



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

Trabajo Fin de Grado
CURSO 2019/2020

PETROLERO SUEZMAX 150000 TPM

Grado en Ingeniería Naval y Oceánica

ALUMNO

Julián Rodríguez Cortegoso

TUTOR

Fernando Lago Rodríguez

FECHA

Septiembre, 2019

13.1. RPA



GRADO EN INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA **TRABAJO FIN DE GRADO**

CURSO 2019-2020

PROYECTO NÚMERO: GENO-1920-04.

TIPO DE BUQUE: Petrolero Suezmax 150000 TPM.

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

CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA: crudo de densidad máxima 0,86 t/m³.

VELOCIDAD Y AUTONOMÍA: 15 nudos (85 % MCR – 10 % MM) y 10000 millas.

SISTEMAS Y EQUIPOS DE CARGA / DESCARGA: Cámara de bombas.

PROPULSIÓN: Diésel eléctrica.

TRIPULACIÓN Y PASAJE: 25 personas con camarotes individuales.

OTROS EQUIPOS E INSTALACIONES: Los habituales en este equipo.

Ferrol, 10 septiembre 2019

ALUMNO: D. JULIÁN RODRÍGUEZ CORTEGOSO



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

**TRABAJO FIN DE GRADO
CURSO 2019/2020**

PETROLERO SUEZMAX 150000 TPM

Grado en Ingeniería Naval y Oceánica

Cuaderno 13

PRESUPUESTO DE CONSTRUCCIÓN DEL BUQUE

ÍNDICE

13.1. RPA	2
13.2. Introducción	8
13.3. Cálculo del coste de construcción	9
13.4. Coste de los equipos y materiales.....	10
13.4.1. Casco	10
13.4.1.1. Acero laminado	10
13.4.1.2. Resto de los materiales del casco	10
13.4.1.3. Timón y accesorios	10
13.4.1.4. Materiales auxiliares de construcción del casco	10
13.4.1.5. Preparación de superficies.....	11
13.4.1.6. Pintura y control de corrosión.....	11
13.4.1.7. Resultados finales.....	12
13.4.2. Equipo, armamento e instalaciones.....	13
13.4.2.1. Anclas.....	13
13.4.2.2. Cadenas, cables y estachas	13
13.4.2.3. Medios de salvamento	13
13.4.2.4. Habilitación de alojamientos.....	14
13.4.2.5. Equipos de fonda y hotel.....	14
13.4.2.6. Equipos de acondicionamiento en alojamientos.....	15
13.4.2.7. Equipos de navegación y comunicación.....	15
13.4.2.8. Medios contra incendios convencionales	16
13.4.2.9. Equipos convencionales de servicio de la carga	16
13.4.2.10. Instalación eléctrica.....	17
13.4.2.11. Tuberías.....	17
13.4.2.12. Accesorios de equipos, armamento e instalaciones.....	17
13.4.2.13. Resultados finales.....	18
13.4.3. Maquinaria auxiliar de cubierta	20
13.4.3.1. Equipo de gobierno	20
13.4.3.2. Equipo de amarre y fondeo	20
13.4.3.3. Resultados finales.....	20
13.4.4. Instalación propulsora.....	21
13.4.4.1. Máquinas propulsoras.....	21
13.4.4.2. Línea de ejes	21
13.4.4.3. Hélice propulsora	22
13.4.4.4. Resultados finales.....	22
13.4.5. Maquinaria auxiliar de la propulsión.....	23

13.4.5.1. Grupos electrógenos.....	23
13.4.5.2. Equipo de circulación, refrigeración y lubricación	23
13.4.5.3. Equipos generadores de vapor	23
13.4.5.4. Equipos de arranque de motores	24
13.4.5.5. Equipos de manejo de combustible.....	24
13.4.5.6. Equipos de purificación	24
13.4.5.7. Equipos auxiliares de casco.....	25
13.4.5.8. Equipos sanitarios.....	25
13.4.5.9. Varios.....	26
13.4.5.10. Resultados finales.....	26
13.4.6. Cargos y respetos	28
13.4.6.1. Respetos especiales	28
13.4.6.2. Resultados finales.....	28
13.4.7. Instalaciones especiales.....	29
13.4.7.1. Equipos especiales de servicio de la carga	29
13.4.7.2. Instalaciones y equipos de automatización, telecontrol y alarma.....	30
13.4.7.3. Instalaciones y equipos especiales contra incendios.....	30
13.4.7.4. Instalaciones y equipos especiales de seguridad.....	31
13.4.7.5. Resultados finales.....	31
13.4.8. Resumen.....	33
13.5. Coste de la mano de obra	34
13.5.1. Casco	34
13.5.1.1. Acero laminado	34
13.5.1.2. Resto de los materiales del casco.....	34
13.5.1.3. Timones y accesorios	35
13.5.1.4. Preparación de superficies.....	35
13.5.1.5. Pintura y control de corrosión.....	35
13.5.2. Equipo, armamento e instalaciones	35
13.5.2.1. Equipos de fondeo, amarre y remolque.....	35
13.5.2.2. Medios de salvamento	35
13.5.2.3. Habilitación y alojamientos.....	35
13.5.2.4. Equipos de fonda y hotel.....	36
13.5.2.5. Equipos de acondicionamiento en alojamientos	36
13.5.2.6. Equipos de navegación y comunicaciones	36
13.5.2.7. Medios CI convencionales	36
13.5.2.8. Equipos convencionales de servicio de la carga	36
13.5.2.9. Instalación eléctrica.....	36

13.5.2.10. Tuberías.....	36
13.5.3. Maquinaria auxiliar de cubierta	37
13.5.3.1. Equipo de gobierno	37
13.5.3.2. Equipo de fondeo y amarre	37
13.5.4. Instalación propulsora.....	37
13.5.4.1. Máquinas propulsoras.....	37
13.5.4.2. Línea de ejes	37
13.5.4.3. Hélice propulsora	38
13.5.5. Maquinaria auxiliar de la propulsión.....	38
13.5.5.1. Grupos electrógenos.....	38
13.5.5.2. Equipo de circulación, refrigeración y lubricación	38
13.5.5.3. Equipos generadores de vapor	38
13.5.5.4. Equipos de arranque de motores	39
13.5.5.5. Equipos de manejo de combustible.....	39
13.5.5.6. Equipos de purificación	39
13.5.5.7. Equipos auxiliares de casco.....	39
13.5.5.8. Equipos sanitarios.....	39
13.5.5.9. Varios.....	40
13.5.6. Cargos, pertrechos y respetos.....	40
13.5.7. Instalaciones especiales.....	40
13.5.7.1. Equipos especiales de servicio de la carga	40
13.5.7.2. Instalaciones y equipos especiales contraincendios.....	41
13.5.7.3. Instalaciones y equipos especiales de seguridad.....	41
13.5.8. Coste horario de mano de obra	42
13.6. Coste de construcción.....	45
13.6.1. Gastos derivados.....	45
13.6.2. Coste total de construcción	45
13.7. Coste de adquisición.....	46
13.7.1. Beneficio industrial	46
13.7.2. Coste total de adquisición.....	46
13.8. Gastos del armador.....	47
13.8.1. Gastos notariales. Hipotecas.....	47
13.8.1.1. Gastos de constitución de hipoteca.....	47
13.8.1.2. Escritura de entrega e impuesto por actos jurídicos documentados	47
13.8.1.3. Gastos notariales	47
13.8.2. Intereses intercalarios.....	47
13.8.2.1. Intereses intercalarios del crédito naval durante la construcción	47

13.8.2.2. Inspección y adiestramiento de la tripulación	48
13.8.2.3. Cargos y respetos no incluidos en el contrato de construcción	48
13.8.2.4. Impuestos	48
13.8.2.5. Gastos totales del armador	48
13.8.3. Inversión total	49
13.9. Coste calculado vs mercado actual	50
13.10. Esquema de financiación de la construcción	51
13.10.1. Capital propio y capital ajeno	51
13.10.2. Cuadro de amortización del préstamo	51
13.11. Definición de la ruta	52
13.12. Bibliografía	54
Anexo I: Buque base.....	55

13.2. INTRODUCCIÓN

En el presente cuaderno se realizará un estudio del presupuesto del valor del buque proyectado y de la viabilidad económica del mismo.

Para llevar a cabo el estudio del presupuesto del buque, siempre que sea posible se utilizará el precio de los equipos proporcionados por los fabricantes/proveedores o los catálogos existentes en el mercado. Si dicha información no está disponible, se procederá a utilizar la formulación proporcionada por los apuntes del libro *Criterios de Evaluación Técnica y Económica del Proyecto de un buque* por Fernando Junco.

En la siguiente tabla se muestran las características principales del barco del proyecto:

Dimensiones	Valor	Unidades
L_{pp}	263,6	m
B	48	m
D	24	m
T	17,2	m
Δ	186563	t
v	15	kn
C_b	0,823	-
C_p	0,826	-
C_m	0,996	-
C_{wf}	0,896	-

13.3. CÁLCULO DEL COSTE DE CONSTRUCCIÓN

El coste de construcción del buque lo componen:

- Coste de los equipos y materiales.
- Coste de la mano de obra.
- Gastos generales.

En los siguientes apartados se realizará el estudio de cada uno de los costes citados.

13.4. COSTE DE LOS EQUIPOS Y MATERIALES

Este coste lo componen:

13.4.1. CASCO

El casco a su vez se divide en:

13.4.1.1. ACERO LAMINADO

Como primera aproximación para el acero del casco se puede suponer que el peso bruto del acero es igual al neto multiplicado por un factor (entre 1,12 y 1,15) que tiene en cuenta recortes, excesos de pesos de laminación, etc.

$$P_{AB} = P_{AN} \cdot 1,15$$

En el *Cuaderno 2: Cálculo de pesos y centros de gravedad del peso en rosca y de sus partidas correspondientes* se ha obtenido un valor de peso de acero de 22568,8 toneladas:

$$P_{AB} = 22568,8 t \cdot 1,15 = 25954,1 t$$

El costo unitario del acero laminado de calidad A, puede estimarse en 850 €/t, haciendo un coste del acero de:

$$C_A = 25954,1 t \cdot 850 \frac{\text{€}}{t} = 22061002 \text{ €}$$

13.4.1.2. RESTO DE LOS MATERIALES DEL CASCO

PIEZAS FUNDIDAS Y FORJADAS

El costo del resto de los materiales del casco se puede obtener con la siguiente expresión:

$$C_{ff} = 4 \cdot L \cdot H = 4 \cdot 263,6 m \cdot 17,2 m = 18135,7 \text{ €}$$

13.4.1.3. TIMÓN Y ACCESORIOS

TIMÓN Y ACCESORIOS

Su costo total puede estimarse mediante la fórmula:

$$C_{tim} = 4 \cdot L_{tim}^2 \cdot H_{tim}$$

Siendo:

L_{tim} la longitud del timón, en m.

H_{tim} la altura del timón, en m.

Las medidas del timón han sido definidas en el *Cuaderno 6: Predicción de potencia y selección de planta propulsora*, obteniendo una longitud de 6,8 metros y una altura de 12 metros, lo que hace un coste de:

$$C_{tim} = 4 \cdot 6,8^2 m^2 \cdot 12 m = 2219,5 \text{ €}$$

13.4.1.4. MATERIALES AUXILIARES DE CONSTRUCCIÓN DEL CASCO

MATERIALES AUXILIARES

Su costo puede estimarse en 50 €/t por cada tonelada de acero estructural:

$$C_{ma} = 25954,1 t \cdot 50 \frac{\text{€}}{t} = 1297706 \text{ €}$$

13.4.1.5. PREPARACIÓN DE SUPERFICIES

PREPARACIÓN DE SUPERFICIES

El costo unitario es de 2 €/m² para imprimación, 8 €/m² para el granallado de superficies externas y 15 €/m² el de internas.

Para esta partida se empleará el programa *MaxSurf*, con el fin de obtener la superficie mojada del buque resultando:

- *Obra viva* = 19025,86 m².
- *Obra muerta* = 3911,48 m².

La superficie de la superestructura se obtiene de la disposición general del buque, empleando el programa de *Autocad* y su herramienta de consulta de áreas:

- *Superficie superestructura* = 1191,96 m².

La superficie del timón se calcula teniendo en cuenta sus dimensiones:

- *Superficie timón* = 167,32 m².

También se sumará el área de la cubierta, utilizando para ello el coeficiente de flotación:

$$A_c = 263,6 \text{ m} \cdot 48 \text{ m} \cdot 0,896 = 11336,9 \text{ m}^2$$

La superficie exterior del buque es de:

$$S_e = 19025,86 \text{ m}^2 + 3911,48 \text{ m}^2 + 1191,96 \text{ m}^2 + 167,32 \text{ m}^2 + 11336,9 \text{ m}^2 = 35633,5 \text{ m}^2$$

El coste de la preparación de superficies externas será:

$$C_{pse} = 2 \frac{\text{€}}{\text{m}^2} \cdot 35633,5 \text{ m}^2 + 8 \frac{\text{€}}{\text{m}^2} \cdot 35633,5 \text{ m}^2 = 356335,3 \text{ €}$$

Como la superficie interna es desconocida, se estimará igual a la superficie exterior menos el área del timón:

$$C_{psi} = 2 \frac{\text{€}}{\text{m}^2} \cdot 35466,2 \text{ m}^2 + 15 \frac{\text{€}}{\text{m}^2} \cdot 35466,2 \text{ m}^2 = 602925,5 \text{ €}$$

El coste total será la suma de ambas:

$$C_{ps} = 356335,3 \text{ m}^2 + 605769,9 \text{ m}^2 = 959260,8 \text{ €}$$

13.4.1.6. PINTURA Y CONTROL DE CORROSIÓN

PINTURA EXTERIOR DEL CASCO (OBRA VIVA)

La pintura de la obra viva lleva una capa epoxy (de espesor 350 μ y un precio de 0,011 €/m²· μ) y otra capa autopulimentante (de 150 μ y un precio de 0,022 €/ m²· μ). El coste es de:

$$C_{pov} = 19025,9 \text{ m}^2 \cdot \left(350 \mu \cdot 0,011 \frac{\text{€}}{\text{m}^2 \cdot \mu} + 150 \mu \cdot 0,022 \frac{\text{€}}{\text{m}^2 \cdot \mu} \right) = 136034,9 \text{ €}$$

PINTURA EXTERIOR DEL CASCO (OBRA MUERTA)

La pintura exterior consta de una capa de pintura epoxy (en este caso de 225 μ de espesor) y una capa de pintura clorocaucho (de 105 μ y un precio de 0,013 €/ m²· μ)

$$C_{pom} = 3911,5 \text{ m}^2 \cdot \left(225 \mu \cdot 0,011 \frac{\text{€}}{\text{m}^2 \cdot \mu} + 105 \mu \cdot 0,013 \frac{\text{€}}{\text{m}^2 \cdot \mu} \right) = 15020,1 \text{ €}$$

PINTURA INTERIOR DEL CASCO

Se considera que la superficie interior lleva una capa de pintura epoxy de 200 μ :

$$C_{pi} = 35466,2 \text{ m}^2 \cdot 200 \mu \cdot 0,011 \frac{\text{€}}{\text{m}^2 \cdot \mu} = 78025,7 \text{ €}$$

PINTURA DE TUBERÍAS

El costo total de la pintura de tuberías puede aproximarse con la siguiente expresión:

$$C_{pt} = 0,18 \cdot (0,057 \cdot BHP + 0,18 \cdot L) \cdot K$$

Siendo:

K un coeficiente que depende del tipo de pintura. Para zinc-epoxy tiene un valor de 4,8.

BHP es la potencia de placa de los generadores principales, en CV.

$$C_{pt} = 0,18 \cdot (0,057 \cdot 3 \cdot 12873,8 \text{ CV} + 0,18 \cdot 263,6) \cdot 4,8 = 1943 \text{ €}$$

GALVANIZADO Y CEMENTADO

El costo puede tomarse igual al 7,5 % del costo total de pintado del casco (interior y exterior de obra viva y obra muerta).

$$C_{gyc} = \frac{7,5}{100} \cdot (136034,9 \text{ €} + 15020,1 \text{ €} + 78025,7 \text{ €}) = 17181,0 \text{ €}$$

PROTECCIÓN CATÓDICA

El costo de la protección catódica por ánodos de superficie puede aproximarse mediante la siguiente fórmula:

$$C_{pc} = 1,55 \cdot S_m = 1,55 \cdot 19025,9 \text{ m}^2 = 29490,1 \text{ €}$$

13.4.1.7. RESULTADOS FINALES

La siguiente tabla muestra un resumen del coste del casco:

CASCO		
Equipo	Elemento	Coste (€)
Acero laminado	Chapas y perfiles de acero	22061002
Resto de los materiales del casco	Piezas fundidas y forjadas	18135,7
Timón y accesorios		2219,5
Materiales auxiliares		1297706
Preparación de superficies		959260,8
Pintura y control de corrosión	Pintura exterior (obra viva)	136034,9
	Pintura exterior (obra muerta)	15020,1
	Pintura interior	78025,7
	Pintura de tuberías	1943,0
	Galvanizado y cementado	17181,0
	Protección catódica	29490,1
TOTAL		24616019

13.4.2. EQUIPO, ARMAMENTO E INSTALACIONES

13.4.2.1. ANCLAS

El coste de las anclas puede estimarse como 2500 €/t.

En el *Cuaderno 12: Equipos y servicios* a partir del numeral de equipo obtenido se han definido el número y el peso de las anclas obteniendo un total de 3 (incluida una de respeto) con un peso de 20 toneladas cada una. El coste es de:

$$C_a = 3 \text{ anclas} \cdot 20 \text{ t} \cdot 2500 \frac{\text{€}}{\text{t}} = 150000 \text{ €}$$

13.4.2.2. CADENAS, CABLES Y ESTACHAS

Este costo puede estimarse mediante la expresión:

$$C_{cce} = 0,15 \cdot K \cdot d_c^2 \cdot L_c$$

Siendo:

K un coeficiente igual a 0,275, 0,305 o 0,335 para acero normal, de alta resistencia o de muy alta resistencia, respectivamente.

d_c el diámetro de cadena, en mm.

L_c la longitud total de cadenas, en m.

Para un acero de muy alta resistencia el diámetro de cadena obtenido es de 111 mm y una longitud total de 770 metros. El coste obtenido es de:

$$C_{cce} = 0,15 \cdot 0,335 \cdot 111^2 \text{ mm}^2 \cdot 770 \text{ m} = 476730,3 \text{ €}$$

13.4.2.3. MEDIOS DE SALVAMENTO

BOTES SALVAVIDAS

El costo de cada bote salvavidas puede estimarse, en función de su tipo y capacidad, mediante la fórmula:

$$C_{bos} = K_{bo} \cdot N_p^{\frac{2}{3}}$$

Donde:

K_{bo} tiene un valor de 1000 para los botes de remo, 2000 para los de motor, 2250 para los de motor semicerrados, 3000 para los de motor cerrados y 4500 para los de motor cerrados y C.I.

N_p es el número de personas de capacidad del bote.

Disponemos de dos botes salvavidas, y el coste total será de:

$$C_{bos} = 2 \cdot 4500 \cdot 25^{\frac{2}{3}} = 76948,9 \text{ €}$$

BOTES DE RESCATE

El coste del bote de rescate puede estimarse en 6000 €:

$$C_{bor} = 6000 \text{ €}$$

BALSAS SALVAVIDAS

El costo de cada balsa salvavidas puede estimarse mediante la fórmula:

$$C_{ba} = K_{ba} \cdot N_p^{\frac{1}{3}}$$

Donde:

K_{ba} tiene un valor de 1000 para balsas no arriables y 1200 para balsas arriables.

N_p es el número de personas de capacidad de la balsa.

Disponemos de tres balsas salvavidas haciendo un coste total de:

$$C_{ba} = 3 \cdot 1000 \cdot 25^{\frac{1}{3}} = 8772,1 \text{ €}$$

DISPOSITIVOS DE LANZAMIENTO DE BOTES Y BALSAS

El costo de cada pescante de bote salvavidas puede estimarse mediante la fórmula:

$$C_{pb} = K_{pb} \cdot N_p^{\frac{2}{3}}$$

Donde:

K_{pb} tiene un valor de 2650 en botes abiertos y 4000 en botes cerrados, y

N_p es el número de personas de capacidad del bote.

$$C_{pbos} = 2 \cdot 4000 \cdot 25^{\frac{2}{3}} = 68399 \text{ €}$$

Para los pescantes de balsas o botes de servicio puede estimarse un costo unitario de 8500 €.

$$C_{pbor} = 8500 \text{ €}$$

VARIOS

El costo de aros, chalecos, señales, lanzacabos y elementos varios de salvamento puede estimarse como:

$$C_v = 2500 + 30 \cdot N$$

Siendo N el número total de personas a bordo.

$$C_v = 2500 + 30 \cdot 25 \text{ tripulantes} = 3250 \text{ €}$$

13.4.2.4. HABILITACIÓN DE ALOJAMIENTOS

Su coste puede tomarse como:

$$C_h = K_h \cdot S_h$$

Donde:

S_h será el área de la habitación en m^2 .

K_h varía de 210 a 250, según el nivel de calidad, pudiendo llegar a 500 €/m².

La superficie se obtiene midiendo en los planos realizados en el *Cuaderno 7: Disposición general* y suponiendo un nivel de calidad de 250 €/m², el coste será de:

$$C_h = 250 \frac{\text{€}}{m^2} \cdot 1875,11 m^2 = 468777,5 \text{ €}$$

13.4.2.5. EQUIPOS DE FONDA Y HOTEL

COCINA Y OFICIOS

El costo puede estimarse mediante la fórmula:

$$C_{co} = K_{co} \cdot N$$

Siendo:

K_{co} 240 en buques de servicio costero, 420 para buques oceánicos en general y 300 para buques de pasaje.

N el número total de personas a bordo, incluyendo tripulación, pasaje y personal de fonda.

$$C_{co} = 420 \cdot 25 \text{ tripulantes} = 10500 \text{ €}$$

GAMBUZAS FRIGORÍFICAS

El costo puede estimarse mediante la fórmula:

$$C_{ga} = 1800 \cdot V^{\frac{2}{3}}$$

Siendo:

V el volumen neto de la gambuza.

$$C_{ga} = 1800 \cdot 126^{\frac{2}{3}} = 45239,7 \text{ €}$$

EQUIPOS DE LAVANDERÍA Y VARIOS

El costo puede estimarse en 240 €/persona que pernocte a bordo.

$$C_{la} = 240 \frac{\text{€}}{\text{tripulante}} \cdot 25 \text{ tripulantes} = 6000 \text{ €}$$

13.4.2.6. EQUIPOS DE ACONDICIONAMIENTO EN ALOJAMIENTOS

EQUIPOS DE ACONDICIONAMIENTO EN ALOJAMIENTOS

Para equipos de calefacción y aire acondicionado puede tomarse un costo unitario de 60 €/m² de espacio de habitación.

$$C_{aa} = 60 \frac{\text{€}}{\text{m}^2} \cdot 1875,11 \text{ m}^2 = 112506,6 \text{ €}$$

VENTILACIÓN MECÁNICA

Para sistemas de ventilación mecánica, independientes de los de aire acondicionado, el costo total puede estimarse mediante la fórmula:

$$C_{vm} = 1055 \cdot N^{0,215} + 1,2 \cdot S_h^{0,25}$$

Siendo:

N el número total de personas a bordo, incluyendo tripulación, pasaje y personal de fonda.

S_h el área de la habitación en m².

$$C_{vm} = 1055 \cdot 25^{0,215} + 1,2 \cdot 1875,11^{0,25} = 2115,6 \text{ €}$$

13.4.2.7. EQUIPOS DE NAVEGACIÓN Y COMUNICACIÓN

EQUIPOS DE NAVEGACIÓN

Su costo puede estimarse a partir de los valores unitarios dados en la siguiente tabla:

Equipos de navegación		
Compás magnético	1900	€
Compás giroscópico	27000	€
Piloto automático	6000	€
Radar de movimiento verdadero	51600	€
Radar de movimiento relativo	9900	€
Radiogoniómetro	4800	€
Receptor de cartas	4350	€
Corredera	5100	€
Sonda	3525	€
Sonda de pesca	5400	€
Sistema de navegación por satélite	5100	€
TOTAL	124675	€

EQUIPOS AUXILIARES DE NAVEGACIÓN

Su costo puede estimarse en el 8 % del anterior:

$$C_{ean} = \frac{8}{100} \cdot 124675 \text{ €} = 9974 \text{ €}$$

COMUNICACIONES EXTERNAS

Su costo, incluyendo los de telegrafía, telefonía y, si existe, sistema de comunicación por satélite, puede variar entre 48000 y 120000 € dependiendo del nivel.

Para el barco del proyecto tomaremos un valor intermedio de:

$$C_{ce} = 84000 \text{ €}$$

COMUNICACIONES INTERNAS

El costo de comunicaciones internas, incluyendo altavoces, teléfonos autogenerados y teléfonos automáticos, puede variar entre 12000 y 36000 € dependiendo del nivel.

En nuestro caso estimaremos un valor intermedio:

$$C_{ci} = 24000 \text{ €}$$

13.4.2.8. MEDIOS CONTRAINCENDIOS CONVENCIONALES

INSTALACIONES SOFOCADORAS FIJAS EN CÁMARA DE MÁQUINAS

El coste de medios contraincendios en cámara de máquinas, cuando no atienden también a las necesidades de bodegas, puede estimarse mediante la fórmula:

$$C_{im} = 8,4 \cdot L_m \cdot B \cdot D_m$$

Siendo:

L_m la eslora de cámara de máquinas.

D_m el puntal de la cámara de máquinas.

$$C_{im} = 8,4 \cdot 28,8 \text{ m} \cdot 48 \text{ m} \cdot 13 \text{ m} = 150958,1 \text{ €}$$

13.4.2.9. EQUIPOS CONVENCIONALES DE SERVICIO DE LA CARGA

El coste de cada grúa puede estimarse mediante la ecuación:

$$C_g = 2520 \cdot SWL^{0,765} \cdot L^{0,85}$$

Donde:

SWL es la carga de trabajo de la grúa, en t.

L es la longitud de pluma de la grúa, en m.

GRÚAS DE CARGA Y DESCARGA

El barco del proyecto contará con dos grúas para el manejo de las mangueras empleadas en la carga y descarga. Estas tendrán una capacidad máxima de 25 toneladas y un alcance de 30 metros. El coste será de:

$$C_{gc} = 2 \cdot 2520 \cdot 25^{0,765} \cdot 30^{0,85} = 1065142,5 \text{ €}$$

GRÚAS DE PROVISIONES

También dispondremos de dos grúas de provisiones con una capacidad máxima de 12,5 toneladas y un alcance de 22 metros. Su coste total será de:

$$C_{gp} = 2 \cdot 2520 \cdot 12,5^{0,765} \cdot 22^{0,85} = 481532,9 \text{ €}$$

13.4.2.10. INSTALACIÓN ELÉCTRICA

Su costo puede estimarse mediante la ecuación:

$$C_{ie} = 480 \cdot Kw^{0,77}$$

Donde Kw es la potencia total instalada en kW. Se tomará la potencia total de los tres generadores.

$$C_{ie} = 480 \cdot (3 \cdot 9600 \text{ kW})^{0,77} = 1303087,1 \text{ €}$$

13.4.2.11. TUBERÍAS

Su costo total puede estimarse con la fórmula:

$$C_t = 2705 \cdot (0,015 \cdot L_m \cdot B \cdot D_m + 0,18 \cdot L) + K_t \cdot BHP + 1,5 \cdot (3 \cdot L_m \cdot B \cdot D_m + Q_b + 4 \cdot S_h)$$

Siendo:

K_t un coeficiente que vale 5,7 u 8 dependiendo de que el propulsor queme combustible ligero o pesado.

L_m la eslora de cámara de máquinas.

D_m el puntal de la cámara de máquinas.

BHP la potencia de placa de los generadores principales, en CV.

Q_b volumen de bodegas, en m^3 .

S_h el área de la habitación en m^2 .

$$C_t = 2705 \cdot (0,015 \cdot 28,8 \text{ m} \cdot 48 \text{ m} \cdot 13 \text{ m} + 0,18 \cdot 263,6 \text{ m}) + 8 \cdot 3 \cdot 12873,8 \text{ CV} + 1,5 \cdot (3 \cdot 28,8 \text{ m} \cdot 48 \text{ m} \cdot 13 \text{ m} + 169807,86 \text{ m}^3 + 4 \cdot 1875,11 \text{ m}^2) = 1513332,1 \text{ €}$$

13.4.2.12. ACCESORIOS DE EQUIPOS, ARMAMENTO E INSTALACIONES

PUERTAS METÁLICAS, VENTANAS Y PORTILLOS

Su costo puede estimarse, en buques de carga o pesca, mediante la fórmula:

$$C_{ppv} = 2705 \cdot N^{0,48} = 2705 \cdot 25^{0,48} = 12681,7 \text{ €}$$

ESCALERAS, PASAMANOS Y CANDELEROS

Su costo puede estimarse en función de la eslora con la fórmula:

$$C_{escpc} = 22,2 \cdot L^{1,6} = 22,2 \cdot 263,6^{1,6} = 165907,3 \text{ €}$$

ESCOTILLAS DE ACCESO, LUMBRERAS Y REGISTROS

Su costo se calcula con la ecuación:

$$C_{estr} = 12,6 \cdot L^{1,5} = 12,6 \cdot 263,6^{1,5} = 53924,8 \text{ €}$$

ACCESORIOS DE FONDEO Y AMARRE

Se calculan como muestra la fórmula:

$$C_{aafa} = e^{3,1} \cdot 6 \cdot (L \cdot (B + D))^{0,815} = e^{3,1} \cdot 6 \cdot (263,6 \cdot (48 + 24))^{0,815} = 408564,5 \text{ €}$$

ESCALAS REALES, PLANCHAS DE DESEMBARCO Y ESCALAS DE PRÁCTICO

Su costo se calcula con la siguiente ecuación:

$$C_{erp} = 2000 + 1350 \cdot (D - 0,03 \cdot L) \cdot N_{er}$$

Donde:

N_{er} es el número de escalas reales.

$$C_{erp} = 2000 + 1350 \cdot (24 \text{ m} - 0,03 \cdot 263,6 \text{ m}) \cdot 2 = 45448,4 \text{ €}$$

TOLDOS, FUNDAS Y ACCESORIOS DE ESTIBA Y RESPETOS

Su costo puede calcularse con la fórmula:

$$C_{tf} = 40 \cdot (L \cdot (B + D))^{0,68} = 40 \cdot (263,6 \cdot (48 + 24))^{0,68} = 32455,5 \text{ €}$$

13.4.2.13. RESULTADOS FINALES

En la siguiente tabla se recogen los valores obtenidos de cada partida que compone a los equipos, armamentos e instalaciones:

EQUIPO, ARMAMENTO E INSTALACIONES		
Equipo	Elemento	Coste (€)
Equipos de fondeo, amarre y remolque	Anclas	150000,0
	Cadenas, cables y estachas	476730,3
Medios de salvamento	Botes salvavidas	76948,9
	Botes de rescate	6000,0
	Balsas salvavidas	8772,1
	Dispositivos de lanzamiento salvavidas	68399,0
	Dispositivos de lanzamiento rescate	8500,0
	Varios	3250,0
	Habilitación de alojamientos	468777,5
Equipos de fonda y hotel	Cocina y oficios	10500
	Gambuzas frigoríficas	45239,7
	Equipos de lavandería y varios	6000
Equipos de acondicionamiento	Aire acondicionado	112506,6
	Ventilación mecánica	2115,6
Equipo de navegación y comunicaciones	Equipos de navegación	124675
	Equipos auxiliares de navegación	9974
	Comunicaciones externas	84000
	Comunicaciones internas	24000
Medios CI convencionales	Instalaciones CI fijas en CCMM	150958,1
Equipos convencionales de la carga	Grúas de carga y descarga	1065142,5
	Grúas de provisiones	481532,9
Instalación eléctrica		1303087,1
Tuberías		1513332,1
Accesorios de equipos, armamento e instalaciones	Puertas metálicas, ventanas y portillos	12681,7
	Escaleras, pasamanos y candeleros	165907,3
	Escotillas de acceso, lumbreras y registros	53924,8
	Accesorios de amarre y fondeo	408564,5
	Escalas reales, planchas de desembarco y escalas de práctico	45448,4
	Toldos, fundas y accesorios de estiba y respetos	32455,5
TOTAL		6919423,8

13.4.3. MAQUINARIA AUXILIAR DE CUBIERTA

13.4.3.1. EQUIPO DE GOBIERNO

SERVOMOTOR

Su costo puede evaluarse mediante la fórmula que sigue:

$$C_{sm} = 3700 \cdot M^{\frac{2}{3}}$$

Siendo:

M el par del timón en t·m. Este valor ha sido obtenido en el cuaderno 6 y es de 260 t·m:

$$C_{sm} = 3700 \cdot 260^{\frac{2}{3}} = 150723,2 \text{ €}$$

13.4.3.2. EQUIPO DE AMARRE Y FONDEO

MOLINETE

Se calcula con la fórmula:

$$C_m = 300 \cdot d^{1,3}$$

Donde:

d es el diámetro de cadena, en mm.

Disponemos de dos molinetes con un coste total de:

$$C_m = 2 \cdot 300 \cdot 111^{1,3} = 273571,7 \text{ €}$$

CHIGRES DE MANIOBRA Y SUS EQUIPOS DE ACCIONAMIENTO

El costo unitario de maquinillas de amarre de tipo normal puede estimarse, en función de la tracción T_{ma} con la fórmula que sigue:

$$C_{ma} = 7800 \cdot T_{ma}^{\frac{2}{3}}$$

Como dispondremos de ocho chigres de 20 toneladas de tracción, el costo será:

$$C_{ma} = 8 \cdot 7800 \cdot 20^{\frac{2}{3}} = 459767,1 \text{ €}$$

13.4.3.3. RESULTADOS FINALES

A modo de resumen, en la siguiente tabla se muestran los resultados obtenidos:

MAQUINARIA AUXILIAR DE CUBIERTA		
Equipo	Elemento	Coste (€)
Equipo de gobierno	Servomotor	150723,2
Equipo de fondeo y amarre	Molinetes	273571,7
	Chigres de amarre	459767,1
TOTAL		884062,0

13.4.4. INSTALACIÓN PROPULSORA

13.4.4.1. MÁQUINAS PROPULSORAS

MOTORES PROPULSORES

En el barco del proyecto, las máquinas propulsoras son dos motores eléctricos del fabricante *ABB*, concretamente, el modelo *AMZ 0710*, capaces de proporcionar una potencia de aproximadamente 12500 kW a 1900 rpm.

Su costo se estima con la siguiente ecuación:

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

Como disponemos de dos unidades el costo total será de:

$$C_{mp} = 2 \cdot \left(2400 \cdot \left(\frac{12500 \text{ kW}}{1900 \text{ rpm}}\right)^{\frac{2}{3}} + 13200 \cdot \left(\frac{12500 \text{ kW}}{1900 \text{ rpm}}\right)^{\frac{2}{3}} \right) = 109544,9 \text{ €}$$

13.4.4.2. LÍNEA DE EJES

ACOPLAMIENTOS Y EMBRAGUES

El costo de un acoplamiento elástico puede estimarse con la fórmula:

$$C_{ae} = 1700 \cdot \frac{BHP}{RPM}$$

Donde *BHP* y *RPM* son la potencia propulsora y la velocidad de los motores eléctricos. Se emplearán los valores obtenidos en el cuaderno 6 con el software *NavCad*:

Nº motores	PB Motor (kW)	RPM motor
2	9340	1274

El coste será de:

$$C_{ae} = 2 \cdot 1700 \cdot \frac{12525,1 \text{ CV}}{1274 \text{ rpm}} = 33426,6 \text{ €}$$

REDUCTORES

El costo del reductor puede estimarse con la fórmula:

$$C_r = 25000 \cdot Pr^{0,5}$$

Donde:

Pr es el peso y que supondremos de 10 toneladas.

$$C_r = 25000 \cdot 10^{0,5} = 79056,9 \text{ €}$$

EJES Y CHUMACERAS

Su costo puede estimarse con la fórmula:

$$C_{ec} = 3,6 \cdot BHP = 2 \cdot 3,6 \cdot 12525,1 \text{ CV} = 90180,9 \text{ €}$$

BOCINAS Y SUS CIERRES

Su costo puede estimarse con la expresión:

$$C_{bc} = 7,515 \cdot BHP^{0,85} = 7,515 \cdot 12525,1^{0,85} = 45717 \text{ €}$$

13.4.4.3. HÉLICE PROPULSORA

HÉLICE

El costo de las hélices de paso fijo puede basarse en precios unitarios de 4500 y 8000 €/tonelada según el material empleado.

La hélice del barco del proyecto es de CuNiAl y su coste será de:

$$C_{he} = 8000 \frac{\text{€}}{t} \cdot 44,1 t = 352800 \text{ €}$$

13.4.4.4. RESULTADOS FINALES

La siguiente tabla muestra, a modo de resumen, los resultados obtenidos para la instalación propulsora:

INSTALACIÓN PROPULSORA		
Equipo	Elemento	Coste (€)
Máquinas propulsoras	Motores propulsores	109544,9
Línea de ejes	Acoplamiento y embragues	33426,6
	Reductores	79056,9
	Ejes y chumaceras	90180,9
	Bocinas y sus cierres	45717
Hélice propulsora		352800
TOTAL		710725,9

13.4.5. MAQUINARIA AUXILIAR DE LA PROPULSIÓN

13.4.5.1. GRUPOS ELECTRÓGENOS

GRUPO GENERADORES PRINCIPALES

El costo de cada grupo generador diésel puede aproximarse mediante la ecuación:

$$C_{gd} = 252 \cdot DIA^{2,2} \cdot \frac{N_c^{0,8}}{RPM} + 24000 \cdot \left(\frac{kW}{RPM} \right)^{\frac{2}{3}}$$

Donde:

DIA es el diámetro de los cilindros en mm.

N_c es el número de cilindros.

kW es la potencia eléctrica del generador, en kW.

Rpm son las revoluciones del generador.

Disponemos de tres grupos generadores y su coste total es de:

$$C_{gd} = 3 \cdot \left(252 \cdot 320^{2,2} \cdot \frac{16^{0,8}}{720 \text{ rpm}} + 24000 \cdot \left(\frac{9600 \text{ kW}}{720 \text{ rpm}} \right)^{\frac{2}{3}} \right) = 3536800,7 \text{ €}$$

GRUPO GENERADOR DE EMERGENCIA

$$C_{gde} = \left(252 \cdot 160^{2,2} \cdot \frac{5^{0,8}}{1200 \text{ rpm}} + 24000 \cdot \left(\frac{500 \text{ kW}}{1200 \text{ rpm}} \right)^{\frac{2}{3}} \right) = 67148,7 \text{ €}$$

13.4.5.2. EQUIPO DE CIRCULACIÓN, REFRIGERACIÓN Y LUBRICACIÓN

Su costo puede estimarse con la fórmula:

$$C_{crl} = 6 \cdot (K_1 + K_2) \cdot BHP$$

Donde:

K₁ es un coeficiente que vale 1,2 o 2,4 para motores de 2 o 4 tiempos, respectivamente.

K₂ es un coeficiente que vale 1 o 0 según exista o no enfriador central de placas de titanio.

$$C_{crl} = 6 \cdot 2,4 \cdot (3 \cdot 12873,8 \text{ CV}) = 556147,8 \text{ €}$$

13.4.5.3. EQUIPOS GENERADORES DE VAPOR

Su costo puede estimarse con la expresión:

$$C_{gv} = 15 \cdot (N_{ca} \cdot Q_{vg}) + 4,8 \cdot (N_{cf} \cdot Q_{vf}) + 6,6 \cdot (N_{cm} \cdot Q_{cm})$$

Donde:

N_{ca} es el número de calderetas de gases de escape.

N_{cf} es el número de calderetas de quemadores.

N_{cm} es el número de calderetas mixtas.

Q_{vg} es la producción de vapor de cada caldereta de gases de escape, en kg/h.

Q_{cm} es la producción de vapor de cada caldereta mixta, en kg/h.

Q_{vf} es la producción de vapor de quemadores, en kg/h.

$$C_{gv} = 15 \cdot \left(3 \cdot 5000 \frac{kg}{h} \right) + 4,8 \cdot \left(1 \cdot 35000 \frac{kg}{h} \right) = 393000 \text{ €}$$

13.4.5.4. EQUIPOS DE ARRANQUE DE MOTORES

Su costo puede estimarse con la expresión:

$$C_{am} = 78 \cdot N_{co} \cdot Q_{co}$$

Siendo:

N_{co} es el número de compresores.

Q_{co} es el caudal unitario, en m^3/h .

$$C_{am} = 78 \cdot 2 \cdot 166 \frac{m^3}{h} = 25896 \text{ €}$$

13.4.5.5. EQUIPOS DE MANEJO DE COMBUSTIBLE

Su costo puede estimarse mediante la expresión:

$$C_{co} = 44 \cdot N_{bt} \cdot Q_{bt} + 2,1 \cdot BHP$$

Donde:

N_{bt} es el número de bombas de trasiego

Q_{bt} la capacidad de cada una, en m^3/h .

BOMBAS DE TRASIEGO DE HFO

$$C_{co} = 44 \cdot 2 \cdot 72,5 \frac{m^3}{h} + 2,1 \cdot 3 \cdot 12873,8 \text{ CV} = 87484,9 \text{ €}$$

BOMBAS DE TRASIEGO DE MDO

$$C_{co} = 44 \cdot 2 \cdot 6,4 \frac{m^3}{h} + 2,1 \cdot 3 \cdot 12873,8 \text{ CV} = 81668,1 \text{ €}$$

BOMBAS DE TRASIEGO DE ACEITE

$$C_{co} = 44 \cdot 2 \cdot 1 \frac{m^3}{h} + 2,1 \cdot 3 \cdot 12873,8 \text{ CV} = 81148,9 \text{ €}$$

13.4.5.6. EQUIPOS DE PURIFICACIÓN

PURIFICADORAS CENTRÍFUGAS PARA ACEITE Y COMBUSTIBLE Y SUS CALENTADORES

Su costo puede estimarse mediante la ecuación:

$$C_{pv} = 10000 \cdot N_{pa} \cdot Q_{pa} \cdot K_1 + 4750 \cdot N_{pd} \cdot Q_{pd} \cdot K_1 + 5200 \cdot N_{pf} \cdot Q_{pf} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3$$

Donde:

K_1 vale 1 para depuradoras autolimpiantes y 0,55 para las no autolimpiantes.

Las constantes K_2 y K_3 toman valores en función de la viscosidad máxima del combustible.

$$C_{pv} = 10000 \cdot 3 \cdot 2,8 \frac{m^3}{h} \cdot 1 + 5200 \cdot 2 \cdot 6,161 \frac{m^3}{h} \cdot 1 \cdot 1,65 \cdot 1 = 189722,8 \text{ €}$$

EQUIPO DE MANEJO DE LODOS, TRASIEGO Y DERRAMES

Su costo puede estimarse en 1500 €.

EQUIPO DE TRATAMIENTO POR ADITIVOS PARA LIMPIEZA

Su costo puede estimarse, en función de la potencia propulsora, mediante la fórmula:

$$C_{ta} = 24 \cdot BHP^{\frac{2}{3}} = 24 \cdot (3 \cdot 12873,8 \text{ CV})^{\frac{2}{3}} = 27421,8 \text{ €}$$

13.4.5.7. EQUIPOS AUXILIARES DE CASCO

BOMBAS DE CONTRAINCENDIOS, DE LASTRE, DE SERVICIOS GENERALES Y SUS SENTINAS

Su costo puede estimarse mediante la ecuación:

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

Donde:

Q_{bs} es el caudal de la bomba de sentinas, en m³/h.

Q_{ci} es el caudal de la bomba de contraincendios, en m³/h.

Las constantes K_1 , K_2 , K_3 y K_4 dependen del registro bruto. En barcos superiores a 4000 GT, toman valores de 3, 3, 4 y 1 respectivamente.

$$C_{il} = 600 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 535^{\frac{1}{3}} + 960 \cdot 3 \cdot 3 \cdot 90^{\frac{1}{3}} + 960 \cdot 4 \cdot 90^{\frac{1}{3}} + 1100 \cdot 1 \cdot 535^{\frac{1}{3}} = 673652,9 \text{ €}$$

SEPARADORAS DE SENTINAS CON SUS BOMBAS Y ALARMAS

Su costo puede expresarse en función del arqueado bruto en la forma siguiente:

$$C_{ss} = 156 \cdot GT^{0,5} + 5100 \cdot K_{ss}$$

Donde:

K_{ss} vale 1 o 0 según haya o no control automático de descargas.

$$C_{ss} = 156 \cdot 83272^{0,5} + 5100 \cdot 1 = 50116,7 \text{ €}$$

13.4.5.8. EQUIPOS SANITARIOS

GENERADORES DE AGUA DULCE

El costo unitario puede estimarse con la fórmula:

$$C_{agd} = 1380 \cdot Q_{agd}$$

Donde:

Q_{agd} es el caudal del generador, en t/día.

Contaremos con dos generadores de agua dulce, lo que supone un coste de:

$$C_{agd} = 2 \cdot 1380 \cdot 4 \frac{m^3}{t} = 11040 \text{ €}$$

GRUPOS HIDRÓFOROS

Su costo puede aproximarse con la expresión:

$$C_{gh} = 660 \cdot N^{0,5}$$

Donde:

N es el número total de personas que pernoctan a bordo.

$$C_{gh} = 660 \cdot 25^{0,5} = 3300 \text{ €}$$

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS FECALES

Su costo puede estimarse con la fórmula:

$$C_{tf} = 2650 \cdot N^{0,4} = 2650 \cdot 25^{0,4} = 9567,1 \text{ €}$$

INCINERADOR DE RESIDUOS SÓLIDOS

Su costo puede expresarse en la forma:

$$C_{ir} = 11400 \cdot N^{0,2} = 11400 \cdot 25^{0,2} = 21701,7 \text{ €}$$

13.4.5.9. VARIOS

VENTILADORES DE CÁMARA DE MÁQUINAS

Su costo puede estimarse con la expresión:

$$C_{vcm} = 7,5 \cdot N_v \cdot Q_v^{0,5} + 5,52 \cdot K_f \cdot BHP^{0,5}$$

Donde:

N_v es el número de ventiladores

Q_v es el caudal unitario, en m³/h.

K_f es un coeficiente que vale 1 o 0 según si el motor quema o no combustible pesado.

$$C_{vcm} = 7,5 \cdot 3 \cdot 181620^{0,5} + 5,52 \cdot 1 \cdot (3 \cdot 12873,8 \text{ CV})^{0,5} = 10673,6 \text{ €}$$

EQUIPOS DE DESMONTAJE

El costo de equipos de desmontaje en cámara de máquinas puede expresarse en la forma:

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

Donde:

K_{ed} vale 1 para viga carril y 3 para puente grúa.

$$C_{ed} = 0,84 \cdot 3 \cdot 3 \cdot 12873,8 \text{ CV} = 97325,9 \text{ €}$$

TALLER DE MÁQUINAS

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

Para el barco del proyecto se estima un costo de:

$$C_{tm} = 10000 \text{ €}$$

13.4.5.10. RESULTADOS FINALES

En la siguiente tabla se muestran los resultados obtenidos:

MAQUINARIA AUXILIAR DE LA PROPULSIÓN		
Equipo	Elemento	Coste (€)
Grupos electrógenos	Generadores diésel	3536800,7
	Generador de emergencia	67148,7
Equipo de circulación, refrigeración y lubricación		556147,8
Equipos generadores de vapor	Calderas, economizadores y calderas mixtas	393000,0
Equipos arranque de motores	Compresores	25896,0
Equipos de manejo de combustible	Bombas de trasiego de HFO	87484,9
	Bombas de trasiego de MDO	81668,1
	Bombas de trasiego de aceite	81148,9
Equipos de purificación	Purificadoras centrífugas de aceite y combustible	189722,8
	Equipo de manejo de lodos, trasiegos y derrames	1500,0
	Equipo de tratamiento por aditivos para limpieza	27421,8
Equipos auxiliares de casco	Bombas de CI y sentinas	673652,9
	Separador de sentinas	50116,7
Equipos sanitarios	Generadores de agua dulce	11040,0
	Grupos hidróforos	3300,0
	TAR	9567,1
	Incinerador	21701,7
Varios	Ventilación CCMM	10673,6
	Equipos de desmontaje	97325,9
	Taller de máquinas	10000,0
TOTAL		5935317,5

13.4.6. CARGOS Y RESPETOS

13.4.6.1. RESPETOS ESPECIALES

HÉLICE DE RESPETO

El costo de la hélice de respeto debe basarse en el peso y precio unitario de la de servicio, dado que ambas son casi siempre idénticas.

$$C_{her} = 352800 \text{ €}$$

EJE DE COLA DE RESPETO

El coste del eje de cola de respeto puede estimarse con la fórmula:

$$C_{ecr} = 2,4 \cdot BHP = 2,4 \cdot 3 \cdot 12873,8 \text{ CV} = 92691,3 \text{ €}$$

13.4.6.2. RESULTADOS FINALES

En la siguiente tabla se obtiene la suma total correspondiente al coste de cargos y respetos:

CARGOS Y RESPETOS		
Equipo	Elemento	Coste (€)
Respetos esenciales	Hélice de respeto	352800
	Línea de ejes	92691,3
TOTAL		445491,3

13.4.7. INSTALACIONES ESPECIALES

13.4.7.1. EQUIPOS ESPECIALES DE SERVICIO DE LA CARGA

BOMBAS CENTRÍFUGAS DE DESCARGA

El costo de bombas centrífugas de descarga puede estimarse con la expresión:

$$C_{bc} = 30 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot Q_b^{0,82} \cdot H_d^{0,35} \cdot N_b$$

Donde:

K_1 es un coeficiente que toma un valor de 1 o 1,4 según si el accionamiento es eléctrico o mediante una turbina de vapor.

K_2 es un coeficiente que vale 1 o 2, según se utilicen materiales normales o acero inoxidable.

Q_b es el caudal de la bomba, en m³/h.

H_d es la altura de descarga, en m.

N_b es el número de bombas.

$$C_{bc} = 30 \cdot 1 \cdot 2 \cdot 4000^{0,82} \cdot 135^{0,35} \cdot 3 = 900696,6 \text{ €}$$

SISTEMA DE CEBADO DE LAS BOMBAS CENTRÍFUGAS DE DESCARGA

Al costo de las bombas centrífugas hay que añadir el del sistema de cebado, que puede estimarse con la expresión:

$$C_{sc} = 42 \cdot (N_{bc} \cdot Q_{bc})^{0,9} = 42 \cdot (3 \cdot 4000)^{0,9} = 197021 \text{ €}$$

SISTEMA CALENTADOR DE LA CARGA

El coste del sistema de calentador de carga con sus bombas de circulación puede estimarse con la expresión:

$$C_{cc} = 24 \cdot Q_t^{\frac{2}{3}} \cdot N_b$$

Donde:

Q_t es el volumen de los tanques de carga, en m³.

N_b es el número de bombas de descarga.

$$C_{cc} = 24 \cdot 169807,86^{\frac{2}{3}} \cdot 3 = 220785,7 \text{ €}$$

TUBERÍA Y VALVULERÍA DE CARGA

En buques de carga líquida, distintos de los LPG, su costo puede estimarse en 1/3 del de las bombas de descarga y de agotamiento.

$$C_{tvc} = \frac{1}{3} \cdot 900696,6 \text{ €} = 365905,8 \text{ €}$$

INSTALACIONES ELÉCTRICAS ESPECIALES, INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL

En buques de carga líquida, distintos de los LPG, su costo puede estimarse en 1/5 del de las bombas de descarga y de agotamiento.

$$C_{iee} = \frac{1}{5} \cdot 900696,6 \text{ €} = 219543,5 \text{ €}$$

13.4.7.2. INSTALACIONES Y EQUIPOS DE AUTOMATIZACIÓN, TELECONTROL Y ALARMA

CABINAS Y PUESTOS DE CONTROL

Su costo puede estimarse con la fórmula:

$$C_{cc} = 1080 \cdot S_{cc}^{0,85}$$

Donde:

S_{cc} es el área del cuarto de control de máquinas, en m^2 .

$$C_{cc} = 1080 \cdot 86,4^{0,85} = 47803,6 \text{ €}$$

DISPOSITIVOS DE AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL REGLAMENTARIOS

Su costo puede estimarse como:

$$C_{ac} = 3240 \cdot K_1 \cdot BHP^{\frac{1}{3}}$$

Donde:

K_1 es un coeficiente que vale 1 o 1,5 según si la automatización es para navegación libre o también para maniobra.

$$C_{ac} = 3240 \cdot 1,5 \cdot (3 \cdot 12873,8 \text{ CV})^{\frac{1}{3}} = 164277,8 \text{ €}$$

DISPOSITIVOS RESTANTES DE AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL

Su costo puede variar de 12000 a 50000 € dependiendo del nivel de complejidad.

Para el barco del proyecto se tomará el valor más elevado, debido al gran nivel de control que precisa la carga a transportar.

$$C_{rac} = 50000 \text{ €}$$

EQUIPOS SUMINISTRADORES DE FLUIDOS DE CONTROL Y ACCIONAMIENTO

Su costo puede estimarse en el 10 % del de los dispositivos de automatización y control reglamentarios.

$$C_{es} = \frac{10}{100} \cdot 164277,8 \text{ €} = 16427,8 \text{ €}$$

13.4.7.3. INSTALACIONES Y EQUIPOS ESPECIALES CONTRAINCENDIOS

INSTALACIONES CI DE CARÁCTER ESTRUCTURAL

Su costo puede estimarse como:

$$C_{ci} = K_{ci} + 5,5 \cdot S_h$$

Donde:

K_{ci} es un coeficiente con un valor de 16000 para buques de pasaje y 4600 para otros buques provistos de estas instalaciones.

S_h es la superficie de alojamientos, en m^2 .

$$C_{ci} = 4600 + 5,5 \cdot 1875,11 \text{ m}^2 = 14913,1 \text{ €}$$

INSTALACIONES FIJAS DE CONTRAINCENDIOS EN CUBIERTA

Su costo puede estimarse como:

$$\begin{aligned} C_{cic} &= 11 \cdot (1 + 0,0013 \cdot L) \cdot L \cdot B = 11 \cdot (1 + 0,0013 \cdot 263,6 \text{ m}) \cdot 263,6 \text{ m} \cdot 48 \text{ m} = \\ &= 186875,3 \text{ €} \end{aligned}$$

INSTALACIONES ROCIADORAS DE AGUA

Su costo puede estimarse como:

$$C_{ra} = 4 \cdot S_h = 4 \cdot 1875,11 \text{ m}^2 = 7500,4 \text{ €}$$

EQUIPOS DETECTORES DE INCENDIOS EN CÁMARA DE MÁQUINAS

Su costo se calcula como sigue:

$$C_{dim} = 8 \cdot K_1 \cdot L_m \cdot D_m \cdot B + 12240 \cdot K_2 \cdot N_{ch}$$

Siendo:

K_1 un coeficiente que toma valor de 0 o 1, según si la cámara de máquinas es atendida o desatendida.

K_2 un coeficiente que vale 1 o 0, según exista o no detección de incendios en alojamientos.

L_m la eslora de cámara de máquinas, en m.

D_m es el puntal de cámara de máquinas, en m.

N_{ch} es el número de cubiertas en alojamientos.

$$C_{dim} = 8 \cdot 1 \cdot 28,8 \text{ m} \cdot 13 \text{ m} \cdot 48 \text{ m} + 12240 \cdot 1 \cdot 5 = 204969,6 \text{ €}$$

13.4.7.4. INSTALACIONES Y EQUIPOS ESPECIALES DE SEGURIDAD

PLANTA DE GAS INERTE

Su costo puede evaluarse mediante la expresión:

$$C_{gi} = K_{gi} \cdot Q_{gi}^{n_{gi}}$$

Siendo:

K_{gi} es un coeficiente que toma valor de 360 para plantas con generador y quemador propio, o 9000 para plantas que utilizan gases de combustión de calderas.

n_{gi} toma un valor de 0,77 para plantas con generador y quemador o 0,38 para plantas que utilizan gases de combustión de calderas.

Q_{gi} es la capacidad de la planta, en m³/h.

La planta de gas inerte definida en el cuaderno 12 combina dos funcionamientos: uno cuando la caldera o los equipos generadores se encuentren funcionando, reaprovechando sus gases de escape, y otro quemando fuel oil. Para el cálculo de su coste, emplearemos los valores correspondientes al funcionamiento más caro, que en este caso se produce cuando funciona como quemador propio:

$$C_{gi} = 360 \cdot 20000^{0,77} = 738066,7 \text{ €}$$

13.4.7.5. RESULTADOS FINALES

Los valores obtenidos se muestran en la siguiente tabla:

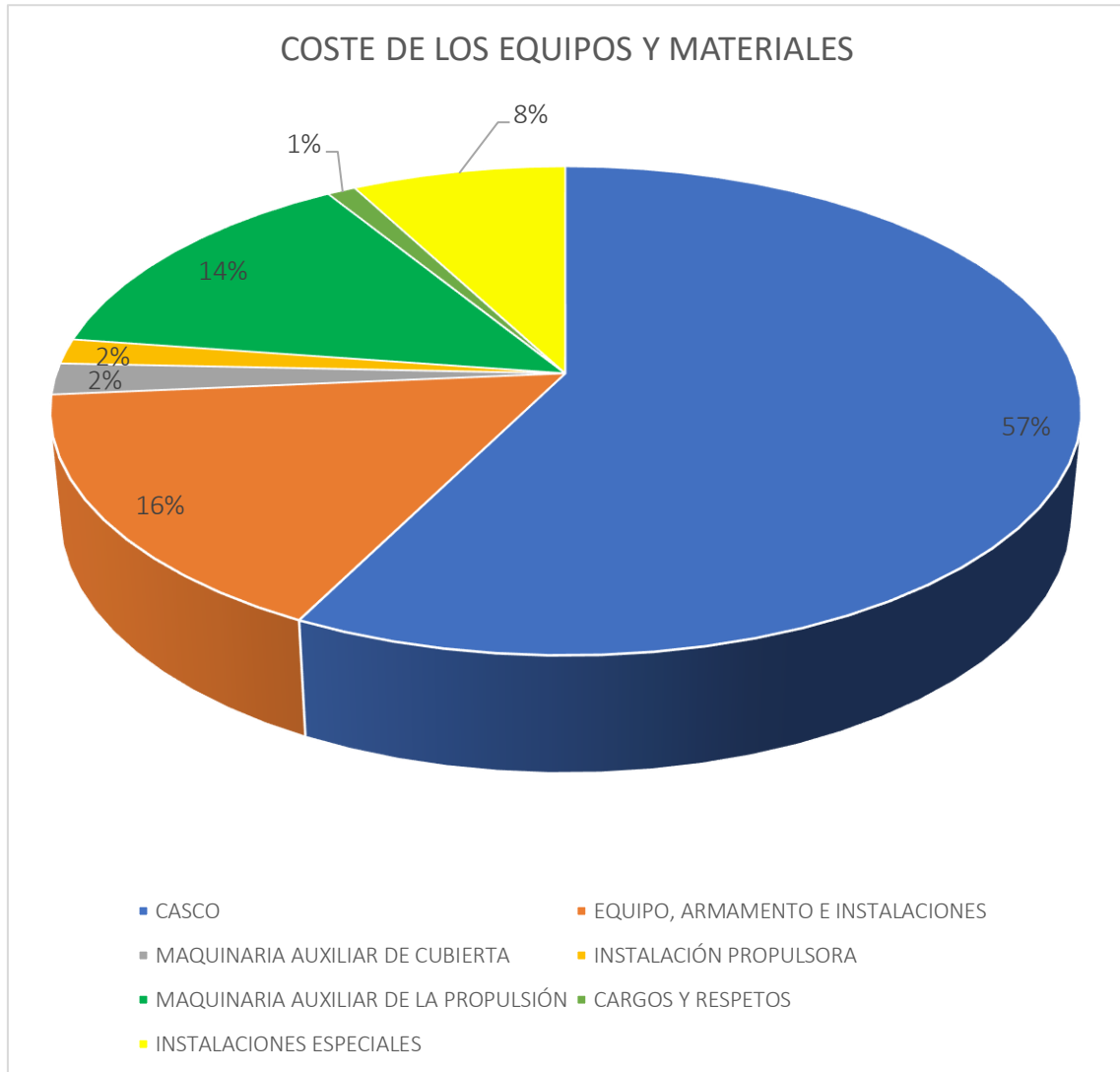
INSTALACIONES ESPECIALES		
Equipo	Elemento	Coste (€)
Equipos especiales de servicio de la carga	Bombas centrífugas de descarga	900696,6
	Sistema de cebado de las bombas de descarga	197021,0
	Sistema calentador de la carga	220785,7
	Tubería y valvulería de carga	365905,8
	Instalaciones eléctricas especiales, instrumentación y control	219543,5
Instalaciones y equipos de automatización, telecontrol y alarma	Cabinas y puestos de control	47803,6
	Dispositivos de automatización y control reglamentarios	164277,8
	Dispositivos restantes de automatización y control	50000,0
	Equipos suministradores de fluidos de control y accionamiento	16427,8
Instalaciones y equipos especiales contraincendios	Instalaciones CI de carácter estructural	14913,1
	Instalaciones fijas de CI en cubierta	186875,3
	Instalaciones rociadoras de agua	7500,4
	Equipos detectores de incendios en cámara de máquinas	204969,6
Instalaciones y equipos especiales de seguridad	Planta de gas inerte	738066,7
TOTAL		3334786,9

13.4.8. RESUMEN

La siguiente tabla recoge los valores obtenidos:

Partida	Coste (€)
Casco	24616018,7
Equipo, armamento e instalaciones	6919423,8
Maquinaria auxiliar de cubierta	884062,0
Instalación propulsora	710725,9
Maquinaria auxiliar de propulsión	5935317,5
Cargos y respetos	445491,3
Instalaciones especiales	3334786,9
TOTAL	42845826,0

La gráfica del reparto del coste de los equipos y materiales en las distintas partidas es la siguiente:



13.5. COSTE DE LA MANO DE OBRA

La mano de obra suele evaluarse con menor grado de detalle que los equipos y materiales. En lo que sigue la evaluación de mano de obra se hace, en general, por subconceptos, excepto el correspondiente a instalaciones especiales, en que es preciso llegar al nivel de partidas.

En las fórmulas empleadas para la estimación de horas por partidas, suelen intervenir las mismas variables que en las empleadas para estimar costos de materiales de las mismas partidas. Por esta razón, no se han repetido las correspondientes explicaciones del significado de los símbolos utilizados.

13.5.1. CASCO

13.5.1.1. ACERO LAMINADO

Las horas de elaboración, prefabricación y montaje de casco, asignables a acero laminado, son difíciles de estimar. Nos limitaremos, por tanto, a indicar los factores de que pueden depender dichas horas, y a dar un tipo genérico de fórmula que podría emplearse para estimarlas:

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

Donde:

K_{ba} es el índice de mano de obra de casco, en horas/tonelada neta. Se estima en 60 h/t.

P_{ac} es el peso neto de acero estructural, en toneladas.

K_f es el índice de coeficiente de forma, cuyo valor podría ser del orden de 0,3.

C_f es el coeficiente de forma, que puede ser el de bloque o el prismático.

K_b es el índice de bulbo, que puede ser del orden de 0,04 si hay bulbo, y 0, si no lo hay.

K_e es el índice de complejidad de acero especial, que puede ser del orden de 0,5. Se tomará igual a 0.

C_e es un coeficiente de peso de acero especial, referido al peso total de acero, y expresado en tanto por uno. En este caso, será igual a 0.

K_c es el coeficiente de número de cubiertas, que puede ser del orden de 0,05.

N_c es el número de cubiertas fuera de cámara de máquinas y zonas extremas.

$$\begin{aligned} H_c &= 60 \frac{h}{t} \cdot 22568,8 t \cdot (1 + 0,3 \cdot (1 - 0,823)) \cdot (1 + 0) \cdot (1 + 0 \cdot 0) \cdot (1 + 0,05 \cdot (5 - 1)) \\ &= 1711238,6 h \end{aligned}$$

13.5.1.2. RESTO DE LOS MATERIALES DEL CASCO

Las horas correspondientes a piezas fundidas y forjadas, y a aluminio, pueden estimarse con la fórmula:

$$H_{pf} = 25 + 250 \cdot P_{al} + 30 \cdot L^{\frac{1}{3}} \cdot H \cdot K_1$$

Donde:

P_{al} es el peso del aluminio, en toneladas.

K_1 es un coeficiente que vale 1 o 2 en buques de una o dos hélices, respectivamente.

H es el calado de escantillonado.

$$H_{pf} = 25 + 30 \cdot 263,6^{\frac{1}{3}} \cdot 17,2 m \cdot 1 = 3333,5 h$$

13.5.1.3. TIMONES Y ACCESORIOS

Las horas correspondientes pueden aproximarse con la fórmula:

$$H_{tim} = 100 \cdot N_{tim} \cdot L_{tim} \cdot H_{tim} = 100 \cdot 1 \cdot 6,8 \text{ m} \cdot 12 \text{ m} = 8160 \text{ h}$$

13.5.1.4. PREPARACIÓN DE SUPERFICIES

Las horas pueden estimarse sobre una base de 0,02 h/m². La superficie por considerar es la suma de la superficie exterior de obra viva y de obra muerta, y la superficie interior.

$$C_{ps} = 0,02 \frac{h}{m^2} \cdot (19025,9 \text{ m}^2 + 3911,5 \text{ m}^2 + 35466,2 \text{ m}^2) = 1168,1 \text{ h}$$

13.5.1.5. PINTURA Y CONTROL DE CORROSIÓN

Las horas correspondientes pueden estimarse como:

$$H_{pycc} = 0,25 \cdot S_{om} + (1 + 0,3 \cdot N_{om}) + 0,35 \cdot S_{ov} \cdot \frac{N_{ov}}{4} + 0,4 \cdot S_i \cdot N_i$$

Donde:

S_{om} es el área exterior de obra muerta.

S_{ov} es el área exterior de obra viva.

S_i es el área interior.

N_{om} , N_{ov} y N_i representan los correspondientes números de mano aplicadas.

$$\begin{aligned} H_{pycc} &= 0,25 \cdot 3911,5 \text{ m}^2 + (1 + 0,3 \cdot 3) + 0,35 \cdot 19025,9 \text{ m}^2 \cdot \frac{3}{4} + 0,4 \cdot 35466,2 \text{ m}^2 \cdot 3 = \\ &= 48533,5 \text{ h} \end{aligned}$$

13.5.2. EQUIPO, ARMAMENTO E INSTALACIONES

13.5.2.1. EQUIPOS DE FONDEO, AMARRE Y REMOLQUE

Las horas correspondientes a estos equipos pueden estimarse como:

$$H_a = 27 \cdot (N_a \cdot P_a)^{0,4}$$

Siendo:

N_a el número de anclas.

P_a el peso de las anclas, en toneladas.

$$H_a = 27 \cdot (3 \text{ anclas} \cdot 20 \text{ t})^{0,4} = 138,9 \text{ t}$$

13.5.2.2. MEDIOS DE SALVAMENTO

Las horas correspondientes pueden aproximarse como:

$$H_{ms} = 300 + 1,5 \cdot N$$

Siendo:

N el número de tripulantes.

$$H_{ms} = 300 + 1,5 \cdot 25 \text{ tripulantes} = 337,5 \text{ h}$$

13.5.2.3. HABILITACIÓN Y ALOJAMIENTOS

Las horas correspondientes pueden estimarse a partir de 16 h/m² de alojamientos.

$$H_h = 16 \frac{h}{m^2} \cdot 1875,11 \text{ m}^2 = 30001,8 \text{ h}$$

13.5.2.4. EQUIPOS DE FONDA Y HOTEL

Las horas correspondientes pueden estimarse sobre la base de 115 h/tripulante.

$$H_{fyh} = 115 \frac{h}{\text{tripulante}} \cdot 25 \text{ tripulantes} = 2875 h$$

13.5.2.5. EQUIPOS DE ACONDICIONAMIENTO EN ALOJAMIENTOS

Las horas correspondientes pueden basarse en 2 h/m² de alojamientos.

$$H_{aa} = 2 \frac{h}{m^2} \cdot 1875,11 m^2 = 3750,2 h$$

13.5.2.6. EQUIPOS DE NAVEGACIÓN Y COMUNICACIONES

Las horas pueden estimarse con la fórmula:

$$H_{nc} = 330 \cdot (N_c - 6)$$

Donde:

N_c es el número de equipos.

$$H_{nc} = 330 \cdot (11 - 6) = 1650 h$$

13.5.2.7. MEDIOS CI CONVENCIONALES

Las horas correspondientes pueden estimarse a razón de 5,5 h/m de eslora.

$$C_{cic} = 5,5 \frac{h}{m} \cdot 263,6 m = 1449,8 h$$

13.5.2.8. EQUIPOS CONVENCIONALES DE SERVICIO DE LA CARGA

Las horas correspondientes a estos equipos se calculan con la siguiente fórmula:

$$H_g = 290 \cdot N \cdot SWL^{\frac{1}{3}}$$

Siendo N el número de grúas.

GRÚAS DE CARGA Y DESCARGA

El barco del proyecto contará con dos grúas para el manejo de las mangueras empleadas en la carga y descarga. Estas tendrán una capacidad máxima de 25 toneladas. Las horas respecto a este equipo serán de:

$$H_{gc} = 290 \cdot 2 \cdot 25^{\frac{1}{3}} = 1695,9 h$$

GRÚAS DE PROVISIONES

También dispondremos de dos grúas de provisiones con una capacidad máxima de 12,5 toneladas. Las horas correspondientes serán de:

$$H_{gp} = 290 \cdot 2 \cdot 12,5^{\frac{1}{3}} = 1346,1 h$$

13.5.2.9. INSTALACIÓN ELÉCTRICA

Las horas correspondientes pueden estimarse mediante la fórmula:

$$H_{ie} = 4 \cdot S_h + 6 \cdot kW = 4 \cdot 1875,11 m^2 + (6 \cdot 3 \cdot 9600 kW) = 180300,4 h$$

13.5.2.10. TUBERÍAS

Las horas correspondientes pueden estimarse con la fórmula:

$$H_t = 11 \cdot BHP^{0,35}$$

Siendo:

BHP es la potencia de placa de los generadores principales, en CV.

$$H_t = 11 \cdot (3 \cdot 12873,8 \text{ CV})^{0,35} = 443,4 \text{ h}$$

13.5.3. MAQUINARIA AUXILIAR DE CUBIERTA

13.5.3.1. EQUIPO DE GOBIERNO

Las horas correspondientes se calculan con la fórmula:

$$H_{sm} = 33 \cdot L^{\frac{2}{3}} = 33 \cdot 263,6^{\frac{2}{3}} = 1356,7 \text{ h}$$

13.5.3.2. EQUIPO DE FONDEO Y AMARRE

Las horas que le corresponden se estiman con la ecuación:

$$H_{fya} = L \cdot (1,75 \cdot N_m + 1,6 \cdot N_{ca} + 1,7 \cdot N_{ma})$$

Con:

N_m número de molinetes.

N_{ca} número de cabrestantes.

N_{ma} número de maquinillas de amarre.

$$H_{fa} = 263,6 \text{ m} \cdot (1,75 \cdot 2 + 1,6 \cdot 8) = 4296,7 \text{ h}$$

13.5.4. INSTALACIÓN PROPULSORA

13.5.4.1. MÁQUINAS PROPULSORAS

Las horas correspondientes a los motores propulsores se estiman en función de la potencia como muestra la siguiente ecuación:

$$H_{mp} = 10 \cdot BHP^{\frac{2}{3}} \cdot N_{mp}$$

Siendo:

BHP la potencia de placa de cada motor propulsor.

N_{mp} el número de motores propulsores.

$$H_{mp} = 10 \cdot 16762,8^{\frac{2}{3}} \cdot 2 = 13099,7 \text{ h}$$

13.5.4.2. LÍNEA DE EJES

Las horas correspondientes a la línea de ejes pueden calcularse con la fórmula:

$$H_{le} = K_{le} \cdot BHP \cdot N_{le}$$

Donde:

K_{le} es un coeficiente que vale 0,16 para motores directamente acoplados y 0,85 en motores con reductor.

BHP la potencia de cada motor propulsor. En este cálculo se empleará la obtenida en el software *NavCad*, en CV.

N_{le} es el número de líneas de ejes del barco.

$$H_{le} = 0,85 \cdot 2 \cdot 12525,1 \text{ CV} \cdot 1 = 21292,7 \text{ h}$$

13.5.4.3. HÉLICE PROPULSORA

Las horas correspondientes se calculan con la siguiente ecuación:

$$H_h = K_1 + K_2 \cdot BHP \cdot N_h$$

Siendo:

K_1 un coeficiente que vale 240 para hélices de palas fijas y 700 para las de paso variable.

K_2 un coeficiente que toma un valor de 0,004 en hélices de palas fijas y 0,44 en las de paso variable.

N_h es el número de hélices.

$$H_{he} = 240 + 0,004 \cdot 2 \cdot 12525,1 \text{ CV} \cdot 1 = 340,2 \text{ h}$$

13.5.5. MAQUINARIA AUXILIAR DE LA PROPULSIÓN

13.5.5.1. GRUPOS ELECTRÓGENOS

GRUPO GENERADORES PRINCIPALES

Las horas correspondientes se calculan con la siguiente ecuación:

$$H_{gd} = 52 \cdot N_g \cdot kW^{0,43}$$

Siendo:

N_g el número de generadores.

kW la potencia unitaria de los generadores en kW.

$$H_{gd} = 52 \cdot 3 \cdot 9600^{0,43} = 8044,5 \text{ h}$$

GRUPO GENERADOR DE EMERGENCIA

$$H_{gde} = 52 \cdot 1 \cdot 500^{0,43} = 752,6 \text{ h}$$

13.5.5.2. EQUIPO DE CIRCULACIÓN, REFRIGERACIÓN Y LUBRICACIÓN

Las horas pueden obtenerse con la siguiente ecuación:

$$H_{crl} = K_{crl} + 0,18 \cdot BHP$$

Siendo:

K_{crl} un coeficiente que vale 230 o 2250 para motores de dos o cuatro tiempos, respectivamente.

$$H_{crl} = 2250 + 0,18 \cdot 3 \cdot 12873,8 \text{ CV} = 9201,8 \text{ h}$$

13.5.5.3. EQUIPOS GENERADORES DE VAPOR

Las horas de estas calderas pueden calcularse con la fórmula:

$$H_{gv} = 1000 \cdot (N_{ge} + N_{qe} + N_{gum}) + 270 \cdot (N_{ge} \cdot Q_{ge} + N_{qe} \cdot Q_{qe} + N_{gum} \cdot Q_{gum})$$

Con:

N_{ge} número de generadores de gases de escape.

N_{qe} número de quemadores.

N_{gum} número de calderetas mixtas.

Q_{ge} la producción de vapor de cada caldereta de gases de escape, en t/h.

Q_{qe} la producción de vapor de cada quemador, en t/h.

Q_{gum} la producción de vapor de cada caldereta mixta, en t/h.

$$H_{gv} = 1000 \cdot (1 + 3) + 270 \cdot \left(1 \cdot 35 \frac{t}{h} + 3 \cdot 5 \frac{t}{h}\right) = 17500 h$$

13.5.5.4. EQUIPOS DE ARRANQUE DE MOTORES

Las horas correspondientes se pueden estimar con la fórmula:

$$H_{am} = N_{co} \cdot (40 + 3,5 \cdot Q_{co})$$

Donde:

N_{co} es el número de compresores de aire de arranque.

Q_{co} es la capacidad de los compresores de aire de arranque.

$$H_{am} = 2 \cdot \left(40 + 3,5 \cdot 166 \frac{m^3}{h}\right) = 1242 h$$

13.5.5.5. EQUIPOS DE MANEJO DE COMBUSTIBLE

Sus horas pueden calcularse con la ecuación:

$$H_{co} = K_{co} \cdot BHP$$

Siendo

K_{co} un coeficiente que vale 0,27 si se quema combustible pesado y 0,13 en caso contrario.

$$H_{co} = 0,27 \cdot 3 \cdot 12873,8 CV = 10427,8 h$$

13.5.5.6. EQUIPOS DE PURIFICACIÓN

Las horas de estos equipos se obtiene mediante la siguiente expresión:

$$H_{ep} = (K_{ep} + 0,056 \cdot BHP) \cdot (N_{pa} + N_{pd} + N_{fp})$$

Siendo:

K_{ep} un coeficiente que vale 300 o 90, según se queme o no combustible pesado.

N_{pa} el número de purificadoras de aceite.

N_{pd} el número de purificadoras de diesel.

N_f el número de purificadoras de fuel-oil.

$$H_{pv} = (300 + 0,056 \cdot 3 \cdot 12873,8 CV) \cdot (3 + 2) = 12314 h$$

13.5.5.7. EQUIPOS AUXILIARES DE CASCO

Sus horas pueden calcularse con la fórmula:

$$H_{ac} = 420 + 0,47 \cdot L \cdot (B + D) = 420 + 0,47 \cdot 263,6 m \cdot (48 m + 24 m) = 9340,2 h$$

13.5.5.8. EQUIPOS SANITARIOS

Las horas de estos equipos pueden estimarse con la fórmula:

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

Donde:

K_1 toma un valor de 1 o 0 según si existen o no generadores de agua dulce.

K_2 toma un valor de 1 o 0 según si existen o no grupos hidróforos.

K_3 toma un valor de 1 o 0 según si existe o no una planta de tratamiento de aguas fecales.

K_4 toma un valor de 1 o 0 según si existe o no incinerador de residuos.

Q_a es la capacidad de del generador de agua dulce, en t/día.

N es el número de tripulantes, pasaje y personal de hotel.

$$H_{sa} = 1 \cdot \left(280 + 8 \cdot 4 \frac{m^3}{t} \right) + 1 \cdot (200 + 3,5 \cdot 25) + 1 \cdot (410 + 3,9 \cdot 25) + 400 \cdot 1 = 1507 h$$

13.5.5.9. VARIOS

Las horas correspondientes a ventiladores y elementos de desmontaje en cámara de máquinas pueden estimarse con la fórmula:

$$H_{va} = K_{va} + 0,005 \cdot BHP$$

Siendo:

K_{va} un coeficiente que vale 950 o 1400, según si existe viga carril o puente grúa.

$$H_{va} = 1400 + 0,005 \cdot 3 \cdot 12873,8 CV = 1593,1 h$$

13.5.6. CARGOS, PERTRECHOS Y RESPETOS

Las horas necesarias para su estiba a bordo pueden estimarse según la siguiente ecuación:

$$H_{cpr} = K_1 \cdot BHP^{\frac{2}{3}} + 2 \cdot L + K_2$$

Donde:

K_1 es un coeficiente que vale 1 o 0,8 para motores propulsores de dos y cuatro tiempos, respectivamente.

K_2 vale 100 o 0, según si el buque lleva o no hélice y eje de cola de respeto.

$$H_{cpr} = 0,8 \cdot (3 \cdot 12873,8 CV)^{\frac{2}{3}} + 2 \cdot 263,6 m + 100 = 1541,3 h$$

13.5.7. INSTALACIONES ESPECIALES

13.5.7.1. EQUIPOS ESPECIALES DE SERVICIO DE LA CARGA

BOMBAS CENTRÍFUGAS DE DESCARGA

Las horas correspondientes a bombas de descarga, excluidas las de buques LPG pueden obtenerse con la fórmula:

$$H_{bd} = 210 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot N_b$$

Siendo:

K_1 es un coeficiente que vale 1,1 para bombas centrífugas y 1 para bombas de husillo, de pozo profundo y sumergidas.

K_2 es un coeficiente que vale 1,1, 1 o 1,15 para accionamiento por turbina de vapor, eléctrico o hidráulico, respectivamente.

N_b es el número de bombas.

$$H_{bc} = 210 \cdot 1,1 \cdot 1 \cdot 3 = 693 h$$

SISTEMA CALENTADOR DE LA CARGA

Las horas correspondientes al calentador de carga y sus bombas de circulación pueden estimarse sobre la base de 80 horas por bomba de descarga.

$$H_{cc} = 80 \frac{h}{bomba} \cdot 3 bombas = 240 h$$

TUBERÍA Y VALVULERÍA DE CARGA

Las horas correspondientes pueden estimarse en el 17 % de la suma de las horas de las bombas de carga.

$$H_{tvc} = \frac{17}{100} \cdot 693 h = 117,8 h$$

INSTALACIONES ELÉCTRICAS ESPECIALES, INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL

Las horas correspondientes pueden estimarse en el 7,5 % de la suma de las horas de las bombas de carga.

$$H_{iee} = \frac{7,5}{100} \cdot 693 h = 52,0 h$$

13.5.7.2. INSTALACIONES Y EQUIPOS ESPECIALES CONTRAINCENDIOS

INSTALACIONES CI DE CARÁCTER ESTRUCTURAL

Las horas pueden calcularse como:

$$H_{ci} = 1000 + 0,4 \cdot S_h = 1000 + 0,4 \cdot 1875,11 m^2 = 1750 h$$

INSTALACIONES FIJAS CI EN CUBIERTA

Las horas correspondientes a estas instalaciones se puede obtener con la siguiente expresión:

$$H_{cic} = 0,39 \cdot L^{1,1} \cdot B = 0,39 \cdot 263,6^{1,1} \cdot 48 m = 8616,8 h$$

INSTALACIONES ROCIADORES DE AGUA

Estas horas pueden estimarse como:

$$H_{ra} = 0,35 \cdot S_h = 0,35 \cdot 1875,11 m^2 = 656,3 h$$

EQUIPOS DETECTORES DE INCENDIOS EN CÁMARA DE MÁQUINAS

Las horas correspondientes pueden obtenerse como:

$$H_{dim} = 65 \cdot K_1 \cdot (L_m \cdot D_m \cdot B)^{0,25} + 80 \cdot K_2 \cdot N_{ch}$$

Donde:

K_1 tiene un valor de 0 o 1, según si la cámara de máquinas es atendida o desatendida.

K_2 toma un valor de 1 o 0, según exista o no detección de incendios en alojamientos.

$$H_{dim} = 65 \cdot 1 \cdot (28,8 m \cdot 13 m \cdot 48 m)^{0,25} + 80 \cdot 1 \cdot 5 = 1152,6 h$$

13.5.7.3. INSTALACIONES Y EQUIPOS ESPECIALES DE SEGURIDAD

PLANTA DE GAS INERTE

Las horas relativas a la planta de gas inerte pueden estimarse como:

$$H_{gi} = K_{gi} \cdot Q_{qi}$$

Siendo:

K_{gi} es un coeficiente que tiene un valor de 1,1 para plantas con quemador y generador propio, y 0,6 para plantas que utilizan gases de combustión de calderas.

$$H_{gi} = 1,1 \cdot 20000 \frac{m^3}{h} = 22000 \frac{m^3}{h}$$

13.5.8. COSTE HORARIO DE MANO DE OBRA

Para calcular el costo correspondiente hay que multiplicar las horas estimadas por el costo de la mano de obra. Aunque este difiera, en general, para distintos gremios, lo normal es operar con un valor medio que considere los siguientes factores:

- Sueldos totales anuales del personal que, por cargar sus horas a buques, se considera mano de obra directa.
- Cargas sociales anuales del personal citado.
- Gastos indirectos de astillero, que incluyen todos los no cargables a buques.
- Horas totales anuales de mano de obra directa cargable a buques.

Para los cálculos se considerará un valor medio del coste horario de mano de obra de 30 €/h. Los resultados obtenidos se muestran en la siguiente tabla:

CASCO			
Equipo	Elemento	Horas	Coste (€)
Acero laminado	Chapas y perfiles de acero	1711238,6	513371591
Resto de los materiales del casco	Piezas fundidas y forjadas	3333,5	1000050,83
Timón y accesorios		8160	2448000
Preparación de superficies		1168,1	350421,257
Pintura y control de corrosión		48533,5	14560051,3
TOTAL		1772433,7	531730114

EQUIPO, ARMAMENTO E INSTALACIONES			
Equipo	Elemento	Horas (h)	Coste (€)
Equipos de fondeo, amarre y remolque	Anclas	138,9	4166,3
Medios de salvamento		337,5	10125
Habilitación de alojamientos		30001,8	900052,8
Equipos de fonda y hotel		2875	86250
Equipos de acondicionamiento		3750,2	112506,6
Equipos de navegación y comunicaciones		1650	49500
Medios CI convencionales		1449,8	43494
Equipos convencionales de la carga	Grúas de carga y descarga	1695,9	50877,9
	Grúas de provisiones	1346,1	40381,8
Instalación eléctrica		180300,4	5409013,2
Tuberías		443,4	13301,6
TOTAL		223989,0	6719669,2

MAQUINARIA AUXILIAR DE CUBIERTA			
Equipo	Horas (h)	Coste (€)	
Equipo de gobierno	1356,7	40700,4	
Equipo de fondeo y amarre	4296,7	128900,4	
TOTAL	5653,4	169600,8	

INSTALACIÓN PROPULSORA			
Equipo	Elemento	Horas (h)	Coste (€)
Máquina propulsora	Motores propulsores	13099,7	392989,9
Línea de ejes		21292,7	638781,5
Hélice propulsora		340,2	10206,0
TOTAL		34732,6	1041977,4

MAQUINARIA AUXILIAR DE LA PROPULSIÓN			
Equipo	Elemento	Horas (h)	Coste (€)
Grupos electrógenos	Generadores diésel	8044,5	241336,2
	Generador de emergencia	752,6	22577,8
Equipo de circulación, refrigeración y lubricación		9201,8	276055,4
Equipos generadores de vapor	Calderas y calderas mixtas	17500	525000,0
Equipos de arranque de motores		1242,0	37260,0
Equipos de manejo de combustible		10427,8	312833,1
Equipos de purificación		12314,0	369419,6
Equipos auxiliares de casco		9340,2	280206,7
Equipos sanitarios		1507,0	45210,0
Varios		1593,1	47793,2
TOTAL		71923,1	2157692,1

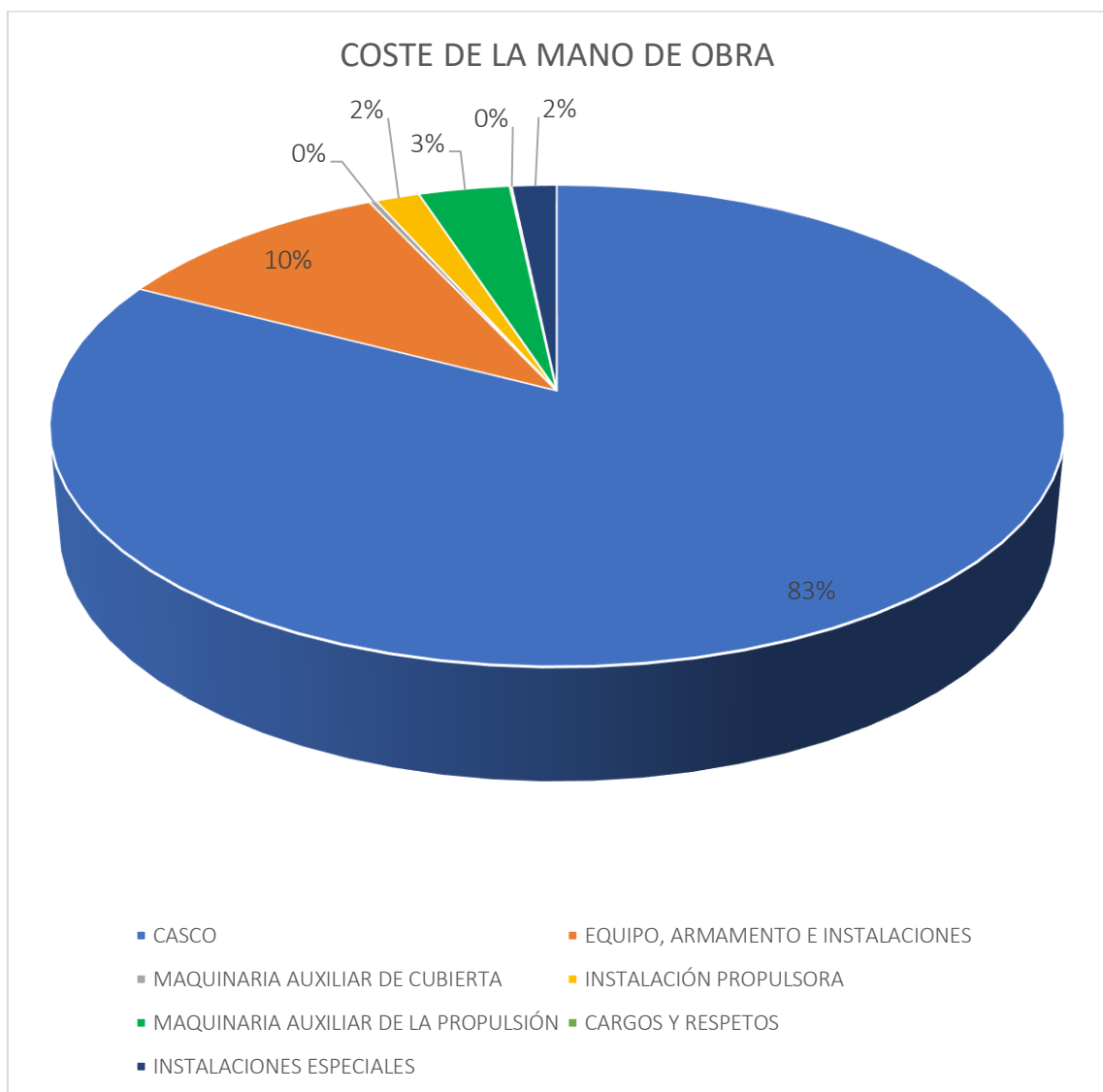
CARGOS Y RESPETOS		
Equipo	Horas (h)	Coste (€)
Cargos y respetos	1541,3	46237,8

INSTALACIONES ESPECIALES			
Equipo	Elemento	Horas (h)	Coste (€)
Equipos especiales de servicio de la carga	Bombas centrífugas de descarga	693,0	20790,0
	Sistema calentador de la carga	240,0	7200,0
	Tubería y valvulería de carga	117,8	3534,3
	Instalaciones eléctricas especiales, instrumentación y control	52,0	1559,3
Instalaciones y equipos especiales CI	Instalaciones CI de carácter estructural	1750,0	52501,3
	Instalaciones fijas de CI en cubierta	8616,8	258503,9
	Instalaciones rociadoras de agua	656,3	19688,7
	Equipos detectores de incendios en cámara de máquinas	1152,6	34577,7
Instalaciones y equipos especiales de seguridad	Planta de gas inerte	22000,0	660000,0
TOTAL		35278,5	1058355,1

A modo de resumen:

Partida	Horas (h)	Coste (€)
Casco	1772433,7	53173011,4
Equipo, armamento e instalaciones	223989,0	6719669,2
Maquinaria auxiliar de cubierta	5653,4	169600,8
Instalación propulsora	34732,6	1041977,4
Maquinaria auxiliar de propulsión	71923,1	2157692,1
Cargos y respetos	1541,3	46237,8
Instalaciones especiales	35278,5	1058355,1
TOTAL	2145551,5	64407043,8

Finalmente se muestra un gráfico que desglosa las partidas por porcentajes:



13.6. COSTE DE CONSTRUCCIÓN

El coste de construcción será la suma del coste de equipos, materiales y gastos directos más el coste de la mano de obra. Por lo tanto:

$$C_c = \text{Coste de equipos, materiales y gastos directos} + \text{coste de la mano de obra} = \\ = 42845826,0 \text{ €} + 64366543,8 \text{ €} = 107212369,8 \text{ €}$$

13.6.1. GASTOS DERIVADOS

A este valor hay que añadir otros gastos derivados de la construcción que no han sido recogidos en la operación anterior, y que pueden ser:

- Ingeniería (proyectos contratados en el exterior, ensayos en canal, estudios especiales externos).
- Construcción y entrega (instalaciones provisionales para alumbrado, soldadura, limpieza del buque, gastos de botadura y remolques, gastos de pruebas y gastos de garantía).
- Certificados y seguros (certificados de clasificación, organismos oficiales, seguros durante la construcción, licencia fiscal).

Estos gastos y otros pueden derivarse de otras necesidades a la hora de acometer los trabajos de construcción del buque.

Como primera aproximación se puede considerar que estos gastos representan un 2 % del coste de construcción del buque.

$$G_{\text{varios}} = \frac{2}{100} \cdot C_c = \frac{2}{100} \cdot 107212369,8 \text{ €} = 2144247,4 \text{ €}$$

13.6.2. COSTE TOTAL DE CONSTRUCCIÓN

El coste de construcción es de:

COSTE DE CONSTRUCCIÓN	107212369,8 €
GASTOS VARIOS	2144247,4
COSTE TOTAL DE CONSTRUCCIÓN	109356617,2 €

13.7. COSTE DE ADQUISICIÓN

El coste de adquisición se determina como la suma del coste de construcción, calculado en el apartado anterior, y el beneficio industrial.

13.7.1. BENEFICIO INDUSTRIAL

El valor del beneficio industrial, expresado en porcentaje del costo total, varía dependiendo de la coyuntura del mercado, que está sometido a ciclos muy acusados.

Cuando la demanda es fuerte puede superar el 20 %, mientras que en épocas de depresión es con frecuencia negativo.

Para el barco del proyecto, se estima el beneficio industrial en un 8 % del coste total de construcción.

$$B_{\text{industrial}} = \frac{8}{100} \cdot 109356617,2 \text{ €} = 8748529,4 \text{ €}$$

13.7.2. COSTE TOTAL DE ADQUISICIÓN

Este coste se determina como la suma del coste de construcción, calculado en el apartado anterior y el beneficio industrial:

COSTE TOTAL DE CONSTRUCCIÓN	109356617,2 €
BENEFICIO INDUSTRIAL	8748529,4 €
COSTE TOTAL DE ADQUISICIÓN	118105146,6 €

13.8. GASTOS DEL ARMADOR

En este apartado se van a estudiar aquellos costes que el armador tiene que hacer para poner el buque en explotación.

13.8.1. GASTOS NOTARIALES. HIPOTECAS

13.8.1.1. GASTOS DE CONSTITUCIÓN DE HIPOTECA

Se calculan a partir de la siguiente fórmula:

$$C_h = 0,005 \cdot C \cdot (1,2 + 3 \cdot i)$$

Siendo:

C el importe del crédito. Supondremos financiación del 80 %.

i el tipo de interés en tanto por uno.

$$\begin{aligned} C_h &= 0,005 \cdot C \cdot (1,2 + 3 \cdot i) = 0,005 \cdot \left(\frac{80}{100} \cdot 118105146,6 \text{ €} \right) \cdot (1,2 + 3 \cdot 0,06) = \\ &= 651940,4 \text{ €} \end{aligned}$$

13.8.1.2. ESCRITURA DE ENTREGA E IMPUESTO POR ACTOS JURÍDICOS DOCUMENTADOS

Puede calcularse como:

$$C_{ajd} = 0,005 \cdot V_c$$

Donde:

V_c es el valor de contrato del buque.

$$C_{ajd} = 0,005 \cdot 118105146,6 \text{ €} = 590525,7 \text{ €}$$

13.8.1.3. GASTOS NOTARIALES

Pueden estimarse como un 10 % de la suma de los dos anteriores:

$$C_N = \frac{10}{100} \cdot (651940,4 \text{ €} + 590525,7 \text{ €}) = 124246,6 \text{ €}$$

13.8.2. INTERESES INTERCALARIOS

13.8.2.1. INTERESES INTERCALARIOS DEL CRÉDITO NAVAL DURANTE LA CONSTRUCCIÓN

El coste de estos intereses se puede obtener a partir de la siguiente expresión:

$$C_{ii} = (0,0167 \cdot M_e + 0,035 \cdot M_c) \cdot C \cdot i$$

Siendo:

M_e el plazo de entrega, en meses, desde la entrada en vigor del contrato, hasta la entrega. Supondremos de 18 meses

M_c el plazo de construcción, en meses, desde la puesta de quilla hasta la entrega. El plazo estimado será de 12 meses.

C el importe del crédito.

i el tipo de interés en tanto por uno.

$$\begin{aligned} C_{ii} &= (0,0167 \cdot 18 \text{ meses} + 0,035 \cdot 12 \text{ meses}) \cdot \left(\frac{80}{100} \cdot 118105146,6 \text{ €} \right) \cdot 0,06 = \\ &= 4085115,3 \text{ €} \end{aligned}$$

13.8.2.2. INSPECCIÓN Y ADIESTRAMIENTO DE LA TRIPULACIÓN

INSPECCIÓN DEL ARMADOR

El coste de esta partida puede calcularse como:

$$C_{ia} = 0,001 \cdot V_c + 1650 \cdot M_c = 0,001 \cdot 118105146,6 \text{ €} + 1650 \cdot 12 \text{ meses} = 137905,1 \text{ €}$$

ADIESTRAMIENTO DE LA TRIPULACIÓN

Su costo es de:

$$C_{at} = 900 \cdot N + 1000 \cdot M_c = 900 \cdot 25 + 1000 \cdot 12 \text{ meses} = 34500 \text{ €}$$

13.8.2.3. CARGOS Y RESPETOS NO INCLUIDOS EN EL CONTRATO DE CONSTRUCCIÓN

CARGOS, PERTRECHOS Y RESPETOS EXTRA

Estos equipos se pueden calcular con la siguiente fórmula:

$$C_{cpr} = 18000 + K_1 \cdot V_c + 600 \cdot BHP^{\frac{1}{3}}$$

Siendo:

K_1 un coeficiente que toma el valor de 0,0011.

$$C_{cpr} = 18000 + 0,0011 \cdot 118105146,6 \text{ €} + 600 \cdot (3 \cdot 12873,8 \text{ CV})^{\frac{1}{3}} = 168196,9 \text{ €}$$

GASTOS PARA PUESTA EN EXPLOTACIÓN

Estos gastos serán de:

$$C_{pe} = 6000 \cdot \left(K_1 + 0,1 \cdot BHP^{\frac{1}{3}} \right)$$

Donde:

K_1 toma el valor de 1,2.

$$C_{pe} = 6000 \cdot \left(1,2 + 0,1 \cdot (3 \cdot 12873,8 \text{ CV})^{\frac{1}{3}} \right) = 27481,2 \text{ €}$$

13.8.2.4. IMPUESTOS

El impuesto de valor añadido se calcula como:

$$C_{IVA} = 0,16 \cdot V_c = 0,16 \cdot (118105146,6 \text{ €}) = 18896823,5 \text{ €}$$

13.8.2.5. GASTOS TOTALES DEL ARMADOR

La suma de todas las partidas calculadas aparece recogida en la siguiente tabla:

GASTOS ARMADOR	
Gastos de hipoteca	651940,4 €
Escritura de entrega	590525,7 €
Gastos notoriales	124246,6 €
Intereses intercalarios	4085115,3 €
Inspección del armador	137905,1 €
Adiestramiento de la tripulación	34500 €
Cargos, pertrechos y respetos extra	168196,9 €
Gastos para puesta en explotación	27481,2 €
Impuestos	18896823,5 €
TOTAL	24716734,7

13.8.3. INVERSIÓN TOTAL

La inversión total es la cantidad que paga el armador para poner el buque en explotación. La inversión total se obtiene sumando las partidas calculadas anteriormente, coste de adquisición y gastos del armador.

PRECIO DEL BUQUE	118.105.146,6 €
GASTOS DEL ARMADOR	24.716.734,7 €
INVERSIÓN TOTAL DEL ARMADOR	142.821.881,4 €

13.9. COSTE CALCULADO VS MERCADO ACTUAL

El siguiente informe extraído de la asignatura de *Transporte Marítimo* muestra los precios de buques nuevos según su tipo:

Newbuilding Prices	Newbuilding, \$m end¹³				Newbuilding, \$m end¹³			
	2008	2009	2010	2011	Sep	Oct	Nov	
OIL TANKERS								
VLCC 300,000 dwt	150.00	101.00	105.00	99.00	95.00	95.00	94.00	\$/tpm 500
Suezmax 150,000 dwt	91.00	62.50	66.75	60.50	58.00	57.50	57.50	610
Aframax 110,000 dwt	75.00	49.00	57.00	52.50	49.00	49.00	49.00	680
Panamax 70,000 dwt	61.50	45.50	45.50	44.00	42.50	41.50	41.50	880
Handy 47,000 dwt	47.50	35.00	36.50	35.50	34.00	34.00	34.00	1010
BULKCARRIERS								
Capesize 170,000 dwt	88.00	56.00	57.00	48.50	46.00	46.00	46.00	\$/tpm 520
Panamax 75,000 dwt	46.50	33.75	34.50	29.00	26.25	25.75	25.75	620
Supramax 52/57,000 dwt	42.00	30.50	31.00	27.00	24.50	24.25	24.25	760
Handysize 28-30,000 dwt	31.50	23.00	24.00	21.50	20.50	20.25	20.00	1090
LPG CARRIERS								
VLGC 82,000m ³	92.00	72.00	72.75	73.00	70.50	70.50	70.00	\$/m ³ 1122
Mid-size 35,000m ³	63.00	52.50	49.50	49.75	46.00	46.00	46.00	1800
Mid-size (F/R) 22/24,000m ³	53.00	46.00	45.00	46.50	42.00	42.00	41.00	2300
LNG CARRIERS 160,000m ³	245.00	211.50	202.00	202.00	201.00	200.00	200.00	
CONTAINERSHIPS								
Post-Panamax 13,000 teu g'less	166.00	118.00	129.00	128.00	109.00	107.00	107.00	\$/teu 12770
Post-Panamax 8,800 teu g'less	129.00	86.50	95.00	92.50	77.00	77.00	77.00	14660
Post-Panamax 6,600 teu g'less	100.00	66.50	79.50	69.00	58.50	58.50	58.50	15150

El valor dado para petroleros Suezmax de 150000 TPM (como el barco del proyecto) es de 610 \$/TPM y sabiendo que 1 euro equivale a 1,12 dólares, el coste de construcción será de:

$$C_c = 610 \frac{\$}{TPM} \cdot 150000 TPM \cdot \frac{1 \text{ €}}{1,12 \$} = 81.696.428,6 \text{ €}$$

Comparando este valor con el obtenido, se puede observar una gran diferencia entre los costes. Esto se puede deber a la inexactitud de las partidas calculadas, a la diferencia entre los precios de materias primas utilizadas o al hecho de que se trate de un barco poco común dentro de los de su tipo, al disponer de una propulsión diferente.

13.10. ESQUEMA DE FINANCIACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN

En este apartado se realizará un desglose de las diferentes partidas que componen el proceso de financiación del buque del proyecto.

13.10.1. CAPITAL PROPIO Y CAPITAL AJENO

El capital ajeno es la parte del valor total del buque que cubre el armador con recursos ajenos a través de un crédito.

En el caso de buques construidos en España, con crédito naval, el capital ajeno puede llegar a ser del 85 % del valor total. Para el barco del proyecto se considerará una financiación del 80 % del valor total del buque.

$$\text{Importe crédito} = \frac{80}{100} \cdot \text{Inversión total} = \frac{80}{100} \cdot (142821881,4 \text{ €}) = 114257505,1 \text{ €}$$

13.10.2. CUADRO DE AMORTIZACIÓN DEL PRÉSTAMO

Para el desarrollo del cuadro de amortización se tendrá en cuenta lo siguiente:

- Importe del crédito:

$$C_a = 114257505,1 \text{ €}$$

- El crédito se suscribirá a 10 años con un interés legal del 6 %.

$$a = 0,06$$

- El período de devolución será de 10 años.

$$n = 10 \text{ años}$$

- La devolución anual se obtiene como sigue:

$$D_i = \frac{C_a}{n}$$

- El interés anual se calcula con la siguiente fórmula:

$$R_i = C_a \cdot a \cdot \frac{n - i + 1}{n}$$

- El servicio anual del préstamo es:

$$Q_i = D_i + R_i$$

Las cuotas del préstamo obtenidas son:

Año	Devolución anual	Interés anual	Cuota	Pendiente
1	11.425.750,51 €	6.855.450,31 €	18.281.200,81 €	102.831.754,58 €
2	11.425.750,51 €	6.169.905,27 €	17.595.655,78 €	91.406.004,07 €
3	11.425.750,51 €	5.484.360,24 €	16.910.110,75 €	79.980.253,56 €
4	11.425.750,51 €	4.798.815,21 €	16.224.565,72 €	68.554.503,05 €
5	11.425.750,51 €	4.113.270,18 €	15.539.020,69 €	57.128.752,54 €
6	11.425.750,51 €	3.427.725,15 €	14.853.475,66 €	45.703.002,03 €
7	11.425.750,51 €	2.742.180,12 €	14.167.930,63 €	34.277.251,53 €
8	11.425.750,51 €	2.056.635,09 €	13.482.385,60 €	22.851.501,02 €
9	11.425.750,51 €	1.371.090,06 €	12.796.840,57 €	11.425.750,51 €
10	11.425.750,51 €	685.545,03 €	12.111.295,54 €	0,00 €

13.11. DEFINICIÓN DE LA RUTA

El buque proyectado es un petrolero destinado al transporte de crudo de densidad máxima 0,86 t/m³. Las características principales son:

- Peso muerto: 150000 TPM.
- Volumen de carga: 173273 m³.
- Número de motores propulsores: 2.
- Potencia de los motores propulsores: 12500 kW.
- Número de generadores diésel: 3.
- Potencia de los generadores diésel: 28800 kW.
- Consumo de los generadores diésel: 185,2 g/kWh.
- Densidad del crudo: 0,86 t/m³.
- Coste de construcción: 118105146,6 €.

El barco proyectado es de tipo Suezmax, esto quiere decir que ha sido diseñado para poder cruzar el canal de Suez.

Este canal es una vía artificial de navegación que une el mar Mediterráneo con el mar Rojo cruzando el pequeño istmo que separa la región del Sinaí del resto de Egipto, y que sirve de frontera entre los continentes de África y Asia. De 163 kilómetros de longitud entre Puerto Said (en la costa mediterránea) y Suez (en la costa del mar Rojo), el canal más largo del mundo, por delante de los de Kiel (de 98 kilómetros) y del de Panamá (de 82 kilómetros), y permite acortar la ruta del comercio marítimo entre Europa y Asia unos 8000 kilómetros al evitar bordear el continente africano.

La ruta seleccionada para nuestro barco será desde Ras Tanura, en Arabia Saudí, a Nueva York, Estados Unidos. En la siguiente imagen se muestra la distancia en millas para este trayecto y la distancia que se ahorra al cruzar el canal:



Como se puede observar, se produce un ahorro del 30 %, lo que equivale a que el empleo de este canal nos permita realizar más viajes a lo largo del año incrementando así los beneficios.

La autonomía fijada en la RPA es de:

- Autonomía del buque: 10000 millas
- Velocidad de servicio: 15 nudos
- Período de navegación: 667 horas
- Período de navegación: 28 días

Con la ruta seleccionada obtenemos:

- Autonomía del buque: 8281 millas
- Velocidad de servicio: 15 nudos
- Período de navegación: 552 horas
- Período de navegación: 23 días
- Tiempo de carga y descarga en puerto: 20 horas

Cálculo del tiempo necesario para el viaje de ida y vuelta teniendo en cuenta el tiempo de carga y descarga en puerto:

$$20 h + 552 h + 20 h + 552 h = 1144 h = 47,6 \text{ días}$$

Tiempo que vamos a redondear a 48 días, para dar un pequeño margen por imprevistos.

Se considerará solo el 80 % de días de un año como operativos, dejando un margen por condiciones ambientales desfavorables, mantenimiento y descanso. Por lo tanto, el buque podrá realizar los siguientes viajes anuales:

$$\text{Viajes anuales} = \frac{0,8 \cdot 365 \text{ días}}{48 \text{ días}} = 6 \text{ viajes}$$

Realizaremos 6 viajes al año y nos quedarán 77 días libres por año, los cuales aprovecharemos para labores de mantenimiento del barco.

13.12. BIBLIOGRAFÍA

Fernando Junco Ocampo: *Proyectos de buques y artefactos. Criterios de evaluación técnica y económica del proyecto de un buque.*

Luis Manuel Carral Couce: *Transporte Marítimo.*

ANEXO I: BUQUE BASE



SPYROS K: Suezmax tanker for Tsakos Energy Navigation Ltd

Shipbuilder: **Sungdong Shipbuilding & Marine Engineering Co., Ltd**
 Vessel's name: **Spyros K**
 Hull No.: **S2034**
 Owner/operator: **Tsakos Energy Navigation Limited**
 Country: **Greece**
 Designer: **Sungdong Shipbuilding & Marine Engineering Co., Ltd**
 Country: **Korea**
 Model test establishment used: **MOERI, Korea**
 Flag: **Liberia**
 IMO number: **9565948**
 Total number of sister ships already completed (excluding ship presented): **1**
 Total number of sister ships still on order: **nil**

TECHNICAL PARTICULARS

Length oa: 274.2m
 Length bp: 264m
 Breadth moulded: 48m
 Depth moulded
 To main deck: 23.1m
 To upper deck: 23.1m
 Width of double skin
 Side: 2.5m
 Bottom: 2.8m
 Draught
 Scantling: 17.15m
 Design: 16m
 Gross: 81,000tonnes
 Deadweight
 Design: 145,000dwt
 Scantling: 158,000dwt
 Speed, service: 15.7knots @ 90% mCR with 15% sea margin
 Cargo capacity
 Liquid volume: 170,000m³
 Bunkers
 Heavy oil: 4500m³
 Diesel oil: 200m³
 Water ballast: 54,000m³
 Daily fuel consumption
 Main engine only: 69.3tonnes/day
 Classification society and notations: ABS A1(E), Oil Carrier, ESP, CRS, AB-CM, CPS, UWILD, +AMS, +ACCU, TCM, COW, VEC-L, BWE, ENVIRO, HM2+R, CRC, RW, PMA, GP
 % high tensile steel used in construction: abt. 40%
 Main engine
 Design: 2-stroke, direct revidible, crosshead
 Model: 6S70MC-C7 Tier II
 Manufacturer: Hyundai-MAN B&W
 Number: 1
 Type of fuel: HFO, MDO or MGO
 Output of each engine: 18,660kW x 91rpm
 Propeller
 Material: Ni-Al-Bronze
 Designer/manufacturer: HHI
 Number: 1
 Fixed/controllable pitch: Fixed
 Diameter: 8.2m
 Speed: 91rpm
 Diesel-driven alternators
 Number: 3
 Engine make/type: HHI/ Himsen 6H21/32
 Type of fuel: HFO, MDO or MGO
 Output/speed of each set: 1050kW/ 720rpm
 Alternator make/type: HHI-EES/ HFC7-564-14E
 Output/speed of each set: 987kW/ 720rpm
 Boilers
 Number: 2 x Aux. boilers
 1 x comp. boiler
 Type: oil fired, vertical, water tube & forced draft
 Make: Aalborg
 Output, each boiler:
 Aux boiler: 37,200kg/h
 Comp. boiler: 1500kg/h oil fired
 1200kg/h exh. Gas

Cargo cranes/ cargo gear
 Number: 2
 Make: Oriental
 Type: Electro hydraulic, cylinder luffing jib rest
 Performance: 15tonnes/ 17.4m outreach
 Other cranes
 Number: 2
 Make: Oriental
 Type: Electro hydraulic, cylinder luffing jib rest
 Tasks: Provisions
 Performance: 6.3tonnes/ 4m outreach,
 2tonnes/ 4m outreach
 Mooring equipment
 Number: 9
 Make: Rolls-Royce
 Type: Hydraulic/ high pressure
 Special lifesaving equipment
 Number of each and capacity: 2 x 29 persons
 Make: Hyundai lifeboats Co., Ltd
 Type: Totally enclosed lifeboat
 Cargo tanks
 Number: 6
 Grades of cargo carried: Crude oil
 Coated tanks, make and type: Nippon/Epoxy
 Cargo pumps
 Number: 3
 Type: Centrifugal steam turbine
 Make: Shinko pump Japan
 Stainless steel: Impeller shaft
 Capacity: 4000m³/h x 135mTH
 Cargo control system
 Make: ACE valve Korea
 Type: Console & VDU
 Ballast control system
 Make: ACE valve Korea
 Type: Console & VDU
 Complement
 Officers: 11
 Crew: 18
 Bridge control system
 Make: Nabtesco
 Type: M-8000III
 Fire detection system
 Make: Autronica Dire and Securify
 Type: Autoprime
 Fire extinguishing systems
 Cargo holds: NK/ Deck foam
 Engine room: NK/ CO₂
 Seaplus/ Low pressure system
 Public spaces: Samjoo
 Radars
 Number: 2
 Make: JRC
 Models: JMA-9132-SA/ 9122-9XA
 Waste disposal plant
 Incinerator: Teamtec GS500CS
 Waste compactor: Samjoo/ TT 160
 Sewage plant: Jonghap/ JMC-18N073
 Contract date: 14 July 2009
 Launch/float-out date: 1 February 2011/ 11 February 2011
 Delivery date: 12 May 2011

