



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

**Trabajo Fin de Grado**  
**CURSO 2021/2022**

---

*Petrolero VLCC con 300000 TPM*

---

**Grado en Ingeniería Naval y Oceánica**

**ALUMNO**

Pedro Lemos González

**TUTOR**

Marcos Míguez González

**FECHA**

JUNIO 2022

## PETROLERO VLCC DE 300000 TPM

### **Castellano:**

El presente proyecto comprenderá el diseño de un buque petrolero de 300000 toneladas de peso muerto con 30 tripulantes que sea capaz de navegar grandes distancias típicas en este tipo de buques.

Concretamente este buque será diseñado para hacer el trayecto de carga en Arabia Saudita y descarga en Singapur, China y Japón. Además, la autonomía será de 18.000 millas (~29.000km).

El buque constará además con un sistema de propulsión de gas capaz de reutilizar los gases residuales de la carga de crudo con el fin de mejorar la eficiencia de la turbina de cara a la contaminación del medioambiente y de reducir las presiones en el interior de los tanques de crudo. El sistema de carga y descarga será por cámara de bombas y el resto de equipos e instalaciones serán los habituales en este tipo de buques.

### **Galego:**

O presente proxecto comprenderá o deseño dun buque petroleiro de 300000 toneladas de peso morto con 30 tripulantes que sexa capaz de navegar grandes distancias típicas neste tipo de buques.

Concretamente este buque será deseñado para facer o traxecto de carga en Arabia Saudita e descarga en Singapur, China e Xapón. Ademáis, a autonomía será de 18 millas (~29.000km).

O buque constará ademáis cun sistema de propulsión de gas capaz de reutilizar os gases residuais da carga de crudo co fin de mellorar a eficiencia da turbina de cara á contaminación do medioambiente e de reducir as presións do interior dos tanques de crudo. O sistema de carga e descarga será por cámara de bombas e o resto de equipos e instalacións serán os habituais neste tipo de buques.

### **English:**

The present project involves a crude carrier ship design of 300000 deathweight tonnage with 30 crew that it will be able to sail very large routes, typical in this kind of ships.

Particullary, this ship will be designed to do routes from Arabia Saudi in loading to Singapore, China and Japan in disloading. Moreover, the autonomy will be of 18.000 miles (~29.000 km).

This ship will consist in adition with a gas propulsion system that it will be able to use residual gas from crude to improve the eficiencie of the turbine against the enviromental pollution. That's why the highest pressures inside tanks must be reduced in order to difuse danger. Charge system will consist in a pump room and the rest of instalations will be the typical among these kind of ships.



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

**TRABAJO FIN DE GRADO**

**CURSO 2021/22**

---

*Petrolero VLCC de 300000 TPM*

---

**Grado en Ingeniería Naval y Oceánica**

**Cuaderno XIII:**

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

ESCOLA POLITÉCNICA SUPERIOR

---



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

**GRADO EN INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA**

**TRABAJO FIN DE GRADO**

*CURSO 2021-2022*

**PROYECTO NÚMERO**

**TIPO DE BUQUE:**

Petrolero

**CLASIFICACIÓN, COTA Y REGLAMENTOS DE APLICACIÓN:**

DNV, SOLAS y MARPOL.

**CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA:**

300000 TPM. Crudos del petróleo y sus derivados con densidad máxima de 0.95 g/ml

**VELOCIDAD Y AUTONOMÍA:**

14.8 Knots de velocidad de servicio. 18.000 millas a velocidad de servicio.

**SISTEMAS Y EQUIPOS DE CARGA / DESCARGA:**

Cámara de bombas

**PROPULSIÓN:**

Motor convencional

Combustible: HFO (fuelóleo pesado) y LNG (gas natural licuado)

**TRIPULACIÓN Y PASAJE: 30**

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

Ferrol, 27 de junio de 2022

ALUMNO/A: **Dº Pedro Lemos González**

## ÍNDICE

Petrolero VLCC de 300000 TPM.....	2
Índice .....	5
1 Introducción. ....	7
2 Definición de la operativa del buque. ....	8
3 Presupuesto del coste de construcción del buque.....	9
3.1 Coste de los materiales.....	9
3.1.1 Casco. ....	9
3.1.2 Equipo, armamento e instalaciones. ....	12
3.1.3 Maquinaria.....	19
3.1.4 Instalación propulsora.....	19
3.1.5 Maquinaria auxiliar de propulsión. ....	20
3.1.6 Cargos y respectos.....	25
3.1.7 Instalaciones especiales.....	25
3.1.8 Tabla resumen de costes del casco.....	27
3.2 Mano de obra.....	29
3.2.1 Casco. ....	29
3.2.2 Equipo, armamento e instalaciones. ....	30
3.2.3 Maquinaria auxiliar de cubierta. ....	32
3.2.4 Instalación propulsora.....	32
3.2.5 Maquinaria auxiliar de la propulsión.....	33
3.2.6 Tabla resumen de horas.....	35
4 Coste de construcción.....	37
5 Beneficio Industrial.....	38
6 Coste de adquisición.....	39
7 Evaluación económica. ....	40
7.1 Ingresos.....	40
7.2 Costes de explotación del buque. ....	40
7.2.1 Costes fijos. ....	40
7.2.2 Costes variables. ....	41
7.2.3 Amortización.....	41
7.3 Estudio de viabilidad sin financiar. ....	41
7.3.1 Flujo operativo de caja.....	42

---

7.3.2 Cálculo de VAN y TIR.....	42
7.4 Estudio de viabilidad financiada.....	42
8 Bibliografía.....	44

## 1 INTRODUCCIÓN.

En este cuaderno se desarrolla el cálculo del presupuesto del buque proyecto.

Uno de los mayores inconvenientes a la hora de realizar este cuaderno es la dificultad de traducir a costes todos y cada uno de los componentes que forman el buque completo. Uno de los principales motivos es que la construcción de un buque de este tipo es lenta y se producen inflaciones y variaciones constantes en los precios.

A continuación, se muestran los parámetros finales del buque:

$L_{pp}$	325 m
$L_{TOTAL}$	339,3 m
<b>B</b>	60 m
<b>D</b>	30 m
<b>T</b>	19,665 m
$C_b$	0,83
$C_m$	0,99
$C_p$	0,80
$C_{wp}$	0,88
$\Delta$	365.984 ton
$P_{rosca}$	46.442,83 ton
<b>Superficie Mojada</b>	28.080,829 m <sup>2</sup>
<b>Velocidad</b>	14,8 Knots
<b>Semiángulo de entrada</b>	51°
<b>Potencia al 85%MCR</b>	39.930,71 kW
<b>RPM</b>	86
<b>Coste de Adquisición</b>	126.795.908,8 €

## **2 DEFINICIÓN DE LA OPERATIVA DEL BUQUE.**

Como hemos definido en el cuaderno 1, nuestro buque está diseñado para operar en trayectos de transporte de crudo en Asia.

Concretamente este buque será diseñado para hacer el trayecto de carga en Arabia Saudita y descarga en Singapur, China y Japón. Este trayecto supone una autonomía de alrededor de 18.000 millas (~29.000km).

Además, cabe destacar que en su trayecto pasará por el estrecho de Malaca, lo cual es la zona de entrada preferida por los buques para entrar en el puerto de Singapur y no tener que rodear los archipiélagos de la zona.



### 3 PRESUPUESTO DEL COSTE DE CONSTRUCCIÓN DEL BUQUE.

El coste de construcción para realizar el presupuesto del buque se dividirá en:

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

Una vez conocido el coste de construcción del buque, se le descontarán las ayudas en concepto de primas a la construcción naval y se le añadirá un porcentaje de beneficio industrial.

#### 3.1 Coste de los materiales.

El coste de los materiales podemos dividirlo en:

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

##### 3.1.1 Casco.

###### 3.1.1.1 Acero laminado y perfiles.

El costo unitario del acero laminado de calidad A, con los respectivos recargos por longitud y anchura, puede estimarse en 450 €/T.

En una primera aproximación podremos suponer que el peso bruto es igual al producto entre el peso neto y un factor (1.15), que tiene en cuenta recortes y excesos de peso de laminación.

Previamente, en el cuaderno 2 hemos calculado el peso del acero obteniendo como resultado 36.010 ton.

Así pues, el coste total del acero será:

$$C_{acero} = 16.204.500 \text{ €}$$

###### 3.1.1.2 Piezas fundidas y forjadas.

Su coste puede estimarse mediante la siguiente expresión:

$$C_{ff} = 4 \times L \times D$$

$$C_{ff} = 4 \times 325 \times 22$$

$$C_{ff} = 25.600 \text{ €}$$

###### 3.1.1.3 Materiales auxiliares de construcción del casco.

Se estima su coste en 50€ por cada tonelada de acero estructural, por tanto:

$$C_{MACC} = 50 \times 36.010$$

$$C_{MACC} = 1.800.500 \text{ €}$$

### 3.1.1.4 Timón y accesorios.

Se puede estimar su coste mediante la siguiente expresión:

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

Donde en nuestro caso la longitud del timón es de 7,8193 metros y la altura de 15,8271. Por tanto:

$$C_{timón} = 40 \times 7.8193^2 \times 15,8271$$

$$C_{timón} = 38.707,68 \text{ €}$$

### 3.1.1.5 Preparación de superficies.

En este caso debemos destacar el costo unitario para

- Imprimación, que es de 2 €/m<sup>2</sup>.
- Imprimación y para el granallado para superficies externas, que será de 8 €/m<sup>2</sup>.
- Imprimación y granallado superficies internas, que será de 15 €/m<sup>2</sup>.

El valor de la superficie externa se puede obtener con Maxsurf, ejecutando equilibrio para un calado exageradamente mayor que el puntal, así, la salida de superficie mojada corresponderá con la superficie externa del casco. Así pues:

$$S_{externa \text{ de casco}} = 36.630,02 \text{ m}^2$$

Así pues, el coste de superficie externa será:

$$C_{superficie \text{ externa}} = 36.630,02 \times 8$$

$$C_{superficie \text{ externa}} = 293.040,2 \text{ €}$$

El valor de la superficie interna se estima según buque similar:

$$S_{interna \text{ de casco}} = 31.353,91 \text{ m}^2$$

Así pues, el coste será:

$$C_{superficie \text{ interna}} = 31.353,91 \times 15$$

$$C_{superficie \text{ interna}} = 470.308,7 \text{ €}$$

Por tanto, el coste total de preparación de superficies será:

$$C_{Preparación \text{ de Superficies}} = 293.040,2 + 470.308,7$$

$$C_{Preparación \text{ de Superficies}} = 763.348,9 \text{ €}$$

### 3.1.1.6 Pintura y control de corrosión.

Para la predicción de 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 epoxi y otra de autopulimentante:

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

Donde:

- $S_{OV} = 26.609,29\ m^2$  es la superficie de obra viva.
- $E_{ep} = 350\ \mu m$  es el espesor de la pintura epoxi.
- $C_{ep} = 0,011\ \text{€}/m^2 \cdot \mu$  es el coste de la pintura epoxi.
- $E_{au} = 150\ \mu m$  es el espesor de la pintura autopulimentante.
- $C_{au} = 0,022\ \text{€}/m^2 \cdot \mu$  es el coste de la pintura autopulimentante.

Por tanto:

$$C_{pintura\ obra\ viva} = 26.690,129 \times (350 \times 0.011 + 150 \times 0.022)$$

$$C_{pintura\ obra\ viva} = \mathbf{190.834,5\ \text{€}}$$

- Pintura exterior del casco (Obra Muerta):

Con el fin de evaluar esta partida se estima que la obra muerta lleva una capa de epoxi y otra de clorocaucho:

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

Donde:

- $S_{OM} = 9.939,891\ m^2$  es la superficie de obra viva.
- $E_{ep} = 350\ \mu m$  es el espesor de la pintura epoxi.
- $C_{ep} = 0,011\ \text{€}/m^2 \cdot \mu$  es el coste de la pintura epoxi.
- $E_{cl} = 105\ \mu m$  es el espesor de la pintura clorocaucho.
- $C_{cl} = 0,013\ \text{€}/m^2 \cdot \mu$  es el coste de la pintura clorocaucho.

Por tanto:

$$C_{pintura\ obra\ muerta} = 9.939,891 \times (350 \times 0.011 + 105 \times 0.013)$$

$$C_{pintura\ obra\ muerta} = \mathbf{51.836,6\ \text{€}}$$

- Pintura interior del casco:

En esta partida se supone la superficie interior del casco, la cual lleva una capa de pintura epoxi:

$$C_{pintura\ interior\ casco} = S_{int} \times (E_{ep} \times C_{ep})$$

Donde:

- $S_{int} = 31.353,91\ m^2$  es la superficie de interior del casco.
- $E_{ep} = 100\ \mu m$  es el espesor de la pintura epoxi.
- $C_{ep} = 0,011\ \text{€}/m^2 \cdot \mu$  es el coste de la pintura epoxi.

Por tanto:

$$C_{pintura\ interior\ casco} = 31.353,91 \times (100 \times 0.011)$$

$$C_{pintura\ interior\ casco} = \mathbf{34.489,4\ \text{€}}$$

- Pintura de tuberías:

El coste de la pintura para tuberías se estima de la siguiente forma:

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

Donde:

- $BHP = 41.220\ kW \cdot \frac{1,341\ CV}{1\ kW} = 55.276,02\ CV$  es la potencia nominal del motor propulsor empleado.
- $L = 325\ m$  es la eslora del buque.
- $K = 4,8$  es el valor del coeficiente en función del tipo de pintura, en este caso pintura zinc-epoxi.

Por tanto:

$$C_{pintura\ tuberías} = 0,18 \times (0,057 \times 55.276,02 + 0,18 \times 325) \times 4,8$$

$$C_{pintura\ tuberías} = \mathbf{2.772,8\ €}$$

- Galvanizado y cementado:

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

$$C_{galvanizado\ y\ cementado} = 7,5\% \cdot 277.160,5\€$$

$$C_{galvanizado\ y\ cementado} = \mathbf{20.787,1\ €}$$

- Protección catódica:

Se establece en función de la superficie mojada del buque:

$$C_{protección\ catódica} = 1,55 \cdot S_{OV}$$

$$C_{protección\ catódica} = 1,55 \times 26.690,129$$

$$C_{protección\ catódica} = \mathbf{41.369,7\ €}$$

### 3.1.2 Equipo, armamento e instalaciones.

#### 3.1.2.1 Equipos de fondeo, amarre y remolque.

- Anclas:

El coste de las anclas es establecido en base a un coste unitario por peso del ancla de 2.500€/ton. Recordando que el buque dispone de dos anclas de 27,5 toneladas cada una, por tanto:

$$C_{anclas} = 2.500 \times N^{\circ}_{anclas} \times P_{anclas}$$

$$C_{anclas} = 2.500 \times 2 \times 27,5$$

$$C_{anclas} = \mathbf{137.500\ €}$$

- Cables, cadenas y estachas:

El coste de las cadenas, cables y estachas se estima mediante lo siguiente:

$$C_{CEE} = 0,015 \times K \times d^2 \times L_C$$

Donde:

- $K = 0,305$  coeficiente de acero de alta resistencia.
- $d = 132 \text{ mm}$  es el diámetro de la cadena.
- $L_C = 770 \text{ m}$  es la longitud de la cadena (2 cadenas de 385 m).

Por tanto:

$$C_{CEE} = 0,015 \times 0,305 \times 132^2 \times 770$$

$$C_{CEE} = \mathbf{61.380,4 \text{ €}}$$

### 3.1.2.2 Medios de salvamento.

- Botes salvavidas:

El coste de los botes salvavidas es función del número de personas para las que tienen sitio:

$$C_{botes} = N_{Botes} \times K_{bote} \times N_{personas}^{\frac{2}{3}}$$

Donde:

- $N_{Botes} = 2$  es el número de botes salvavidas.
- $K_{bote} = 4.500\text{€}$  es el coste unitario de los botes cerrados con motor y contraincendios.
- $N_{personas} = 40$  es la capacidad de personas del bote.

Por tanto:

$$C_{botes} = 2 \times 4.500 \times 40^{\frac{2}{3}}$$

$$C_{botes} = \mathbf{105.264,7 \text{ €}}$$

- Balsas salvavidas:

Se aplica la siguiente expresión:

$$C_{balsa} = N_{balsa} \times K_{balsa} \times N_{personas}^{\frac{1}{3}}$$

Donde:

- $N_{balsa} = 5$  es el número de botes salvavidas.
- $K_{balsa} = 1.200\text{€}$  es el coste unitario de los botes cerrados con motor y contraincendios.
- $N_{personas} = 18$  es la capacidad de personas del bote.

Por tanto:

$$C_{balsa} = 5 \times 1200 \times 18^{\frac{1}{3}}$$

$$C_{balsa} = \mathbf{15.724,5 \text{ €}}$$

- Dispositivos de lanzamiento para botes cerrados:

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

$$C_{pescantes} = K_{pescantes} \times N_{personas}^{\frac{2}{3}}$$

Donde:

- $K_{pescantes} = 4.000\text{€}$  es el coste unitario de los botes cerrados con motor y contraincendios.
- $N_{personas} = 40$  es la capacidad de personas del bote.

Por tanto:

$$C_{pescantes} = 4.000 \times 40^{\frac{2}{3}}$$

$$C_{pescantes} = \mathbf{46.784,3 \text{ €}}$$

- Dispositivos individuales de salvamento:

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

$$C_{varios} = 2.500 + 30 \times N^{\circ}_{tripulantes}$$

Donde tenemos una tripulación de 30 personas. Por tanto:

$$C_{varios} = 2.500 + 30 \times 30$$

$$C_{varios} = \mathbf{3.400\text{€}}$$

### 3.1.2.3 Habilitación y alojamientos.

El coste viene dado por la siguiente formulación:

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

Donde:

- $K_{habilitación} = 400\text{€/m}^2$  es un coeficiente en función de la calidad de la habilitación.
- $S_{habilitación} = 3.330 \text{ m}^2$  es la superficie de la habilitación sin contar gambuzas ni cámaras frigoríficas.

Por tanto:

$$C_{habilitación} = 400 \times 3.330$$

$$C_{habilitación} = 1.332.000 \text{ €}$$

El coste de las horas de instalación de la habilitación se calcula empleando la ratio 16 h/m<sup>3</sup> con un coste de 30 €/h. Por tanto, el coste final será:

$$C_{Total \text{ de } habilitación} = 1.332.000 + 30 \times 16 \times 3.330$$

$$C_{Total \text{ de } habilitación} = \mathbf{2.930.400 \text{ €}}$$

### 3.1.2.4 Equipos de fonda y hotel.

- Cocina y oficinas:

Se incluyen en este punto la habilitación de locales, equipos de cocina y electrodomésticos. Se estima como:

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

Donde:

- $K_{cocina\ y\ oficinas} = 420$  es un coeficiente sobre el coste de persona a bordo.
- $N = 30$  número de personas a bordo.

Por tanto:

$$C_{cocina\ y\ oficinas} = 420 \times 30$$

$$C_{cocina\ y\ oficinas} = \mathbf{12.600\ €}$$

- Gambuzas frigoríficas:

Su coste se calcula empleando la siguiente expresión:

$$C_{GF} = 1.800 \times V^{2/3}$$

Donde el volumen neto total es de 137,64 m<sup>3</sup>. Por tanto:

$$C_{GF} = 1.800 \times 137,64^{\frac{2}{3}}$$

$$C_{GF} = \mathbf{47.984,7\ €}$$

- Equipos de lavandería y varios:

Se estima el coste por tripulante de 240€. Por tanto, el coste será:

$$C_{lavandería\ y\ varios} = 240 \times 30$$

$$C_{lavandería\ y\ varios} = \mathbf{7.200\ €}$$

### 3.1.2.5 Equipos de acondicionamiento de alojamientos.

- Equipos de acondicionamiento de alojamientos:

Para los equipos de calefacción y aire acondicionado se estiman 60€ por metro cuadrado, por tanto:

$$C_{AC} = 60 \times 3330$$

$$C_{AC} = \mathbf{199.800\ €}$$

- Varios:

En esta partida entran otros elementos como radiadores eléctricos, se estima el coste en:

$$C_{varios} = 72 \times N = 72 \times 30$$

$$C_{varios} = \mathbf{2.160\ €}$$

### 3.1.2.6 Equipos de navegación y comunicaciones.

- Equipos de navegación:

Estos son costes obtenidos 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
<b>TOTAL EQUIPOS NAVEGACIÓN</b>	<b>89550</b>	<b>149100</b>
Valor MEDIO	<b>119325</b>	

Por tanto:

$$C_{\text{equipos de navegación}} = 119.325 \text{ €}$$

- Equipos auxiliares de navegación:

Se estima como el 8% de los costes de equipos de navegación, por tanto:

$$C_{\text{equipos auxiliares de navegación}} = 8\% \cdot 119.325 \text{ €}$$

$$C_{\text{equipos auxiliares de navegación}} = 9.546 \text{ €}$$

- Comunicaciones externas:

En esta partida se incluyen los equipos de telegrafía, telefonía y sistemas de comunicación por satélite. Su valor puede variar entre 48.000€ y 120.000€. En nuestro caso elegimos la siguiente:

$$C_{\text{comunicaciones externas}} = 100.000 \text{ €}$$

- Comunicaciones internas:

Se incluyen en este caso altavoces, teléfonos autogeneradores y automáticos. Su coste puede variar entre 12.000€ y 36.000€. En nuestro caso:

$$C_{\text{comunicaciones internas}} = 30.000 \text{ €}$$

### 3.1.2.7 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 bodegas:

$$C_{IM} = 8,4 \times L_{CCMM} \times B \times D_{CCMM}$$

Donde:

- $L_{CCMM} = 47,52 \text{ m}$  es la eslora de cámara de máquinas.
- $B = 60 \text{ m}$  es la manga del buque.
- $D_{CCMM} = 26,5 \text{ m}$  es el puntal de cámara de máquinas.

Por tanto:



$$C_{IM} = 8,4 \times 47,52 \times 60 \times 26,5$$

$$C_{IM} = 634.677,2 \text{ €}$$

- Equipos de detección de incendios:

Para esta estimación también se utilizan las dimensiones de la cámara máquinas.

$$C_{DI} = 8 \times K_1 \times L_{CCMM} \times B \times D_{CCMM} + 12,24 \times K_2 \times N_{CH}$$

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.
- $N_{CH} = 6$  es el número de cubiertas dedicadas a alojamiento.

Por tanto:

$$C_{DI} = 8 \times 1 \times 47,52 \times 60 \times 26,5 + 12,24 \times 1 \times 6$$

$$C_{DI} = 604.527,9 \text{ €}$$

- Equipos de cubierta de carga:

Se calculan según las dimensiones del buque:

$$C_{CC} = 11 \times (1 + 0,0013 \times L) \times L \times B$$

Por tanto:

$$C_{CC} = 11 \times (1 + 0,0013 \times 325) \times 325 \times 60$$

$$C_{CC} = 305.126,3 \text{ €}$$

### 3.1.2.8 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:

- $SWL = 1,2 \text{ ton}$  es la carga de trabajo de la grúa.
- $L_g = 5 \text{ m}$  es la longitud de la pluma de la grúa.

Por tanto:

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

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

### 3.1.2.9 Instalación eléctrica.

Se estima en función de la potencia de los grupos electrógenos:

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

Donde:

- $kW = 4 \times 3.200 + 3.760 = 16.920 \text{ kW}$  es la potencia eléctrica total instalada en el balance eléctrico del cuaderno 11 ( $P_{\text{ÚTIL}}=18.000 \text{ Kw}$ ).

Por tanto:

$$C_{Instalación\ Eléctrica} = 481 \times 16.920^{0,77}$$

$$C_{Instalación\ Eléctrica} = 866.988,6 \text{ €}$$

### 3.1.2.10 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:

- $K_t = 8$  es un coeficiente que hace referencia a que el motor principal quema combustible pesado.
- $Q_B = 311.819,962 \text{ m}^3$  volumen de bodegas.
- $S_h = 3330 \text{ m}^2$  es la superficie de la habitación.
- *El resto de valores ya han aparecido en apartado anteriores.*

Por tanto:

$$C_{tuberías} = 2.705 \times (0,015 \times 47,52 \times 60 \times 26,5 + 0,18 \times 325) + 8 \times 55.276,02 + 1,5 \times (3 \times 47,52 \times 60 \times 26,5 + 311.819,962 + 4 \times 3.330)$$

$$C_{tuberías} = 4.493.883,4 \text{ €}$$

### 3.1.2.11 Accesorios de equipos, armamentos e instalaciones.

- Puertas metálicas, ventanas y portillos:

Se estima el coste como:

$$C_{ppv} = 2705 \times N^{0,48} = 2705 \times 30^{0,48}$$

$$C_{ppv} = 13.841,6 \text{ €}$$

- Escaleras, pasamanos y candeleros:

$$C_{epc} = 22,2 \times L^{1,6} = 22,2 \times 325^{1,6}$$

$$C_{epc} = 231.935,1 \text{ €}$$

- Escotillas de acceso, lumbreras y registros:

$$C_{ELR} = 12,6 \times L^{1,5} = 12,6 \times 325^{1,5}$$

$$C_{ELR} = 73.823,7 \text{ €}$$

- Accesorios de fondeo y amarre.

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

$$C_{AFA} = e^{3,1} \times 6 \times (325 \times (60 + 30))^{0,815}$$

$$C_{AFA} = 581.241,7 \text{ €}$$

- Escalas reales, planchas de desembarco y escalas de práctico:

$$C_{ERP} = 320 + 225 \times (D - 0,03 \times L) \times N_{er}$$

Donde  $N_{er}=2$  es el número de escaleras reales:

Por tanto:

$$C_{ERP} = 320 + 225 \times (30 - 0,03 \times 325) \times 2$$

$$C_{ERP} = 9.432,5 \text{ €}$$

- Toldos, fundas y accesorios de estiba de respetos:

$$C_{EPE} = 40 \times (L \times (B + D))^{0,68}$$

$$C_{EPE} = 40 \times (325 \times (60 + 30))^{0,68}$$

$$C_{EPE} = 43.553,8 \text{ €}$$

### 3.1.3 Maquinaria.

#### 3.1.3.1 Equipo de gobierno.

- Servomotor:

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

Donde M es la potencia del servomotor, de 691,85 kW. Por tanto:

$$C_{SM} = 3.700 \times 691,85^{2/3}$$

$$C_{SM} = 289.429,7 \text{ €}$$

#### 3.1.3.2 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:

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

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

$$C_M = 342.686,8 \text{ €}$$

- Chigre:

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

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

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

$$C_{CHIGRE} = 397.462,4 \text{ €}$$

### 3.1.4 Instalación propulsora.

#### 3.1.4.1 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, de la forma siguiente:

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

Donde:

- $N_C = 6$  es el número de cilindros.
- $d_{cil} = 950 \text{ mm}$  es el diámetro de los cilindros.

Por tanto:

$$C_{MP} = 2292 \times 6^{0,75} \times 950^{0,9}$$

$$C_{MP} = 4.205.128,8 \text{ €}$$

### 3.1.4.2 Líneas de ejes.

- Acoplamientos y embarques.

El coste de acoplamientos elásticos puede estimarse a partir de:

$$C_{AE} = 285 \times \frac{BHP}{rpm}$$

Donde:

- $BHP = 55.276,02 \text{ CV}$
- $rpm = 80$

Por tanto:

$$C_{AE} = 285 \times \frac{55.276,02}{80}$$

$$C_{AE} = 196.920,9 \text{ €}$$

- Ejes y chumaceras.

$$C_{EC} = 3,6 \times BHP$$

$$C_{EC} = 3,6 \times 55.276,02$$

$$C_{EC} = 198.993,7 \text{ €}$$

- Bocinas y cierres:

$$C_{bc} = 7,515 \times BHP^{0,85}$$

$$C_{bc} = 7,515 \times 55.276,02^{0,85}$$

$$C_{bc} = 80.739,4 \text{ €}$$

- Freno y torsiómetro.

Se estima un coste de:

$$C_{FT} = 15.000 \text{ €}$$

### 3.1.4.3 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 8.000€/ton.

El peso de la hélice es:

$$P_{HÉLICE} = 0,08 \times D^3 = 0,08 \times 9,32^3 = 64,76 \text{ ton}$$

Por tanto:

$$C_{HÉLICE} = 8.000 \times 64,76 = 518.080 \text{ €}$$

## 3.1.5 Maquinaria auxiliar de propulsión.

### 3.1.5.1 Grupos electrógenos.

- Generadores accionados por motor Diésel.

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

Donde:

- $D_{cil} = 320 \text{ mm}$  es el diámetro del cilindro.
- $Nc = 7$  es el número de cilindros de los que dispone.
- $rpm = 720$  son las revoluciones por minuto del generador.
- $kWg = 3.500kW$  es la potencia generada.
- $N^{\circ}_{gen} = 4$  es el número de generadores.

Por tanto:

$$C_{GEN.AUX.} = \left( 252 \times 320^{2,2} \times \frac{7^{0,8}}{720} + 2.400 \times \left( \frac{3.500}{720} \right)^{\frac{2}{3}} \right) \times 4$$

$$C_{GEN.AUX.} = 2.158.197,3 \text{ €}$$

- Generador de emergencia.

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

Donde:

- $D_{cil} = 320 \text{ mm}$  es el diámetro del cilindro.
- $Nc = 8$  es el número de cilindros de los que dispone.
- $rpm = 720$  son las revoluciones por minuto del generador.
- $kWg = 4.000kW$  es la potencia generada.
- $N^{\circ}_{gen} = 1$  es el número de generadores.

Por tanto:

$$C_{GEN.AUX.EMERGENCIA} = \left( 252 \times 320^{2,2} \times \frac{8^{0,8}}{720} + 2.400 \times \left( \frac{4.000}{720} \right)^{\frac{2}{3}} \right) \times 1$$

$$C_{GEN.AUX.EMERGENCIA} = 607.139,9 \text{ €}$$

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

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

Donde:

- $K_1 = 1,2$  para motores de 2 tiempos.
- $K_2 = 1$  ó  $0$  dependiendo de si existe o no enfriador central de placas de titanio.
- $BHP = 55.276,02 \text{ CV}$

Por tanto:

$$C_{CRL} = (1,2 + 1) \times 55.276,02$$

$$C_{CRL} = 121.607,3 \text{ €}$$

### 3.1.5.3 Equipos de generación de vapor.

Se toma la de uno de los buques de referencia:

$$C_{GV} = 780.000 \text{ €}$$

### 3.1.5.4 Equipos de arranque de motores.

$$C_{\text{arranque de motores}} = 78 \times N_{CO} \times Q_{CO}$$

Donde:

- $N_{CO} = 2$  es el número de compresores instalados.
- $Q_{CO} = 870 \text{ m}^3/\text{h}$  es el caudal unitario.

Por tanto:

$$C_{\text{arranque de motores}} = 78 \times 2 \times 870$$

$$C_{\text{arranque de motores}} = 135.720 \text{ €}$$

### 3.1.5.5 Equipos de manejo de combustible.

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

Donde:

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

Por tanto:

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

$$C_{MC} = 122.415,7 \text{ €}$$

### 3.1.5.6 Equipos de purificación.

En este apartado se hace referencia a las purificadoras centrífugas de aceite y las de combustible pesado, junto con los calentadores. El coste se calcula de la siguiente forma:

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

Donde:

- $N_{pa} = 2$  es el número de purificadoras de aceite.
- $Q_{pa} = 5,55 \text{ m}^3/\text{h}$  es el caudal unitario de las purificadoras de combustible pesado.
- $K_1 = 1$
- $N_{pf} = 2$  número de depuradoras de combustible pesado.
- $Q_{pf} = 4,17$
- $K_2 = 4$
- $K_3 = 1,25$

Por tanto:

$$C_{pu} = 10000 \times 2 \times 5,55 \times 1 + 5200 \times 2 \times 4,17 \times 1 \times 4 \times 1,25$$

$$C_{pu} = 327.840 \text{ €}$$

### 3.1.5.7 Equipo de manejo de lodos, trasiegos y derrames.

Se estima el coste en:

$$C_{ltd} = 1.500 \text{ €}$$

### 3.1.5.8 Equipo de tratamiento por aditivos de limpieza.

Su coste depende de la siguiente expresión:

$$C_{TRA} = 24 \times BHP^{\frac{2}{3}}$$

$$C_{TRA} = 24 \times 55.276,02^{\frac{2}{3}}$$

$$C_{TRA} = 36.277 \text{ €}$$

### 3.1.5.9 Bombas de lastre, sentinas y C.I.

El coste se estima mediante el caudal total de las bombas, a través de la siguiente expresión:

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

Donde:

- $K_1 = 3$  pata  $GT > 4000$ .
- $K_2 = 3$  pata  $GT > 4000$ .
- $K_3 = 4$  pata  $GT > 4000$ .
- $K_4 = 1$  pata  $GT > 4000$ .
- $N_{bs} = 3$  es el número de bombas de sentinas.
- $Q_{bs} = 200 \frac{m^3}{h}$  es el caudal unitario de las bombas de sentinas.
- $N_{CI} = 8$
- $Q_{CI} = 400 \frac{m^3}{h}$

Por tanto:

$$C_{LSCI} = 600 \times 3 \times 200^{\frac{1}{3}} \times 3 + 960 \times 8 \times 400^{\frac{1}{3}} \times 3 + 960 \times 400^{\frac{1}{3}} \times 4 + 1100 \times 200^{\frac{1}{3}} \times 1$$

$$C_{LSCI} = 236.065,8 \text{ €}$$

### 3.1.5.10 Separadores de sentinas.

El coste viene dado por el arqueo bruto:

$$C_{SS} = 156 \times GT^{0,5} + 5100 \times K_{SS}$$

Donde:

- $GT = 162.320,94$
- $K_{SS} = 1$  con control automático de descarga.

Entonces,

$$C_{SS} = 156 \times 162.320,94^{0,5} + 5100 \times 1$$

$$C_{SS} = 67.951 \text{ €}$$

### 3.1.5.11 Equipos sanitarios.

- Generador de agua dulce:

Se estima su coste según la capacidad del mismo:

$$C_{gen.AD} = 1385 \times Q$$

Donde Q es de 14 ton/día. Por tanto:

$$C_{gen.AD} = 1385 \times 14$$

$$C_{gen.AD} = \mathbf{19.390 \text{ €}}$$

- Planta de tratamiento de aguas fecales:

Se estima su precio según el número de personas a bordo:

$$C_{TAF} = 2640 \times N^{0,4}$$

$$C_{TAF} = 2640 \times 30^{0,4}$$

$$C_{TAF} = \mathbf{10.290,9 \text{ €}}$$

- Grupos hidrófobos:

$$C_{GH} = 660 \times N^{0,5} = 660 \times 30^{0,5}$$

$$C_{GH} = \mathbf{3.615 \text{ €}}$$

- Incinerador de residuos sólidos:

$$C_{IR} = 11400 \times N^{0,2} = 11400 \times 30^{0,2}$$

$$C_{IR} = \mathbf{22.507,6 \text{ €}}$$

### 3.1.5.12 Varios.

- Ventiladores de Cámara de Máquinas:

Se calcula como:

$$C_{vent.CCMM} = 7,5 \times N_v \times Q_v^{0,5} + 5,52 \times K_f \times BHP^{0,5}$$

Donde:

- $N_v = 12$  nº de ventiladores en cámara de máquinas.
- $Q_v = 616.627,2 \text{ m}^3/h$
- $K_f = 1$ , según el tipo de combustible, en este caso pesado.
- $BHP = 55.276,02 \text{ CV}$

Por tanto:

$$C_{vent.CCMM} = 7,5 \times 12 \times 616.627,2^{0,5} + 5,52 \times 1 \times 55.276,02^{0,5}$$

$$C_{vent.CCMM} = \mathbf{71.970,9 \text{ €}}$$

- Equipos de desmontable:

Se expresa el coste como:

$$C_{ed} = 0,84 \times K_{ed} \times BHP$$

Donde  $K_{ed}$  es igual a 3 para el puente grúa. Por tanto:

$$C_{ed} = 0,84 \times 3 \times 55.276,02$$

$$C_{ed} = \mathbf{139.295,6 \text{ €}}$$

- Taller de máquinas:

Su precio oscila entre 3.600 € y 13.200 € según el nivel, en nuestro caso hay 3 por lo que será alto:

$$C_{TM} = \mathbf{13.200 \text{ €}}$$



### 3.1.6 Cargos y respectos.

#### 3.1.6.1 Respectos especiales.

- Hélice de respecto:

Tendrá el mismo coste que la de servicio.

$$C_{\text{HÉLICE RESPECTO}} = 518.080 \text{ €}$$

- Línea de ejes de respecto:

$$C_{\text{ler}} = 2,4 \times \text{BHP}$$

$$C_{\text{ler}} = 2,4 \times 55.276,02$$

$$C_{\text{ler}} = 132.662,4 \text{ €}$$

### 3.1.7 Instalaciones especiales.

#### 3.1.7.1 Equipos especiales de Servicios de Carga.

- Bombas de descarga:

Se estima su coste de la siguiente forma:

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

Donde:

- $K_1 = 1$  es un coeficiente que describe que las bombas son accionadas mediante corriente eléctrica.
- $K_2 = 1$  es un coeficiente indica que las bombas son de acero regular.
- $Q_B = 1.385,86 \text{ m}^3/\text{h}$  es el caudal de cada bombas.
- $H_D = 521 \text{ mca}$  es la altura de descarga.
- $N_B = 15$  es el número de bombas.

Por tanto:

$$Q_{bc} = 30 \times 1 \times 1 \times 1.385,86^{0,82} \times 521^{0,5} \times 15$$

$$Q_{bc} = 3.871.161,2 \text{ €}$$

- Sistema de cebado:

$$C_{SC} = 42 \times (N_b \times Q_b)^{0,9}$$

$$C_{SC} = 42 \times (3 \times 200)^{0,9}$$

$$C_{SC} = 13.291,85 \text{ €}$$

- 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:

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

Donde:

- $Q_t = 311.819,962 \text{ m}^3$  es el volumen de las bodegas.
- $N_b = 3$  es el número de bombas de descarga.

Por tanto:

$$C_{aec} = 24 \times 311.819,962^{\frac{2}{3}} \times 3$$

$$C_{aec} = 331.081,7 \text{ €}$$

### 3.1.7.2 Instalaciones y equipos de automatización, telecontrol y alarma.

- Dispositivos de automatización y control reglamentarios.

Se obtiene en función de la potencia instalada.

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

Donde:

- $K_1 = 1,5$  es el factor que depende del grado de automatización.
- $BHP = 55.276,02 \text{ CV}$

Por tanto:

$$C_{AC} = 3240 \times 1,5 \times 55.276,02^{\frac{1}{3}}$$

$$C_{AC} = 185.132,2 \text{ €}$$

- Cabina y puestos de control:

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

Donde:

- $S_{CC} = 103 \text{ m}^2$  es el área de la sala de control de máquinas.

Por tanto:

$$C_{CPC} = 1080 \times 103^{0,85}$$

$$C_{CPC} = 55.505,5 \text{ €}$$

- Restantes equipos de automatización y control.

Este parámetro depende de la complejidad de los mismos, su coste se puede estimar entre 12.000€ y 50.000€, en este caso:

$$C_{reac} = 30.000 \text{ €}$$

### 3.1.7.3 Instalaciones y equipos especiales contra incendios.

- Instalaciones contra incendios de carácter estructural.

$$C_{CCI CE} = 4600 + 5,5 \times S_H$$

Donde:

- $S_H = 3330 \text{ m}^2$  es la superficie de habilitación.

Por tanto:

$$C_{CCI CE} = 4600 + 5,5 \times 3330$$

$$C_{CCI CE} = 22.915 \text{ €}$$

### 3.1.7.4 Instalaciones y equipos especiales de seguridad.

- Planta de Gas Inerte:

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

Donde:

- $Q_{gi} = 25.985 \text{ m}^3/\text{h}$  es caudal máximo del sistema.

Por tanto:

$$C_{pgi} = 9000 \times 25.985^{0,38}$$

$$C_{pgi} = 428.387,9 \text{ €}$$

### 3.1.8 Tabla resumen de costes del casco.

CASCO	
ACERO LAMINADO Y PERFILES	16.204.500,00 €
PIEZAS FUNDIDAS Y FORJADAS	25.600,00 €
TIMONES Y ACCESORIOS	38.707,70 €
MATERIALES AUXILIARES Y CONTRUCCIÓN DE CASCO	1.800.500,00 €
PREPARACIÓN DE SUPERFICIES	763.348,90 €
PINTURA EXTERIOR DE OBRA VIVA	190.834,50 €
PINTURA EXTERIOR DE OBRA MUERTA	51.836,60 €
PINTURA INTERIOR DE CASCO	34.489,40 €
PINTURA DE TUBERÍAS	2.772,80 €
GALVANIZADO Y CEMENTADO	20.787,10 €
PROTECCIÓN CATÓDICA	41.369,70 €
ANCLAS	137.500,00 €
CABLES CADENAS Y ESTACHAS	61.380,40 €
BOTES	105.264,70 €
BALSAS	15.724,50 €
DISP.LANZA.BOTES CERRADOS	46.784,30 €
VARIOS	3.400,00 €
HABILITACIÓN	2.930.400,00 €
COCINA Y OFICIOS	12.600,00 €
GAMBUZAS FRIGORÍFICAS	47.984,70 €
LAVANDERÍA Y VARIOS	7.200,00 €
EQUIPOS ACOND. ALOJA.	199.800,00 €
VARIOS	2.160,00 €
EQUIPOS DE NAVEGACIÓN	119.325,00 €
EQUIPOS AUXILIARES DE NAVEGACIÓN	9.546,00 €
COMUNICACIONES EXTERIORES	100.000,00 €
COMUNICACIONES INTERIORES	30.000,00 €
CI SOFOCADAS FIJAS CCMM	634.677,20 €
DETECCIÓN DE INCENDIOS	604.527,90 €
EQUIPOS DE CUBIERTA DE CARGA	305.126,30 €
SERVICIOS DE CARGA	11.378,90 €
INSTALACIÓN ELÉCTRICA	866.988,60 €
TUBERÍAS	4.493.883,40 €
PUERTA METÁLICAS, VENTANAS	13.841,60 €
ESCALERAS, PASAMANOS, CANDE.	231.935,10 €
ESCOTILLAS,LUMBRERAS	73.823,70 €

PETROLERO VLCC DE 300.000 TPM

CUADERNO XIII: PRESUPUESTO DE CONSTRUCCIÓN DEL BUQUE Y ESTUDIO DE VIABILIDAD ECONÓMICA

PEDRO LEMOS GONZÁLEZ

ACCES. FONDEO Y AMARRE	581.241,70 €
ESCALERAS REALES, PLANCHAS, ESCALAS	9.432,50 €
TOLDOS, FUNDAS	43.553,80 €
SERVOMOTOR	289.429,70 €
MOLINETE	342.686,80 €
CHIGRE	397.462,40 €
MOTOR PROPULSOR	4.205.128,80 €
ACOPLAMIENTOS Y EMBARQUES	196.920,90 €
EJES Y CHUMACERAS	198.993,70 €
BOCINAS Y CIERRES	80.739,40 €
FRENO Y TORSIÓMETRO	15.000,00 €
HÉLICE	518.080,00 €
GENERADOR AUXILIAR	2.158.197,30 €
GENERADOR DE EMERGENCIA	607.139,90 €
EQUIPO CIRC. REFRIG. LUBR.	121.607,30 €
EQUIP. VAPOR	780.000,00 €
ARRANQUE MOTOR	135.720,00 €
MANEJO COMBUSTIBLE	122.415,70 €
PURIFICACIÓN	327.840,00 €
LODOS, TRASIEGOS, DERRAMES	1.500,00 €
TRAT. POR ADITIVOS DE LIMPIEZA	36.277,00 €
LASTRE Y SENTINAS	236.065,80 €
SEPARADOR DE SENTINAS	67.951,00 €
GEN. DE A.D.	19.390,00 €
TRAT. DE AGUAS FECALES	10.290,90 €
GRUPOS HIDRÓFOBOS	3.615,00 €
INCINERADOR	22.507,60 €
VENT. CCMM	71.970,90 €
EQUIPOS DE DESMONTAJE	139.295,60 €
TALLER DE MÁQUINAS	13.200,00 €
HÉLICE DE RESPECTO	518.000,00 €
LÍNEA DE EJES DE RESPECTO	132.662,40 €
BOMBAS DE DESCARGA	3.871.161,20 €
SIST. DE CEBADO	13.291,90 €
EQUIP. ACCION. ESPACIO DE CARGA	331.081,70 €
AUT. Y CONTROL REGLA.	185.132,20 €
CABINA Y PUESTO CONTROL	55.505,50 €
RESTANTES EQUI. AUTOMAT.	30.000,00 €
CI ESTRUCTURAL	22.915,00 €
PLANTA DE GAS INERTE	428.387,90 €
<b>TOTAL</b>	<b>47.581.790,50 €</b>

### 3.2 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 del buque.

El salario de los trabajadores depende de distintos factores, entre los que diferenciamos como mano de obra directa, las cargas sociales anuales del personal empleado y los gastos indirectos del astillero que se carguen al buque.

En España se estima un valor de mano de obra de 30€/h. Para obtener las horas totales, se emplea una serie de formulaciones para las distintas partidas.

#### 3.2.1 Casco.

##### 3.2.1.1 Acero laminado.

Se calcula el número de horas mediante la siguiente expresión:

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

Donde:

- $K_{ht} = 30 \frac{h}{t}$
- $P_{ac} = 36.010 \text{ ton}$  peso neto del acero.
- $K_f = 0,3$  coeficiente de formas.
- $C_f = 0,865$  coeficiente de formas.
- $K_b = 0$  coeficiente de bulbo (no tenemos).
- $K_e = 0,5$  es un índice de complejidad de acero especial.
- $C_e = 0$  es un coeficiente de peso de acero especial.
- $K_c = 0,05$  es un coeficiente de número de cubiertas.
- $N_c = 6$  es el número de cubiertas fuera de la cámara de máquinas y zonas extremas.

Por tanto:

$$H_C = 30 \times 36010 \times \left(1 + 0,3 \times (1 + 0,865) \times (1 + 0) \times (1 + 0,5 \times 0) \times (1 + 0,05 \times (6 - 1))\right)$$

$$H_C = 1835834,82 \text{ horas}$$

##### 3.2.1.2 Resto de materiales del casco.

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

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

Donde:

- $K_1 = 1$  para buques de una sola hélice.
- $L = 325 \text{ m}$ .
- $D = 30 \text{ m}$ .

Por tanto:

$$H_{pf} = 25 + 30 \times 325^{\frac{1}{3}} \times 30 \times 1$$

$$H_{pf} = 6.212,81 \text{ horas}$$

### 3.2.1.3 Timón y accesorios.

Las horas correspondientes son:

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

Donde:

- $N_{TI} = 1$  es el número de timones.
- $L_{TI} = 7,8193 \text{ m}$  es la longitud del timón.
- $H_{TI} = 15,8271 \text{ m}$  es la altura del timón

Por tanto:

$$H_{TI} = 100 \times 1 \times 7,8193 \times 15,8271$$

$$H_{TI} = 12.375,7 \text{ horas}$$

### 3.2.1.4 Preparación de superficies.

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

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

$$S_{TOTAL} = 26.609,29 + 9.939,891 + 31.353,91$$

$$S_{TOTAL} = 67.903,091 \text{ m}^2$$

$$H_S = 2\% \times S_{TOTAL} = 1358,1 \text{ horas}$$

$$H_S = 1358,1 \text{ horas}$$

### 3.2.1.5 Pintura y control de corrosión.

Las horas correspondientes se estiman como:

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

Donde:

- $S_{OM} = 9.939,891 \text{ m}^2$
- $S_{OV} = 26.609,29 \text{ m}^2$
- $S_i = 31.353,91 \text{ m}^2$
- $N_i = N_{OV} = N_{OM} = 2$  representa el número de manos aplicadas.

Por tanto:

$$H_p = 0,25 \times 9.939,891 \times (1 + 0,8 \times 2) + 0,35 \times 26.609,29 \times \frac{2}{4} + 0,4 \times 31.353,91 \times 2$$

$$H_p = 36.200,7 \text{ horas}$$

## 3.2.2 Equipo, armamento e instalaciones.

### 3.2.2.1 Equipos de fondeo, amarre y remolque.

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

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

**3.2.2.2 Medios de salvamento.**

$$H_{MS} = 300 + 15 \times N = 300 + 15 \times 30$$

$$\mathbf{H_{MS} = 750 \text{ horas}}$$

**3.2.2.3 Equipos de navegación y salvamento.**

$$H_{nav} = 330 + (N^{\circ}_{equipos} - 6)$$

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

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

**3.2.2.4 Habilitación de alojamientos.**

$$H_h = 16 \times S_h = 16 \times 3330$$

$$\mathbf{H_h = 53.280 \text{ horas}}$$

**3.2.2.5 Equipos de fonda y hotel.**

$$H_{FH} = 115 \times N^{\circ}_{tripulantes} = 115 \times 30$$

$$\mathbf{H_{FH} = 3.450 \text{ horas}}$$

**3.2.2.6 Acondicionamiento en alojamientos.**

$$H_{acond.alo.} = 2 \times S_h = 2 \times 3330$$

$$\mathbf{H_{acond.alo.} = 6660 \text{ horas}}$$

**3.2.2.7 Medios contraincendios convencionales.**

$$H_{CI} = 5,5 \times L = 5,5 \times 325$$

$$\mathbf{H_{CI} = 1.757,5 \text{ horas}}$$

**3.2.2.8 Equipos convencionales de carga.**

$$H_{grúas} = 290 \times N^{\circ}_{grúas} \times SWL^{\frac{1}{3}}$$

$$H_{grúas} = 290 \times 2 \times 1,2^{\frac{1}{3}}$$

$$\mathbf{H_{grúas} = 616,4 \text{ horas}}$$

**3.2.2.9 Instalación eléctrica.**

$$H_{IE} = 4 \times S_h + 6 \times \text{Potencia Instalada} = 4 \times 3330 + 6 \times 16.920$$

$$\mathbf{H_{IE} = 114.840 \text{ horas}}$$

**3.2.2.10 Tuberías.**

$$H_{TUBERÍAS} = 11 \times BHP^{0,35} = 11 \times 55.276,02^{0,35}$$

$$\mathbf{H_{TUBERÍAS} = 502,7 \text{ horas}}$$

**3.2.2.11 Accesorios de equipo, armamento e instalaciones.**

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

Donde:

- $N_{bo} = 7$  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:

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

$$\mathbf{H_{AEAI} = 47.485 \text{ horas}}$$

### 3.2.3 Maquinaria auxiliar de cubierta.

#### 3.2.3.1 Equipo de gobierno.

$$H_{EG} = 33 \times L^{\frac{1}{3}} = 33 \times 325^{\frac{1}{3}}$$

$$\mathbf{H_{EG} = 226,9 \text{ horas}}$$

#### 3.2.3.2 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:

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

Por tanto:

$$H_{FA} = 325 \times (1,75 \times 2 + 1,6 \times 6 + 1,7 \times 2)$$

$$\mathbf{H_{FA} = 5.362,5 \text{ horas}}$$

### 3.2.4 Instalación propulsora.

#### 3.2.4.1 Motor propulsor.

$$H_{MP} = 10 \times BHP^{\frac{2}{3}} = 10 \times 55.276,02^{\frac{2}{3}}$$

$$\mathbf{H_{MP} = 14.510,8 \text{ horas}}$$

#### 3.2.4.2 Línea de ejes.

$$H_{LE} = 0,16 \times 55.276,02$$

$$\mathbf{H_{LE} = 8.844,2 \text{ horas}}$$

#### 3.2.4.3 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 tanto:

$$H_{HE} = 240 + 0,004 \times 55.276,02 \times 1$$

$$\mathbf{H_{HE} = 461,2 \text{ horas}}$$



### 3.2.5 Maquinaria auxiliar de la propulsión.

#### 3.2.5.1 Motores auxiliares.

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

Donde:

- $N_g = 4$  es el número de generadores instalados.
- $kW = 3.500 kW$  potencia de cada generador.

Por tanto:

$$H_{MA} = 52 \times 4 \times 3.500^{0,43}$$

$$\mathbf{H_{MA} = 6950,5 horas}$$

#### 3.2.5.2 Generador de emergencia.

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

$$H_{MA\ emer} = 52 \times 1 \times 4000^{0,43}$$

$$\mathbf{H_{MA\ emer} = 1840,4 horas}$$

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

Para motores de 2 tiempos:

$$H_{CRL} = 230 + 0,18 \times BHP = 230 + 0,18 \times 55.276,02$$

$$\mathbf{H_{CRL} = 10.179,7 horas}$$

#### 3.2.5.4 Equipos de manejo de combustible.

$$H_{CO} = 0,27 \times BHP = 0,27 \times 55.276,02$$

$$\mathbf{H_{CO} = 14.924,6 horas}$$

#### 3.2.5.5 Equipos de arranque.

$$H_{AM} = N_{CO} \times (40 + 3,5 \times Q_{CO})$$

Donde:

- $N_{CO} = 2$  es el número de compresores.
- $Q_{CO} = 870 m^3/h$  es el caudal unitario.

Por tanto:

$$H_{AM} = 2 \times (40 + 3,5 \times 870)$$

$$\mathbf{H_{AM} = 6.170 horas}$$

#### 3.2.5.6 Equipos de purificación.

$$H_p = (300 + 0,056 \times BHP) \times (N_{pa} + N_{pd} + N_{pf})$$

Donde:

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

Por tanto:

$$H_p = (300 + 0,056 \times 55.276,02) \times (2 + 2)$$

$$H_p = 13.581,9 \text{ horas}$$

### 3.2.5.7 Equipos auxiliares del casco.

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

$$H_{AUX.CASCO} = 420 + 0,47 \times 325 \times (60 + 30)$$

$$H_{AUX.CASCO} = 14.167,5 \text{ horas}$$

### 3.2.5.8 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:

- $K_1 = 1$  debido a que se dispone de 1 generador de agua dulce.
- $Q_a = 14 \text{ ton/día}$  capacidad del generador.
- $K_2 = 1$  debido a que se dispone de 1 grupo hidrófobo.
- $K_3 = 1$  debido a que se dispone de una planta de tratamiento de aguas residuales.
- $N = 30$  es el número de tripulantes.
- $K_4 = 1$

Por tanto:

$$H_{ES} = 1 \times (280 + 8 \times 14) + 1 \times (200 + 3,5 \times 30) + 1 \times (410 + 3,9 \times 30) + 400 \times 1$$

$$H_{ES} = 1624 \text{ horas}$$

### 3.2.5.9 Ventiladores y elementos de desmontaje en Cámara de Máquinas.

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

Donde:

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

Por tanto:

$$H_{VA} = 950 + 0,005 \times 55.276,02$$

$$H_{VA} = 1.226,4 \text{ horas}$$

### 3.2.5.10 Cargos, pertrechos y repuestos.

Para la hélice y eje de repuesto en motores de 2 tiempos tenemos que:

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

$$H_{CPR} = 1 \times 55.276,02^{\frac{2}{3}} + 2 \times 325 + 100$$

$$H_{CPR} = 2.201,1 \text{ horas}$$

### 3.2.5.11 Instalaciones especiales.

- Bombas de descarga.

$$H_{bd} = 210 \times K_1 \times K_2 \times N_B$$

Donde:

- $K_1 = 1,1$  para bombas centrífugas.
- $K_2 = 1$  para accionamiento eléctrico.
- $N_B = 15$  es el número de bombas instaladas para tal fin.

Por tanto;

$$H_{bd} = 210 \times 1,1 \times 1 \times 15$$

$$\mathbf{H_{bd} = 3.465 \text{ horas}}$$

- Limpieza de espacios de carga.

$$H_{LEC} = 0,15 \times B \times L^{1,05} = 0,15 \times 60 \times 325^{1,05}$$

$$\mathbf{H_{LEC} = 3.905,9 \text{ horas}}$$

- Tuberías y válvulas de carga.

$$H_{TyV} = 17\%H_{bd} = 0,17 \times 3.465$$

$$\mathbf{H_{TyV} = 589,05 \text{ horas}}$$

- Instalaciones CI de carácter estructural.

$$H_{CI\ ESTRC.} = 1000 + 0,4 \times S_h = 1000 + 0,4 \times 3330$$

$$\mathbf{H_{CI\ ESTRC.} = 2.332 \text{ horas}}$$

- Instalaciones fijas de CI en cubierta.

$$H_{CI\ CUB} = 0,39 \times L^{1,1} \times B = 0,39 \times 325^{1,1} \times 60$$

$$\mathbf{H_{CI\ CUB} = 13.560,9 \text{ horas}}$$

- Instalaciones rociadores en habilitación.

$$H_{roc} = 0,35 \times S_h = 0,35 \times 3330$$

$$\mathbf{H_{roc} = 1.165,5 \text{ horas}}$$

- Detectores de incendios en CCMM y alojamientos.

$$H_{detectores} = 65 \times K_1 \times (L_{CCMM} \times D_{CCMM} \times B)^{0,25} + 80 \times K_2 \times N_{CH}$$

Donde:

- $K_1 = K_2 = 1$  ya que CCMM está desatendida y se instalan detectores en la habilitación.
- $L_{CCMM} = 47,52 \text{ m}$  es la eslora de cámara de máquinas.
- $B = 60 \text{ m}$  es la manga del buque.
- $D_{CCMM} = 26,5 \text{ m}$  es el puntal de cámara de máquinas.
- $N_{CH} = 6$  nº de cubiertas de alojamiento.

Por tanto:

$$H_{detectores} = 65 \times 1 \times (47,52 \times 26,5 \times 60)^{0,25} + 80 \times 1 \times 6$$

$$\mathbf{H_{detectores} = 1.557,7 \text{ horas}}$$

### 3.2.6 Tabla resumen de horas.

Teniendo en cuenta que el valor de mano de obra es de 30 € por hora, tendremos que:

MANO DE OBRA	
ACERO LAMINADO	1.835.834,9
PIEZAS FUNDIDAS Y FORJADAS	6.212,9
TIMONES Y ACCESORIOS	12.375,7
PREPARACIÓN DE SUPERFICIES	1.358,1
PINTURA EXTERIOR Y CONTROL DE SUPERFICIES	36.200,7

PETROLERO VLCC DE 300.000 TPM

CUADERNO XIII: PRESUPUESTO DE CONSTRUCCIÓN DEL BUQUE Y ESTUDIO DE VIABILIDAD ECONÓMICA

PEDRO LEMOS GONZÁLEZ

EQUIPO DE FONDEO AMARRE Y REMOLQUE	134,2
MEDIOS DE SALVAMENTO	750,0
NAVEGACIÓN Y COM.	354,0
HABILITACIÓN	53.280,0
FONDA Y HOTEL	3.450,0
ACONDI. ALOJAMIENTOS	6.660,0
MEDIOS CI CONVENCIONALES	1.757,5
EQUI. CONVENCIONALES CARGA	616,4
INST. ELÉCTRICA	114.840,0
TUBERÍAS	502,7
ACCES. EQUI., ARM., INST.	47.485,0
EQUIPO DE GOBIERNO	226,9
FONDEO Y AMARRE	5.362,5
MOTOR PROPULSOR	14.510,8
LÍNEAS DE EJES	8.844,2
HÉLICE	461,2
MOTORES AUXILIARES	6.950,5
GENERADOR DE EMERGENCIA	1.840,4
EQUI. CRIC. REFR. LBR.	10.179,7
MANEJO DE COMBUSTIBLE	14.924,6
EQUIPOS DE ARRANQUE	6.170,0
PURIFICACIÓN	13.581,9
AUXILIARES DEL CASCO	14.167,5
EQUIPOS SANITARIOS	1.624,0
VENTIULADORES Y ELEMENTOS DE CCMM	1.226,4
CARGOS, PERTRECHOS Y REPUESTOS	2.201,1
BOMBAS DE DESCARGA	3.465,0
LIMPIEZA DE ESPACIOS DE CARGA	3.905,9
TUBERÍAS Y VÁLVULAS	589,1
CI ESTRUCTURAL	2.332,0
CI CUBIERTA	13.560,9
ROCIADORES HABILITACIÓN	1.165,5
DETECTORES DE INCENDIOS EN CCMMyHAB	1.557,7
<b>TOTAL HORAS</b>	<b>2.250.659,9</b>
<b>TOTAL COSTE</b>	<b>67.519.797,00 €</b>

## 4 COSTE DE CONSTRUCCIÓN.

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

$$CC = 47.581.790,50 \text{ €} + 67.519.797,00 \text{ €}$$

$$CC = 115.101.587,5 \text{ €}$$

Al valor obtenido habrá que añadirle gastos varios del astillero como los siguientes:

- Gastos de ingeniería.
- 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.
- Armador y entrega: maqueta.
- Servicios auxiliares durante la construcción como son los equipos de andamiaje, instalaciones provisionales, alumbrado o limpieza.
- Seguro de construcción.
- Otros costes generales.

Estos gastos generalmente se estiman como un 2% del coste total del buque, es decir:

$$Gastos \text{ Varios} = 2\% \cdot CC = 0,02 \times 115.101.587,5$$

$$Gastos \text{ Varios} = 2.302.031,75 \text{ €}$$

Por tanto, se deben sumar al coste final:

$$CC_{TOTAL} = 117.403.619,3 \text{ €}$$

## 5 BENEFICIO INDUSTRIAL.

El valor del beneficio industrial se expresa como un porcentaje sobre el valor del coste de construcción total del buque. Para el buque proyectado se supone un valor intermedio del mercado actual, es decir, un 8% sobre los costes total ya calculados.

De esta forma, el beneficio industrial será:

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

$$\textit{Beneficio Industrial} = 0,08\% \times 117.403.619,3 \text{ €}$$

$$\textit{Beneficio Industrial} = \mathbf{9.392.289,54 \text{ €}}$$

## **6 COSTE DE ADQUISICIÓN.**

Se define como la suma del coste total más el beneficio industrial, de tal forma que:

$$COSTE DE ADQUISICIÓN = 9.392.289,54 \text{ €} + 117.403.619,3 \text{ €}$$

$$COSTE DE ADQUISICIÓN = 126.795.908,8 \text{ €}$$

## 7 EVALUACIÓN ECONÓMICA.

En este apartado se realizará la viabilidad económica del proyecto, tanto para financiar como sin financiar.

Durante el proyecto se actuará de 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 el que asigne cargas y rutas para las que el buque se destinará. El fletador hace también frente a costes de viaje, correspondientes con combustible, manipulación de la carga y tarifas de puertos y canales.

El armador 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.

### 7.1 Ingresos.

Los ingresos se corresponden con los fletes. Los cuales se pueden asumir como 75.000 €/día, aunque pueden variar según el momento del mercado.

Los días de operación serán 51, por lo cual será 1.224 horas. Este tiempo debe multiplicarse por 2 ya que en el buque debe hacer viaje de ida y vuelta, por tanto se obtienen un total de 2.448 horas (102 días).

Como el año tiene 8.760 horas, el número de fletes por año será de 3 anuales y uno a mayores cada dos años.

Con cada flete se logra un beneficio de 7.650.000 €. Por tanto, consideraremos este valor aunque el mercado pueda variar.

$$\text{Valor de cada flete} = 7.650.000 \text{ €}$$

$$\text{Ingresos Anuales} = 22.950.000 \text{ €}$$

$$\text{Ingresos cada 2 años} = 30.600.000 \text{ €}$$

### 7.2 Costes de explotación del buque.

Los costes del buque se dividen en fijos y variables.

#### 7.2.1 Costes fijos.

Son de este grupo aquellos que permanecen invariables a lo largo del tiempo. Independientemente del número de fletes. Se incluyen aquí:

- Costes de tripulación: se estiman 20.000 € por tripulante.

$$\text{Coste tripulación} = 30 \times 20.000 = 600.000 \text{ €}$$

- Costes por reparaciones y mantenimiento: se estima un 1,5% del coste de adquisición del buque:

$$\text{Coste mantenimiento} = 1,5\% \cdot 126.795.908,8 = 1.901.938,64 \text{ €}$$

- Costes de seguros: estimados en un 1% del coste de adquisición:

$$\text{Coste seguros} = 1\% \cdot 126.795.908,8 = 1.267.959,1 \text{ €}$$

- Costes varios: estimados en un 1% del coste de adquisición:

$$\text{Coste varios} = 1\% \cdot 126.795.908,8 = 1.267.959,1 \text{ €}$$



Por tanto, los costes fijos anuales serán:

$$\text{Costes Fijos Anuales} = 5.037.856,84 \text{ €}$$

### 7.2.2 Costes variables.

Son función del número de fletes llevados a cabo:

- Tasas de puerto directas por flete: 35.754 €
- Tasas de puerto indirectas por flete: 9.600 €
- Consumos HFO: 440.837,1 €
- Consumos DO: 114.086 €

Por tanto, el valor asociado a los costes variables por flete será la suma de las anteriores:

$$\text{Costes variables por flete} = 486.305,19 \text{ €}$$

### 7.2.3 Amortización.

Suponiendo una vida útil de 25 años:

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

Donde el valor residual se supone como un 10% del coste total:

$$\text{Valor residual} = 11.740.361,93 \text{ €}$$

Por tanto:

$$\text{Amortización} = \frac{126.795.908,8 - 11.740.361,93}{25}$$

$$\text{Amortización} = 4.564.652,72 \text{ €}$$

## 7.3 Estudio de viabilidad sin financiar.

Se consideran ingresos:

$$\text{Ingresos Anuales} = 22.950.000 \text{ €}$$

$$\text{Ingresos cada 2 años} = 30.600.000 \text{ €}$$

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

- Costes fijos:

$$\text{Costes Fijos Anuales} = 5.037.856,84 \text{ €}$$

- Costes variables:

$$\text{Costes variables por año} = 1.458.915,57 \text{ €}$$

$$\text{Costes variables cada 2 años} = 1.945.220,76 \text{ €}$$

- Amortización:

$$\text{Amortización} = 4.564.652,72 \text{ €}$$

Los costes totales son la sumade estos tres:

$$\text{Costes totales por año} = 11.403.040,82 \text{ €}$$

$$\text{Costes totales cada 2 años} = 12.003.217,92 \text{ €}$$

Se calculan los beneficios, exentos de impuestos:

$$\mathbf{Beneficios\ anuales = 11.546.959,18\ €}$$

$$\mathbf{Beneficios\ cada\ 2\ años = 18.596.782,08\ €}$$

Sin embargo, es necesaria la aplicación de impuestos, la cual se estima en un 30%, por tanto:

$$\mathbf{Beneficios\ anuales\ con\ impuestos = 8.082.871,42\ €}$$

$$\mathbf{Beneficios\ cada\ 2\ años\ con\ impuestos = 13.017.747,45\ €}$$

### 7.3.1 Flujo operativo de caja.

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

$$\mathbf{Flujo\ Operativo\ anual = 16.111.611,89\ €}$$

$$\mathbf{Flujo\ Operativo\ cada\ 2\ años = 23.161.434,79\ €}$$

### 7.3.2 Cálculo de VAN y TIR.

#### 7.3.2.1 Valor Actual Neto (VAN).

Es un criterio de inversión que consiste en actualizar los cobros y pagos de un proyecto a inversión para estimar la ganancia o pérdida del mismo. Si el VAN es mayor que 0, el proyecto genera beneficios, mientras que si es menor que 0, se producen pérdidas.

#### 7.3.2.2 Tasa Interna de Retorno (TIR).

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

## 7.4 Estudio de viabilidad financiada.

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

$$\mathbf{Financiación = 101.436.727\ €}$$

A esta entrada se suman:

- Comisión interna por la gestión de la operación comercial, es el 0,1% de la financiación:

$$\mathbf{Corretaje = 101.736,73\ €}$$

- Comisiones posibles. Se suponen de un 2%:

$$\mathbf{Comisión = 2.028.734,54\ €}$$

Por tanto, la financiación total será:

$$\mathbf{Financiación\ Total = 103.567.198,3\ €}$$

La devolución del crédito principal se produce al año siguiente de la entrega, teniendo en cuenta que el tipo de interés es del 12% anual y se estima un período de préstamo de 8 años.

PETROLERO VLCC DE 300.000 TPM

CUADERNO XIII: PRESUPUESTO DE CONSTRUCCIÓN DEL BUQUE Y ESTUDIO DE VIABILIDAD ECONÓMICA

PEDRO LEMOS GONZÁLEZ

<b>COSTE DE CONTRUCCIÓN</b>	115.101.587,50 €
<b>GASTOS VARIOS</b>	2.302.031,75 €
<b>COSTE DE CONTRUCCIÓN TOTAL</b>	117.403.619,25 €
<b>BENEFICIO INDUSTRIAL</b>	9.392.289,54 €
<b>COSTE DE ADQUISICIÓN</b>	126.795.908,79 €
<b>COSTE TRIPULACIÓN</b>	600.000,00 €
<b>COSTE DE REPARACIÓN Y MANTENIMIENTO</b>	1.901.938,63 €
<b>COSTE SEGUROS</b>	1.267.959,09 €
<b>COSTE PERTRECHOS Y VARIOS</b>	1.267.959,09 €
<b>COSTES FIJOS ANUALES</b>	5.037.856,81 €
<b>COSTE VARIABLE POR FLETE</b>	600.177,10 €
<b>VALOR RESIDUAL</b>	12.679.590,88 €
<b>AMORTIZACIÓN</b>	4.564.652,72 €
<b>VALOR CADA FLETE</b>	7.650.000,00 €
<b>INGRESOS CADA AÑO</b>	22.950.000,00 €
<b>INGRESOS CADA DOS AÑOS</b>	30.600.000,00 €
<b>COSTES ANUALES FIJOS</b>	5.037.856,81 €
<b>COSTES VARIABLES TODOS LOS AÑOS</b>	1.800.531,30 €
<b>COSTES VARIABLES CADA DOS AÑOS</b>	2.400.708,40 €
<b>AMORTIZACIÓN</b>	4.564.652,72 €
<b>COSTES TOTALES CADA AÑO</b>	11.403.040,82 €
<b>COSTES TOTALES CADA 2 AÑOS</b>	12.003.217,92 €
<b>BENEFICIO TODOS LOS AÑOS</b>	11.546.959,18 €
<b>BENEFICIO CADA DOS AÑOS</b>	18.596.782,08 €
<b>BENEFICIO TODOS LOS AÑOS C/IMP</b>	8.082.871,42 €
<b>BENEFICIO CADA DOS AÑOS C/IMP</b>	13.017.747,45 €
<b>FLUJO OPERATIVO ANUAL</b>	16.111.611,89 €
<b>FLUJO OPERATIVO DOS AÑOS</b>	23.161.434,79 €
<b>FLUJO EFECTIVO NETO</b>	
<b>i (tasa de interés)</b>	6,00
<b>VAN ACUMULADO</b>	138.830.203,04 €
<b>TIR</b>	12%

## 8 BIBLIOGRAFÍA.

- “Proyectos de buques y artefactos”, F. Junco Ocampo.
- Material web.

Ferrol, junio de 2022

Fdo.: Pedro Lemos González