$

Donde,

- $K_{ht} = 30 \text{ h/t}$  es un índice de la mano de obra del casco, por lo general entre 20 y 100 h/t.
- $P_{ac} = 35150.90 \text{ t}$  es el peso neto de acero.
- $K_f = 0.3$  es un índice de coeficiente de formas.
- $C_f = 0.865$  es el coeficiente de formas.
- $K_b = 0$  es un índice de coeficiente de bulbo. En el caso tratado no se tiene bulbo.
- $K_e = 0.5$  es un índice de complejidad del acero especial.
- $C_e = 0$  es un coeficiente de peso de acero especial.
- $K_C = 0.05$  es un coeficiente del número de cubiertas.
- $N_C = 5$  es el número de cubiertas fuera de la cámara de máquinas y zonas extremas.

Entonces,

$$H_C = 30 * 35150.90 * (1 + 0.3 * (1 + 0.865) * (1 + 0) * (1 + 0.5 * 0) * (1 + 0.05 * (5 - 1)))$$

$$H_C = 1762536.43 \text{ horas}$$

#### 4.2.1.2 Resto de materiales del casco

Las horas que corresponden al resto de los materiales del casco (piezas fundidas y forjadas y a aluminio) para buques de una hélice,

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

Donde,

- $K_1 = 1$  para buques de una sola hélice.
- $L = 302.9 \text{ m}$  es la eslora de escantillonado.
- $D = 21.9 \text{ m}$  es el calado de escantillonado.

Entonces,

$$H_{pf} = 25 + 30 * 302.9^{\frac{1}{3}} * 21.9$$

$$H_{pf} = 4437.30 \text{ horas}$$

#### 4.2.1.3 Timones y accesorios

Las horas correspondientes a esta partida se estiman mediante,

$$H_{TI} = 100 * N_{TI} * L_{TI} * H_{TI}$$

Donde,

- $N_{TI} = 1$  es el número de timones.
- $L_{timón}$  hace referencia a la longitud del timón, 7.59 m.
- $H_{timón}$  es la altura del timón, 16.17 m.

Entonces,

$$H_{TI} = 100 * 7.59 * 16.17$$

$$H_{TI} = 12273.03 \text{ horas}$$

#### 4.2.1.4 Preparación de superficies

Las horas destinadas a la preparación de superficies se estima como el 2% de la superficie total de acero considerada.

$$S_{total} = S_{OV} + S_{OM} + S_{int}$$

$$S_{total} = 27623.15 + 4434.78 + 28852.137$$

$$S_{total} = 60910.07 \text{ m}^2$$

Entonces,

$$H_s = 0.02 * S_{total} = 0.02 * 60910.07$$

$$H_s = 1218.20 \text{ horas}$$

#### 4.2.1.5 Pintura y control de corrosión

Las horas correspondientes se aproximan como,

$$H_p = 0.25 * S_{OM} * (1 + 0.8 * N_{OM}) + 0.35 * S_{OV} * \frac{N_{OV}}{4} + 0.4 * S_i * N_i$$

Donde,

- $S_{OM} = 4434.78 \text{ m}^2$
- $S_{OV} = 27623.15 \text{ m}^2$
- $S_i = 28852.14 \text{ m}^2$
- $N_{OM} = N_{OV} = N_i = 2$  representa el número de manos aplicadas.

Entonces,

$$H_p = 0.25 * 4434.78 * (1 + 0.8 * 2) + 0.35 * 27623.15 * \frac{2}{4} + 0.4 * 28852.14 * 2$$

$$H_p = 30798.37 \text{ horas}$$

## 4.2.2 Equipo, armamento e instalaciones

### 4.2.2.1 Equipos de fondeo, amarre y remolque

Las horas correspondientes se pueden estimar como,

$$H_{far} = 27 * (N_{anclas} * P_{ancla})^{0.4} = 27 * (3 * 23)^{0.4}$$

$$H_{far} = 146.86 \text{ horas}$$

### 4.2.2.2 Medios de salvamento

En función del número de tripulantes,

$$H_{MS} = 300 + 15 * N = 300 + 15 * 36$$

$$H_{MS} = 840 \text{ horas}$$

### 4.2.2.3 Equipos de navegación y comunicaciones

En función del número de equipos de navegación,

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

Donde,

- $N_{eq} = 30$  es el número de equipos instalados.

Entonces,

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

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

### 4.2.2.4 Habilitación de alojamientos

$$H_h = 16 * S_h = 16 * 1936.56$$

$$H_h = 29048.4 \text{ horas}$$

### 4.2.2.5 Equipos de fonda y hotel

$$H_{FH} = 115 * N_{TRI} = 115 * 36$$

$$H_{FH} = 4140 \text{ horas}$$

### 4.2.2.6 Acondicionamiento en alojamientos

$$H_{acond.alo} = 2 * S_h = 2 * 1936.56$$

$$H_{acond.alo} = 3873.12 \text{ horas}$$

### 4.2.2.7 Medios contraincendios convencionales

$$H_{CI} = 5.5 * L = 5.5 * 302.9$$

$$H_{CI} = 1665.95 \text{ horas}$$



#### 4.2.2.8 Equipos convencionales de carga

$$H_{grúas} = 290 * N_{grúas} * SWL^{\frac{1}{3}}$$
$$H_{grúas} = 290 * 2 * 1.2^{\frac{1}{3}}$$
$$H_{grúas} = 616.34 \text{ horas}$$

#### 4.2.2.9 Instalación eléctrica

$$H_{IE} = 4 * S_H + 6 * Pot. instalada = 4 * 1936.56 + 6 * 7875$$
$$H_{IE} = 54996.24 \text{ horas}$$

#### 4.2.2.10 Tuberías

$$H_{tub} = 11 * BHP^{0.35} = 11 * 37680^{0.35}$$
$$H_{tub} = 439.57 \text{ horas}$$

#### 4.2.2.11 Accesorios de Equipo, Armamento e Instalaciones

$$H_{AEAI} = 80 * N_{TRI} + 56 * (L - 15) + 0.9 * L * (B + D) + 2 * L + 50 * N_{bo} + 100 * N_{pb} + 100 * N_{gm}$$

Donde,

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

Entonces,

$$H_{AEAI} = 80 * 36 + 56 * (302.9 - 15) + 0.9 * 302.9 * (56.5 + 21.9) + 2 * 302.9 + 50 * 7 + 100 * 2 + 100 * 2$$
$$H_{AEAI} = 41730.82 \text{ horas}$$

### 4.2.3 Maquinaria auxiliar de cubierta

#### 4.2.3.1 Equipo de gobierno

En función de la eslora del buque pueden ser estimadas las horas de mano de obra empleadas,

$$H_{EG} = 33 * L^{\frac{2}{3}} = 33 * 302.9^{\frac{2}{3}}$$
$$H_{EG} = 1488.38 \text{ horas}$$

#### 4.2.3.2 Equipo de fondeo y amarre

Se obtienen siguiendo la siguiente expresión,

$$H_{FA} = L * (1.75 * N_{mo} + 1.6 * N_{ch} + 1.7 * N_{ma})$$

Donde,

- $N_{mo} = 2$  es el número de molinetes.

- $N_{ch} = 6$  es el número de chigres.
- $N_{ma} = 2$  es el número de maquinillas de amarre.

Entonces,

$$H_{FA} = 302.9 * (1.75 * 2 + 1.6 * 6 + 1.7 * 2)$$
$$\mathbf{H_{FA} = 4997.85 \text{ horas}}$$

#### 4.2.4 Instalación propulsora

##### 4.2.4.1 Motor propulsor

En función de la potencia del motor, el número de hora de mano de obra se obtiene,

$$H_{MP} = 10 * BHP^{\frac{2}{3}} = 10 * 37680^{2/3}$$
$$\mathbf{H_{MP} = 11239.33 \text{ horas}}$$

##### 4.2.4.2 Línea de ejes

Sabiendo que el motor es directamente acoplado y que tan solo existe uno,

$$H_{LE} = 0.16 * BHP = 0.16 * 37680$$
$$\mathbf{H_{LE} = 6028.8}$$

##### 4.2.4.3 Hélice

$$H_{HE} = K_1 + K_2 * BHP * N_{HE}$$

Donde,

- $K_1 = 240$  es un coeficiente para las hélices de paso fijo.
- $K_2 = 0.004$  es un coeficiente para hélices de paso fijo.
- $N_{HE} = 1$  es el número de hélices instaladas.

Entonces,

$$H_{HE} = 240 + 0.004 * 37680$$
$$\mathbf{H_{HE} = 390.72 \text{ horas}}$$

#### 4.2.5 Maquinaria auxiliar de la propulsión

##### 4.2.5.1 Motores auxiliares

$$H_{MA} = 52 * N_g * kW^{0.43}$$

Donde,

- $kW_g = 2310 \text{ kW}$  es la potencia generada por cada generador.
- $N_g = 3$  es el número de generadores instalados.

Entonces,

$$H_{MA} = 52 * 3 * 2310^{0.43}$$
$$\mathbf{H_{MA} = 4359.91 \text{ horas}}$$

#### 4.2.5.2 Generador de emergencia

$$H_{Memergenci} = 52 * N_g * kW^{0.43}$$

$$H_{Memergencia} = 52 * 1 * 945^{0.43}$$

$$H_{Memergencia} = \mathbf{989.55 \text{ horas}}$$

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

Para los motores de dos tiempos,

$$H_{CRL} = 230 + 0.18 * BHP = 230 + 0.18 * 37680$$

$$H_{CRL} = \mathbf{7012.4 \text{ horas}}$$

#### 4.2.5.4 Equipos de manejo de combustible

El tiempo en horas para el caso de combustible pesado se calcula como,

$$H_{CO} = 0.27 * BHP = 0.27 * 37680$$

$$H_{CO} = \mathbf{10173.6 \text{ horas}}$$

#### 4.2.5.5 Equipos de arranque

$$H_{AM} = N_{co} * (40 + 3.5 * Q_{co})$$

Donde,

- $N_{co} = 2$  es el número de compresores instalados para el arranque.
- $Q_{co} = 435 \text{ m}^3/\text{h}$  es el caudal unitario.

Entonces,

$$H_{AM} = 2 * (40 + 3.5 * 435)$$

$$H_{AM} = \mathbf{3125 \text{ horas}}$$

#### 4.2.5.6 Equipos de purificación

$$H_p = (300 + 0.056 * BHP) * (N_{pa} + N_{pd} + N_{pf})$$

Donde,

- $N_{pa} = 1$  es el número de purificadores de aceite.
- $N_{pf} = 2$  es el número de purificadoras de combustible pesado.

Entonces,

$$H_p = (300 + 0.056 * 37680) * (1 + 2)$$

$$H_p = \mathbf{7230.24 \text{ horas}}$$

#### 4.2.5.7 Equipos auxiliares del casco

$$H_{auxcasco} = 420 + 0.47 * L * (B + D)$$

$$H_{auxcasco} = 420 + 0.47 * 302.9 * (56.5 + 21.9)$$

$$H_{auxcasco} = 11581.26 \text{ horas}$$

#### 4.2.5.8 Equipos sanitarios

$$H_{ES} = K_1 * (280 + 8 * Q_a) + K_2 * (200 + 3.5 * N) + K_3 * (410 + 3.9 * N) + 400 * K_4$$

Donde,

- $Q_a = 9.18 \text{ t/día}$  es la capacidad el generador
- $K_1 = 1$  debido a que se dispone de un generador de agua dulce.
- $K_2 = 1$  debido a que se dispone de un grupo hidrófobo.
- $K_3 = 1$  debido a que se dispone de una planta de tratamiento de aguas residuales.
- $N = 36$  es el número de tripulantes a bordo.

Entonces,

$$H_{ES} = 1 * (280 + 8 * 9.18) + 1 * (200 + 3.5 * 36) + 1 * (410 + 3.9 * 36) + 400 * 1$$

$$H_{ES} = 1629.84 \text{ horas}$$

#### 4.2.5.9 Ventiladores y elementos de desmontaje en Cámara de Máquinas

$$H_{VA} = K_{VA} + 0.005 * BHP$$

Donde,

- $K_{VA} = 950 \text{ kW}$  al emplearse una viga carril.

Entonces,

$$H_{VA} = 950 + 0.005 * 37680$$

$$H_{VA} = 1138.4 \text{ horas}$$

#### 4.2.5.10 Cargos, pertrechos y repuestos

Las horas necesarias para su estiba en el caso de motores de dos tiempos y con hélice y eje de repuesto,

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

$$H_{CPR} = 1 * 37680^{\frac{2}{3}} + 2 * 302.9 + 100$$

$$H_{CPR} = 1829.73 \text{ horas}$$

#### 4.2.5.11 Instalaciones especiales

- Bombas de descarga

$$H_{bd} = 210 * K_1 * K_2 * N_B$$

Donde,

- $K_1 = 1.1$  para bombas centrífugas.
- $K_2 = 1$  para bombas de accionamiento eléctrico.
- $N_B = 9$  es el número de bombas instaladas para tal fin.

Entonces,

$$H_{bd} = 210 * 1.1 * 1 * 9$$

$$H_{bd} = 2079 \text{ horas}$$

▪ Limpieza de espacios de carga

$$H_{LEC} = 0.15 * B * L^{1.05} = 0.15 * 56.5 * 302.9^{1.05}$$

$$H_{LEC} = 3415.89 \text{ horas}$$

▪ Tuberías y valvulería de carga

Las horas se pueden estimar como un 17% de las bombas de descarga, es decir,

$$H_{TyVC} = 0.17 * H_{bd} = 0.17 * 2079$$

$$H_{TyVC} = 353.43 \text{ horas}$$

▪ Instalaciones CI de carácter estructural

$$H_{CI\ ESTR.} = 1000 + 0.4 * S_h = 1000 + 0.4 * 1936.56$$

$$H_{CI\ ESTR.} = 1774.62 \text{ horas}$$

▪ Instalaciones fijas de CI en cubierta

$$H_{CI\ CUB.} = 0.39 * L^{1.1} * B = 0.39 * 302.9^{1.1} * 56.5$$

$$H_{CI\ CUB.} = 11817.95 \text{ horas}$$

▪ Instalaciones rociadores en habilitación

$$H_{roc} = 0.35 * S_h = 0.35 * 1936.56$$

$$H_{roc} = 677.8 \text{ horas}$$

▪ Detectores de incendios en CCMM y alojamientos

$$H_{detectores} = 65 * K_1 * (L_{CCMM} * D_{CCMM} * B)^{0.25} + 80 * K_2 * N_{CH}$$

Donde,

- $K_1 = K_2 = 1$  ya que la CCMM está desatendida y se instalan detectores en la habilitación.
- $L_{CCMM} = 21.7 \text{ m}$  es la eslora de la cámara de máquinas.
- $B = 56.5 \text{ m}$  es la manga del buque.
- $D_{CCMM} = 25 \text{ m}$  es el puntal de la cámara de máquinas.
- $N_{CH} = 5$  número de cubiertas de alojamiento, de las 6 cubiertas, 1 se emplea en el puente de mando.

Entonces,

$$H_{detectores} = 65 * (21.7 * 25 * 56.5)^{0.25} + 80 * 5$$

$$H_{detectores} = 1260.05 \text{ horas}$$

#### 4.2.6 Tabla resumen

Teniendo en cuenta que el valor de la mano de obra considerado es de 20 €/h.

<b>MANO DE OBRA</b>	
ACERO LAMINADO	1762536,43
PIEZAS ACERO FUNDIDO Y FORJ.	4437,3
TIMONES Y ACCESORIOS	12273,03
PREPARACIÓN SUPERFICIES	1218,2
PINTURA Y CONTROL DE SUPERFICIES	30798,37
EQUI. FONDEO, AMARRE, REMOLQUE	146,86
MEDIOS DE SALVAMENTO	840
NAVEGACIÓN Y COM.	354
HABILITACIÓN	29048,4
FONDA Y HOTEL	4140
ACONDI. ALOJAMIENTOS	3873,12
MEDIOS CI CONVENCIONALES	1665,95
EQUI. CONVENCIONALES CARGA	616,34
INSTALACIÓN ELÉCTRICA	54996,24
TUBERÍAS	439,57
ACCESORIOS EQUI., ARMA., INST.	41730,82
EQUIPO DE GOBIERNO	1488,38
FONDEO Y AMARRE	4997,85
MOTOR PROPULSOR	11239,33
LÍNEAS DE EJES	6028,8
HÉLICE	390,72
MOTORES AUXILIARES	4359,91
GENERADOR EMERGENCIA	989,55
EQUI. CIRC, REFR, LUBR	7012,4
MANEJO DE COMBUSTIBLE	10173,6
EQUIPOS DE ARRANQUE	3125
PURIFICACIÓN	7230,24
AUXILIARES DEL CASCO	11581,26
EQUIPOS SANITARIOS	1629,84
VENTILADORES Y ELEMENTOS CCMM	1138,4
CARGOS, PERTRECHOS Y REPUESTOS	1829,73
BOMBAS DE DESCARGA	2079
LIMPIEZA DE ESPACIOS DE CARGA	3415,89
TUBERÍAS Y VALVULERIA CARGA	353,43
CI CARÁCTER ESTRUCTURAL	1774,62
CI CUBIERTA	11817,95
ROCIADORES HABI.	677,8
DETECTORES INCENDIOS CCMMYH	1260,05
CI CUBIERTA	11820,95
<b>TOTAL HORAS</b>	<b>2055529,33</b>
<b>TOTAL COSTE</b>	<b>41110586,6</b>

## 5 COSTE DE CONSTRUCCIÓN Y ADQUISICIÓN

El coste de la construcción es la suma del coste de equipos, materiales y gastos directos además del coste de la mano de obra. Por lo tanto,

$$CC = \text{Coste equipos, materiales y gastos directos} + \text{Coste de la mano de obra}$$

$$CC = 49324140.3 + 41110586.6$$

$$CC = 90434726.9 \text{ €}$$

Al valor obtenido se le añaden gastos varios del astillero, entre los que destacan,

- Gastos de ingeniería como son: proyectos contratados en el exterior, ensayos en canal o estudios especiales contratados en el exterior.
- Clasificación, reglamentos y certificados que conciernen la Sociedad de Clasificación, otras entidades reguladoras, la inspección de buques o el Colegio Oficial de Ingenieros Navales.
- Pruebas y Garantía: prácticos, remolcadores, varada, pruebas, ensayos, montadores, supervisores, botadura o garantía.
- Armador y entrega: maqueta.
- Servicios auxiliares durante la construcción como son los equipos de andamiaje, instalación provisional de fuerza y alumbrado o la limpieza.
- Otros costos generales como es el seguro de construcción.

Estos gastos se pueden aproximar como un 2% del coste total del buque,

$$\text{Gastos Varios} = 0.02 * CC = 1808694.54 \text{ €}$$

Entonces,

$$CC_{TOTAL} = C_{\text{equipos,materiales,gastos directos}} + C_{MO} + \text{Gastos Varios}$$

$$CC_{TOTAL} = 90434726.9 + 1808694.54$$

$$CC_{TOTAL} = \mathbf{92243421.44 \text{ €}}$$

## 6 BENEFICIO INDUSTRIAL

El valor del beneficio industrial se expresa como porcentaje del coste total de construcción, el cual se modifica en relación a las circunstancias del mercado, el cual sufre ciclos muy acusados.

En situaciones en las que la demanda es elevada, puede superar el 20%; en contraposición, durante las temporadas de depresión es con frecuencia negativo.

Para el buque proyectado se supone un valor intermedio de beneficio industrial, un 8% del coste de construcción,

$$\textit{Beneficio Industrial} = 0.08 * CC_{TOTAL} = 0.08 * 92243421.44$$

$$\textit{Beneficio Industrial} = 7379473.72 \text{ €}$$



## 7 COSTE TOTAL (COSTE DE ADQUISICIÓN)

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

$$C_{TOTAL} = CC_{TOTAL} + BI$$
$$C_{TOTAL} = 92243421.44 + 7379473.72$$
$$C_{TOTAL} = \mathbf{99.622.895,16 \text{ €}}$$

## 8 EVALUACIÓN ECONÓMICA

En este apartado se pretende analizar la viabilidad del proyecto desarrollado, tanto para sin financiar como financiado.

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

El fletador es la imagen 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 con combustible, manipulación de la carga y tarifas de puertos y canales.

Esto deriva en la idea de que para un fletamento por tiempo no es necesario calcular ruta o consumos, aunque tampoco los beneficios directos de la venta de la carga tampoco son 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 buques, en 75000 €/día con existentes variaciones según el mercado.

Los días de operación se estiman como,

$$t = 8970 \frac{\text{millas}}{15.5 \frac{\text{millas}}{\text{hora}}} = 579 \text{ horas}$$

Este tiempo debe multiplicarse por dos ya que el buque debe de hacer un viaje de ida y otro de vuelta. Además, a este resultado se le añaden 15 horas de estancia en el muelle. Se obtiene,

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

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

Con cada flete, entonces, se logra un beneficio de 3675000 €. Este valor se considera constante, aunque como se ha mencionado, el mercado varía.

$$\text{Valor de cada flete} = 3675000 \text{ €}$$

$$\text{Ingresos anuales} = 7 * 3675000 = 25725000 \text{ €}$$

Pero cada dos años,

$$\text{Ingresos anuales} = 8 * 3675000 = 29400000 \text{ €}$$

### 8.2 Costes de explotación del buque

Por el simple hecho de estar trabajando, el buque genera costes que se dividen en fijos anuales y costes variables.

### 8.2.1 Costes fijos

Pertencen a este grupo aquellos costes que permanecen invariables con el paso del tiempo, independientemente del número de fletes llevados a cabo. Se incluyen aquí,

- Los costes de tripulación. Se estima una nómina de 20000 € por cada miembro de la tripulación.

$$\text{Coste tripulación} = 20000 * 36 = 720000 \text{ €}$$

- Los costes debido a reparaciones y mantenimiento, considerados un 1.5% del coste de adquisición del buque.

$$\text{Coste reparaciones y mantenimiento} = 0.015 * 99622895.16$$

$$\text{Coste reparaciones y mantenimiento} = 1494343.43 \text{ €}$$

- Los costes de seguros son estimados como 1% del coste de adquisición del buque.

$$\text{Coste seguros} = 0.01 * 99622895.16 = 996228.95 \text{ €}$$

- Los costes debido a pertrechos y varios se estiman también como un 1% del coste de adquisición,

$$\text{Coste pertrechos y varios} = 0.01 * 99622895.16 = 996228.95 \text{ €}$$

Los costes fijos anuales serán la suma de las partidas descritas previamente,

$$C_{\text{fijos anuales}} = 4206801.33 \text{ €}$$

### 8.2.2 Costes variables

Estos costes son función del número de fletes llevados a cabo. Se distingue,

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

Por lo tanto,

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

### 8.2.3 Amortización

Se ha visto el coste de adquisición del buque, además, suponiendo una vida útil de 25 años,

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

Donde,

- El valor residual se supone como un 10% del coste total,  
 $\text{Valor residual} = 9962289.52 \text{ €}$

Entonces,

$$\text{Amortización} = 3785670.02 \text{ €}$$

## 8.3 Estudio de viabilidad sin financiar

Se consideran los ingresos,

$$\text{Ingresos anuales} = 7 * 3675000 = 25725000 \text{ €}$$

Pero cada dos años,

$$\mathbf{Ingresos\ cada\ dos\ años = 8 * 3675000 = 29400000\ €}$$

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

- Costes fijos anuales,

$$C_{fijos\ anuales} = 4206801.33\ €$$

- Costes variables, que varían según el número de fletes,

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

$$C_{variables\ todos\ los\ años} = 631271.2 * 7 = 4418898.4\ €$$

$$C_{variables\ cada\ dos\ años} = 631271.2 * 8 = 5050169.6\ €$$

- Amortización,

$$\mathbf{Amortización = 3785670.02\ €/año}$$

Los costes totales son la suma de estos tres,

- Todos los años,

$$C_{totales\ cada\ año} = 12411369.75\ €$$

- Cada dos años,

$$C_{totales\ cada\ dos\ años} = 13042640.95\ €$$

Se pueden calcular los beneficios exentos de impuestos mediante la diferencia entre ingresos y costes. Así,

- Los años de 7 fletes los beneficios son de,

$$BENEFICIOS_{TODOS\ LOS\ AÑOS} = 1331630.25\ €$$

- Los años de 8 fletes los beneficios son,

$$BENEFICIOS_{CADA\ DOS\ AÑOS} = 16357359.05\ €$$

Sin embargo, es necesaria la aplicación de unos impuestos, estimados como el 30% del beneficio sin ellos. Entonces se tienen unos beneficios finales de,

$$BENEFICIOS_{TODOS\ LOS\ AÑOS\ CON\ IMP.} = 9319541.18\ €$$

$$BENEFICIOS_{CADA\ DOS\ AÑOS\ CON\ IMP.} = 11450151.34\ €$$

### 8.3.1 Flujo de caja

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

$$Flujo\ operativo_{anual} = 17099300.27\ €$$

$$Flujo\ operativo_{2\ AÑOS} = 20143029.07\ €$$

### 8.3.2 Cálculo de VAN y TIR

#### 8.3.2.1 VAN (Valor Actual Neto)

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 de 0, el proyecto genera beneficios, mientras que si es menor a 0, se producen pérdidas.

#### 8.3.2.2 TIR (Tasa Interna de Retorno)

Muestra la rentabilidad de una inversión, siendo el porcentaje de beneficio y está muy relacionada con el VAN.

## 8.4 Estudio de viabilidad financiada

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

$$\text{Financiación} = 79698316.12 \text{ €}$$

A esta entrada se le suman,

- Corretaje, comisión interna que se cobra por la gestión de la operación comercial, es el 0.1% de la financiación,

$$\text{Corretaje} = 79698.32 \text{ €}$$

- Comisiones, otros cobros posibles del banco. Suponiendo un 1.5% de la entrada,

$$\text{Comisiones} = 1195474.74 \text{ €}$$

$$\text{Financiación}_{TOTAL} = 80973489.18 \text{ €}$$

La devolución principal del crédito se produce al año siguiente de la entrega, teniendo en cuenta que el tipo de interés es del 13% anual y que se estima un período de préstamo de 7 años.

<b>VAN</b>	<b>27.215.904,48 €</b>
<b>TIR</b>	<b>13%</b>
<b>Periodo de recuperación</b>	<b>7</b>

El proyecto no financiado no es viable, mientras que el financiado demuestra ser viable y produce ganancias significativas. Este ha de ser el método a seguir en el caso de que el buque se lleve a los astilleros, debido a ser la financiación el único método que puede garantizar un beneficio.

## 9 BIBLIOGRAFÍA

- [1] R. Alvariño, J. J. Azpiroz y M. Meizoso, El proyecto básico del buque mercante, Madrid: Fondo editorial de ingeniería naval, 1998.
- [2] V. D. Casás y B. P. Varela, Asignatura: "Proyectos de buques y artefactos marinos I", Ferrol: Escuela Politécnica Superior, UDC, 2020/2021.
- [3] V. D. Casás y B. P. Varela, Proyectos del buque y artefactos marinos II, Ferrol: Escuela Politécnica Superior, 2020/2021.
- [4] DNVGL-RU-SHIP, Rudders and steering DNVGL-RU-SHIP, 2018.
- [5] OMI, *Convenio Internacional sobre Arqueo de Buques 1969*.
- [6] D. G. d. I. M. M. d. F. *Convenio Internacional sobre Líneas de Carga de 1966 y Protocolo de 1988*.

## **10 ANEXO I: ESTUDIO VIABILIDAD**

		0	1	2	3	4	5
COSTE CONSTRUCCIÓN	90434726,9						
GASTOS VARIOS	1808694,538						
COSTE CONSTRUCCIÓN TOTAL	92243421,43						
BI	7379473,715						
COSTE ADQUISICIÓN	99622895,15						
COSTE TRIPULACIÓN	720000						
OSTE REPARACIÓN Y MANTENIMIENT	1494343,427						
COSTE SEGUROS	996228,9515						
COSTE PERTRECHOS Y VARIOS	996228,9515						
COSTES FIJOS ANUALES	4206801,33						
COSTE VARIABLE POR FLETE	631271,2						
VALOR RESIDUAL	9962289,515						
AMORTIZACIÓN	3785670,016	0	3785670,02	3785670,02	3785670,02	3785670,02	3785670,02
VALOR CADA FLETE	3675000						
INGRESOS CADA AÑO	25725000						
INGRESOS CADA DOS AÑOS	29400000	0	25725000	29400000	25725000	29400000	25725000
COSTES ANUALES FIJOS	4206801,33	0	4206801,33	4206801,33	4206801,33	4206801,33	4206801,33
COSTES VARIALES TODOS LOS AÑOS	4418898,4						
COSTES VARIALES CADA DOS AÑOS	5050169,6	0	4418898,4	5050169,6	4418898,4	5050169,6	4418898,4
AMORTIZACIÓN	3785670,016	0	3785670,02	3785670,02	3785670,02	3785670,02	3785670,02
COSTES TOTALES CADA AÑO	12411369,75	0	12411369,7	13042640,9	12411369,7	13042640,9	12411369,7
COSTES TOTALES CADA 2 AÑOS	13042640,95						
BENEFICIO TODOS LOS AÑOS	13313630,25						
BENEFICIO CADA DOS AÑOS	16357359,05	0	13313630,3	16357359,1	13313630,3	16357359,1	13313630,3
BENEFICIO TODOS LOS AÑOS C/IMP	9319541,178						
BENEFICIO CADA DOS AÑOS C/ IMP	11450151,34	0	9319541,18	11450151,3	9319541,18	11450151,3	9319541,18
FLUJO OPERATIVO ANUAL	17099300,27						
FLUJO OPERATIVO DOS AÑOS	20143029,07	0	17099300,3	20143029,1	17099300,3	20143029,1	17099300,3
FLUJO EXTRAOPERATIVO	-119547474,2	-119547474,2	0	0	0	0	0







VAN acumulado		-119547474,2	-102550158	-82646686,9	-65851517,2	-46184755,5	-29589328,3
VAN		27.215.904,48 €					
TIR		13%					
Periodo de recuperación		7%					
FLUJO EXTRAOPERATIVO	-996428,1973						
FINANCIACIÓN	79698316,12						
CORRETAJE	79698,31612						
COMISIONES	1195474,742						
FINANCIACIÓN TOTAL	80973489,18						
COMISIONES	17932,12113						
COMISIONES	1214602,338						
COMISIONES	268,9818169						
COMISIONES	18219,03506						



