



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

Trabajo Fin de Grado

CURSO 2019/20

*BARCAZA BUNKERING MULTIPRODUCTO Y COLD
IRONING*

Grado en Ingeniería Naval y Oceánica

ALUMNO

Julio Elías Sánchez

TUTOR

Raúl Villa Caro

FECHA

JULIO 2020

GRADO EN INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA

TRABAJO FIN DE GRADO

CURSO 2.018-2019

PROYECTO NÚMERO 19-99

TIPO DE BUQUE: TOWED BUNKERING BARGE (BARCAZA DE BUNKERING SIN PROPULSIÓN PARA SER REMOLCADA)

CLASIFICACIÓN, COTA Y REGLAMENTOS DE APLICACIÓN:

DNV GL Non self-propelled unit ICE CLASS C. Class notation: Barge SHELTERED WATERS. INTERNATIONAL VOYAGES. Código IMO para la construcción y el equipo de buques que transporten gases licuados a granel; Convenio Internacional para prevenir la contaminación por los buques, 1973, modificado por el protocolo de 1978 y por el Protocolo de 1997 (Convenio MARPOL). Convenio Internacional sobre líneas de carga, 1966 Y ENMIENDAS. Convenio sobre el Reglamento Internacional para prevenir los abordajes, 1972 (Convenio COLREG). SOLAS ÚLTIMA EDICIÓN APLICABLE.

CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA: Capacidad de transporte y transferencia de LNG, así como operaciones de suministro eléctrico “cold ironing”. MULTIPRODUCTO DE COMBUSTIBLES FÓSILES COMO HFO LSFO MDO 2500 TPM. 450 m³ de LNG.

VELOCIDAD Y AUTONOMÍA: 10 nudos siendo remolcada o empujada. Calcular la capacidad de las embarcaciones auxiliares para ello.

SISTEMAS Y EQUIPOS DE CARGA / DESCARGA: Tanque/s para LNG de tipo C y su correspondiente brazo de transferencia. Dos grupos electrógenos a gas y uno DF y una grúa de transferencia de cables situada en un costado.

PROPULSIÓN: No autopropulsada. Posibilidad de duplicar la capacidad del diseño mediante un tren de barcasas. 2 o 4 unidades máximo.

TRIPULACIÓN Y PASAJE: 10 personas en camarotes individuales.

OTROS EQUIPOS E INSTALACIONES: DISPOSITIVO DE REMOLQUE POR PROA O DE SER EMPUJADA POR POPA.

Ferrol, 18 Marzo 2019

ALUMNO/A: **D^a Julio Elías Sánchez**

2 RESUMEN

2.1 Castellano

En estos Cuadernos se pretende reflejar el proceso completo del proyecto de diseño, construcción y evaluación económica de una barcaza de *bunkering* multiproducto, con capacidad de transporte tanto de combustibles navales tradicionales (HFO, MDO, LSFO) como de Gas Natural Licuado (LNG). Asimismo, el buque proyectado también será destinado a labores de suministro eléctrico entre buques (*Cold Ironing*).

2.2 Gallego

Nestes Cuadernos preténdese amosar o proceso completo do proxecto de diseño, construción e avaliación económica dunha barcaza de *bunkering* multiproducto, con capacidade de transporte tanto de combustibles navais tradicionais (HFO, MDO, LSFO) como de Gas Natural Licuado (LNG). Asemade, o buque proxectado tamén será destinado a labores de suministro eléctrico entre buques (*Cold Ironing*).

2.3 Inglés

In these Booklets the whole process of design, construction and economic evaluation of a multiproduct bunker barge, with capacity of transportation of traditional marine fuels (HFO, MDO, LSFO) and Liquefied Natural Gas (LNG). Likewise, the projected ship will also be destined to ship to ship electricity supply activities (Cold Ironing).



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

**TRABAJO FIN DE GRADO
CURSO 2019/20**

*BARCAZA BUNKERING MULTIPRODUCTO Y COLD
IRONING*

Grado en Ingeniería Naval

Cuaderno 13:

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

ÍNDICE

1 RPA	2
2 Resumen	3
2.1 Castellano.....	3
2.2 Gallego	3
2.3 Inglés.....	3
3 Introducción	7
4 Costes de construcción.....	8
4.1 Equipos y materiales.....	8
4.1.1 Casco	8
4.1.2 Equipo, armamento e instalaciones	11
4.1.3 Maquinaria auxiliar de cubierta	15
4.1.4 Maquinaria de cámara de máquinas.....	16
4.1.5 Cargos y respetos.....	19
4.1.6 Instalaciones especiales	19
4.1.7 Coste global de los equipos y materiales.....	22
4.2 Costes de la mano de obra	23
4.2.1 Casco	23
4.2.2 Equipo, armamento e instalaciones	25
4.2.3 Maquinaria auxiliar de cubierta	26
4.2.4 Maquinaria principal de cámara de máquinas.....	27
4.2.5 Cargos, pertrechos y respetos.....	28
4.2.6 Instalaciones especiales	28
4.2.7 Coste global de la mano de obra	31
4.3 Coste total de la construcción	32
4.3.1 Gastos de construcción	32
4.3.2 Gastos varios.....	32
4.3.3 Coste de construcción total.....	32
4.4 Beneficio del astillero	32
5 Coste de adquisición.....	34
6 Evaluación económica del proyecto	35
6.1 Escenario.....	35
6.1.1 Bunkering en el transporte marítimo actual.....	35
6.1.2 Suministro eléctrico a flote. Cold Ironing.....	39
6.1.3 Proceso de comercialización	39

6.1.4 Supuestos económicos para el proyecto	42
6.2 Amortización	43
6.3 Flete	43
6.4 Gastos operativos del buque	44
6.4.1 Valor Actual del Buque (VAB)	44
6.4.2 Valor Contable del Buque (VCB)	44
6.4.3 Costes fijos de operación (OPEX)	45
6.4.4 Costes variables directos.....	46
6.5 Cash Flow extraoperativo del proyecto	47
6.5.1 Activo no corriente	47
6.5.2 Activo Corriente	48
6.5.3 Pasivo corriente.....	49
6.5.4 Fondo de maniobra.....	49
6.5.5 Inversión en fondo de maniobra.....	49
6.5.6 Flujo de caja extraoperativo.....	49
6.6 Cash Flow operativo del proyecto	49
6.6.1 Margen bruto	50
6.6.2 Beneficio antes de impuestos (BAI)	50
6.6.3 Impuesto de Sociedades	50
6.6.4 Beneficio después de impuestos (BDI)	50
6.6.5 Flujo de caja operativo.....	50
6.7 Esquema de financiación	50
6.7.1 Capital propio y capital ajeno.....	50
6.7.2 Cuadro de amortización del préstamo	50
6.7.3 Aplicación al proyecto.....	51
6.8 Resultados y conclusiones.....	51
7 Bibliografía.....	53
8 Anexos. Análisis de viabilidad.	54

3 INTRODUCCIÓN

El objetivo del presente cuaderno es llevar a cabo la estimación del presupuesto global del buque que protagoniza este proyecto, con el fin de obtener el importe de la inversión inicial a realizar por el armador y asegurarse éste de su viabilidad económica.

Para ello, en primer lugar, se procede a calcular el coste de construcción de la barcaza a proyectar, estando englobados bajo esta cifra tanto los costes de los materiales que lo constituirán como los de la mano de obra necesaria.

Una vez obtenidos los costes de construcción del buque, se procederá al cálculo de los gastos administrativos relacionados con el proyecto del mismo y que deberán correr a cargo exclusivamente del armador. Con la suma de ambos costes se obtiene una primera estimación de la inversión inicial necesaria que conlleva la adquisición de la embarcación.

Una vez estimada la inversión inicial a realizar por parte del armador se procederá al análisis de las posibles vías de financiación de la misma, señalando la considerada más favorable para la economía del armador.

Por último, se realizará también una estimación de los costes operativos del buque proyecto, así como su amortización. Una vez conocidos todos estos gastos es posible obtener las primeras conclusiones sobre la viabilidad del presente proyecto.

En cuanto a la operativa del buque, el anteproyecto del buque no establece ningún requisito en cuanto a la autonomía del buque, aunque sí en relación a su velocidad de servicio, que deberá ser de 10 nudos. Se ha considerado que éste tendrá una autonomía de 1000 millas náuticas (2 días aprox.) y que sus operaciones de bunkering y suministro eléctrico durarán un máximo de 3 días.

Las dimensiones y características principales del buque proyecto serán las obtenidas en el tercer cuaderno y empleadas en los posteriores a éste. Pueden ser resumidas en las siguientes:

ATB Bunkering Barge		
Lpp	61.7	m
B	14.2	m
D	7.6	m
T	5.7	m
Δ	4267	ton
Sw	1609.098	m ²
Cb	0.834	
Cm	0.98	
Cp	0.851	
Cwl	0.913	
v	10	kts

4 COSTES DE CONSTRUCCIÓN

La estimación del coste de construcción del buque proyecto se realizará a partir de la formulación recogida en el libro del profesor Fernando Junco "Proyectos de Buques y Artefactos. Criterios de Evaluación Técnica y Económica del Proyecto de un Buque" [1].

De acuerdo con la literatura citada, los costes de construcción del buque se pueden agrupar en 4 grandes partidas:

- Equipos y materiales.
- Mano de obra.
- Gastos generales del astillero.
- Beneficio del astillero.

A pesar de que lo ideal sería calcular el coste global de los equipos instalados a bordo teniendo presente todos los modelos seleccionados en el cuaderno 12 del presente proyecto, debido a la dificultad para encontrar los precios exactos a través de sus respectivos fabricantes, se ha decidido emplear la formulación empírica propuesta por el profesor Junco, de forma análoga al resto de las partidas del presupuesto de construcción.

Acto seguido se muestra un breve resumen con el desglose y valor final de cada uno de estos costes de construcción:

4.1 Equipos y materiales

4.1.1 Casco

4.1.1.1 Acero laminado

Chapas y perfiles de acero

Para el acero del casco puede suponerse, en primera aproximación, que el peso bruto es igual al neto multiplicado por un factor, del orden de 1,12 a 1,15, que tiene presente recortes y excesos de peso de laminación.

El peso neto de acero ha sido calculado en el cuaderno 2 del presente proyecto y se estima en unas 675,418 toneladas.

Por otro lado, para el factor antes mencionado se supondrá un valor intermedio de 1,14.

Por lo tanto, el peso total del acero del casco será el siguiente:

$$PS \text{ bruto} = f \cdot PS \text{ neto} = 1,14 \cdot 675,418 = 769,977 \text{ ton}$$

Si se considera un precio unitario para el acero naval del orden de 450 €/ton, se obtiene el siguiente coste para el acero de las chapas y perfiles del buque proyecto:

$$\text{Coste Acero} = 450 \frac{\text{€}}{\text{ton}} \cdot 769,977 \text{ ton} = 346489,43 \text{ €}$$

Polines

El peso total del conjunto de los polines del buque puede ser estimado a partir de la siguiente fórmula:

$$P \text{ polines} = 0,0033 \cdot BHP + 0,0034 \cdot kW \cdot \frac{1500}{RPM} + 0,14 \cdot Nmc \cdot Tmc^{2,3} + 0,075 \cdot Nma \cdot Tma \\ + 0,0024 \cdot Nm \cdot d^{1,5} + 3,7 \cdot 10^{-6} \cdot L \cdot H \cdot (vs + 2)^2 \text{ [ton]}$$

Siendo:

- BHP = Potencia placa del motor(es)propulsor(es), en CV = 0 CV
- KW = Potencia instalada en auxiliares, en kW = 1304 kW
- RPM = Rev. por min, auxiliares = 1500 rpm

- $Nmc = \text{Num. maquinillas de carga} = 0$
- $Tmc = \text{Tiro de las maquinillas de carga} = 0 \text{ ton}$
- $Nma = \text{Num. maquinillas de amarre} = 4$
- $Tma = \text{Tiro de las maquinillas de amarre} = 10,5 \text{ ton}$
- $Nm = \text{Num. de molinetes} = 2$
- $d = \text{Diámetro de la cadena, en mm} = 34 \text{ mm}$
- $L = \text{Eslora entre perpendiculares} = 60,70 \text{ m}$
- $H = \text{Calado de escantillonado} = 6 \text{ m}$
- $Vs = \text{Vel. de servicio} = 10 \text{ kts}$

Teniendo todo esto presente, se tiene que el peso de los polines instalados a bordo será el siguiente.

$$P \text{ polines} = 0,0033 \cdot 0 + 0,0034 \cdot 1304 \cdot \frac{1500}{1500} + 0,14 \cdot 0 \cdot 0 + 0,075 \cdot 4 \cdot 10,5 + 0,0024 \cdot 2 \cdot 34^{1,5} + 3,7 \cdot 10^{-6} \cdot 60,7 \cdot 6 \cdot (10 + 2)^2 = 8,732 \text{ ton}$$

Considerando un precio unitario para el acero de 450 €/ton, se obtiene el siguiente coste para el acero de los polines sobre los que irán fijada la diferente maquinaria de a bordo:

$$\text{Coste polines} = 450 \frac{\text{€}}{\text{ton}} \cdot 8,732 \text{ ton} = 3929,54 \text{ €}$$

4.1.1.2 Resto de materiales del casco

Piezas fundidas y forjadas

Su coste puede estimarse a partir de la siguiente expresión:

$$\text{Coste piezas fund.} = 4 \cdot L \cdot T = 4 \cdot 61,70 \cdot 6 = 1480,80 \text{ €}$$

Timones y accesorios

El buque no dispone de medios de propulsión ni de gobierno propios, por lo que no supondrán ningún gasto en el presente proyecto.

4.1.1.3 Materiales auxiliares de la construcción del casco

El coste de los materiales auxiliares empleados en la estructura del buque se considerará de 50 € por cada tonelada de acero estructural, por lo que se tiene que su coste total será:

$$\text{Coste mat. aux.} = 50 \cdot PS \text{ bruto} = 50 \cdot 769,977 \text{ ton} = 38498,8 \text{ €}$$

4.1.1.4 Preparación de las superficies

El coste de la preparación de superficies puede estimarse en función de la superficie a tratar y de dónde se encuentre esta.

Los costes unitarios de la preparación de diversas superficies son:

- Superficie interna.
 - Imprimación: 2 €/m²
 - Granallado: 15 €/m²
- Superficie externa.
 - Imprimación: 2 €/m²
 - Granallado: 8 €/m²

El valor de la superficie externa del casco del buque se obtendrá a partir del programa Maxsurf, siendo la superficie mojada del mismo para un calado mayor que el puntal de la superestructura más alta ($T > 12 \text{ m}$). No se tendrá en cuenta la superficie interna del casco para este proyecto.

Si la superficie externa del casco es de 3101,052 m², el coste de la preparación de las superficies del buque proyecto será el siguiente:

$$\text{Coste prep. sup.} = (2 + 8) \cdot 3101,052 = 31010,52 \text{ €}$$

4.1.1.5 Pintura y control de la corrosión

La pintura, en sus diferentes aspectos (exterior de la obra viva, exterior de la obra muerta, interior del casco), se considerará como un coste de por unidad de superficie y por espesor de la película aplicada.

Pintura exterior del casco (Obra viva)

Para considerar esta partida se supondrá que la obra viva llevará una capa de pintura epoxy y otra de pintura autopulimentante. La primera se supondrá con un espesor de 350μ y de un coste unitario de $0,011 \text{ €/}(m^2 \cdot \mu)$, mientras que la segunda tendrá un espesor de 150μ y un coste unitario de $0,022 \text{ €/}(m^2 \cdot \mu)$. Por otro lado, la obra viva del buque para el calado de diseño de 6 m será de 1609,098 m².

$$\text{Coste pint. obra viva} = 1609,098 \cdot (350 \cdot 0,011 + 150 \cdot 0,022) = 11505,05 \text{ €}$$

Pintura exterior del casco (Obra muerta)

Para considerar esta partida se supondrá que la obra muerta llevará una capa de pintura epoxy y otra de clorocaucho. La primera se supondrá con un espesor de 350μ y de un coste unitario de $0,011 \text{ €/}(m^2 \cdot \mu)$, mientras que la segunda tendrá un espesor de 105μ y de un coste unitario de $0,013 \text{ €/}(m^2 \cdot \mu)$. La obra muerta del buque proyecto se obtendrá de la diferencia entre la superficie externa del buque y la superficie de la obra viva, que será 1491,954 m².

$$\text{Coste pint. obra muerta} = 1491,954 \cdot (350 \cdot 0,011 + 105 \cdot 0,013) = 7780,54 \text{ €}$$

Pintura interior del casco

Para considerar esta partida se supondrá únicamente una capa de pintura epoxy de 200μ . La superficie a pintar será la suma de toda la cara interior del casco y de los mamparos y las cubiertas. Se ha estimado en unos 5088,088 m².

$$\text{Coste pint. interior} = 5088,088 \cdot 200 \cdot 0,011 = 11193,79 \text{ €}$$

Pintura de tuberías

El coste total del recubrimiento de las tuberías puede estimarse mediante la siguiente expresión:

$$\text{Coste pint. tuberías} = 0,18 \cdot (0,057 \cdot BHP + 0,18 \cdot L) \cdot K \text{ [€]}$$

Siendo:

- $BHP = \text{Pot. de los motores instalados (se escogen la de los generadores)} = 1304 \text{ kW}$
- $L = \text{Eslora entre perpendiculares} = 61,7 \text{ m}$
- $K = \text{Factor zinc - epoxy} = 0,48$

Sustituyendo estos valores en la expresión anterior se obtiene el siguiente coste para el recubrimiento de las tuberías del buque proyecto:

$$\text{Coste pint. tuberías} = 0,18 \cdot (0,057 \cdot 1304 + 0,18 \cdot 61,7) \cdot 0,48 = 9,47 \text{ €}$$

Galvanizado y cementado

El coste del galvanizado y cementado se ha considerado igual a 7,5% del coste total del pintado del casco (suma de obra viva, muerta e interior).

$$\text{Coste galv. y cement.} = 0,075 \cdot (11505,05 + 7780,54 + 11193,79) = 2285,95 \text{ €}$$

Protección catódica

El coste de la protección catódica por ánodos de sacrificio puede aproximarse mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Coste protecc. catódica} = 1,55 \cdot S_w = 1,55 \cdot 1609,098 = 2494,10 \text{ €}$$

4.1.2 Equipo, armamento e instalaciones

De forma análoga que con los materiales que integran el casco del buque, el coste de los equipos y servicios instalados a bordo se dividirá en diferentes partidas, que serán examinadas a continuación:

4.1.2.1 Equipos de fondeo, amarre y remolque

Anclas

El buque cuenta con 2 anclas a bordo, más una de respeto, de 1440 kg de peso cada una de ellas. Partiendo de un coste unitario de 2500 €/ton, el coste total de las anclas de a bordo será el siguiente:

$$\text{Coste anclas} = \text{Coste unitario} \cdot N \text{ anclas} \cdot P \text{ anclas} = 2500 \frac{\text{€}}{\text{ton}} \cdot 3 \cdot 1,44 \text{ ton} = 10800 \text{ €}$$

Cadenas, cables y estachas

Su coste puede estimarse mediante la siguiente expresión:

$$\text{Coste cce} = 0,15 \cdot K \cdot d^2 \cdot L_c = 0,15 \cdot 0,305 \cdot 34^2 \cdot 412,5 = 21815,89 \text{ €}$$

Siendo:

- $K = \text{Coef. del acero de alta resistencia} = 0,305$
- $d = \text{Diámetro de la cadena} = 34 \text{ mm}$
- $L_c = \text{Longitud total de cadenas} = 412,5 \text{ m}$

4.1.2.2 Medios de salvamento

Botes salvavidas

El coste total de los botes salvavidas puede estimarse, en función de su tipo y capacidad, mediante la siguiente fórmula:

$$C \text{ botes} = N_{bo} \cdot K_{bo} \cdot N_p^{2/3} = 2 \cdot 4500 \cdot 10^{2/3} = 41774,30 \text{ €}$$

Siendo:

- $N_{bo} = \text{Número de botes} = 2$
- $K_{bo} = 4500 \text{ para los de motor cerrados y CI (tanqueros)}$
- $N_p = \text{Capacidad del bote} = 10 \text{ personas}$

Balsas salvavidas

De modo análogo a los botes, el coste de las balsas salvavidas puede estimarse mediante la siguiente fórmula:

$$C \text{ balsas} = N_{ba} \cdot K_{ba} \cdot N_p^{1/3} = 2 \cdot 1200 \cdot 5^{1/3} = 4103,94 \text{ €}$$

Siendo:

- $N_{ba} = \text{Número de balsas} = 2$
- $K_{ba} = 1200 \text{ para balsas arriables}$
- $N_p = \text{Capacidad de la balsa} = 5 \text{ personas}$

Dispositivos de lanzamiento de botes y balsas

El coste total de los pescantes de los botes salvavidas puede estimarse mediante una expresión muy similar a las anteriores:

$$\text{Coste pescantes} = N_{pb} \cdot K_{pb} \cdot N_p^{2/3} = 2 \cdot 4000 \cdot 10^{2/3} = 37132,71 \text{ €}$$

Siendo:

- $N_{pb} = \text{Número de pescantes} = 2$
- $K_{pb} = 4000 \text{ para botes cerrados}$
- $N_p = \text{Capacidad del bote} = 10 \text{ personas}$

Varios

El coste total de los aros, chalecos, señales, lanzacabos y elementos varios de salvamento, puede estimarse como:

$$\text{Costes varios} = 2500 + 30 \cdot N = 2500 + 30 \cdot 10 = 2800 \text{ €}$$

Siendo N el número total de tripulantes (10 personas).

4.1.2.3 Habilitación y alojamientos

Su coste puede estimarse con la fórmula:

$$\text{Coste alojamientos} = K_h \cdot S_h = 400 \cdot 192,8 = 77120 \text{ €}$$

Siendo:

- $K_h = \text{Coste unit. de la habilitación} = 400 \text{ €/m}^2$
- $S_h = \text{Área total de la habilitación} = 192,8 \text{ m}^2$

4.1.2.4 Equipos de fonda y hotel

Cocina y oficinas

Dentro de esta categoría se incluyen la habilitación de los locales, los equipos de cocina y electrodomésticos de a bordo. El coste total de todos estos elementos se puede estimar a partir de la siguiente expresión:

$$\text{Coste cocina} = K_{co} \cdot N = 240 \cdot 10 = 2400 \text{ €}$$

Siendo:

- $K_{co} = 240 \frac{\text{€}}{\text{tripulante}}$ para buques de servicio costero
- $N = \text{Número total de tripulantes} = 10$

Gambuzas frigoríficas

El coste total de estos equipos se puede estimar mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Coste gambuza} = 1800 \cdot V^{2/3} = 1800 \cdot 4^{2/3} = 4535,72 \text{ €}$$

Siendo V el volumen neto de la gambuza frigorífica (4 m³).

Equipos de lavandería y varios

El coste unitario de estos equipos se puede estimar en 240 € por cada tripulante. Teniendo presente una tripulación de 10 miembros, se tiene que el coste total de estos equipos será el siguiente:

$$\text{Coste lav y varios} = 240 \cdot 10 = 2400 \text{ €}$$

4.1.2.5 Equipos de acondicionamiento en alojamientos

Calefacción y aire acondicionado (HVAC)

Para estos equipos se puede estimar un coste unitario de 60 € por cada m² del espacio de habitación del buque proyecto. Teniendo presente que la superficie total de habitación es de 192,8 m², el coste total de los servicios de calefacción y aire acondicionado será el siguiente:

$$\text{Coste HVAC} = 60 \frac{\text{€}}{\text{m}^2} \cdot 192,8 \text{ m}^2 = 11568 \text{ €}$$

Ventilación mecánica

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

$$\text{Coste vm} = 1055 \cdot N^{0,215} + 1,2 \cdot Sh^{0,25} = 1055 \cdot 10^{0,215} + 1,2 \cdot 192,8^{0,25} = 1735,29 \text{ €}$$

Siendo:

- $N = \text{Número total de tripulantes} = 10 \text{ personas}$
- $Sh = \text{Superficie de habitación} = 192,8 \text{ m}^2$

Varios

El coste unitario del resto de equipos de acondicionamiento en alojamientos (fundamentalmente radiadores eléctricos) puede estimarse como 72 € por tripulante, por lo que el coste total para el buque proyecto será el siguiente:

$$\text{Costes varios} = 72 \frac{\text{€}}{\text{tripulante}} \cdot 10 \text{ tripulantes} = 720 \text{ €}$$

4.1.2.6 Equipo de navegación y comunicaciones

Equipos de navegación

Debido a la ausencia de medios de propulsión propios y al hecho de que la barcaza estará dirigida en todo momento por un remolcador auxiliar, por lo que no tendrá necesidad de disponer de equipos de navegación a bordo.

Comunicaciones externas

El hecho de que carezca de equipos de navegación no implica que el buque proyecto carezca de servicios de comunicaciones con otros buques y puertos. Su coste, incluyendo los de telegrafía, telefonía y de comunicación por satélite puede variar entre 48000-120000 €.

En el caso de la barcaza a proyectar, se estimará un coste total de comunicaciones externas de 50000 €.

Comunicaciones internas

El coste de los servicios de comunicaciones internas, incluyendo altavoces, teléfonos autogenerados y teléfonos automáticos, puede variar entre 12000-36000 €.

En el caso de la barcaza a proyectar, se estimará un coste total de comunicaciones internas de 20000 €.

4.1.2.7 Medios CI convencionales

Instalaciones sofocadoras fijas en cámara de máquinas

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

$$\text{Coste CI CMaq} = 8,4 \cdot Lm \cdot B \cdot Dm = 8,4 \cdot 8 \cdot 14,2 \cdot 3,4 = 3244,42 \text{ €}$$

Siendo:

- $Lm = \text{Eslora de la cámara de máquinas} = 8 \text{ m}$
- $B = \text{Manga de trazado del buque} = 14,2 \text{ m}$
- $Dm = \text{Puntal de la cámara de máquinas} = 3,4 \text{ m}$

Alarmas y detectores de incendios

El coste del conjunto de alarmas y detectores contra incendios instalados a bordo puede ser estimado a partir de la siguiente expresión:

$$\text{Coste detectores CI} = 8 \cdot k1 \cdot Lm \cdot B \cdot Dm + 12,24 \cdot k2 \cdot Nch = 8 \cdot 1 \cdot 8 \cdot 14,2 \cdot 3,4 + 12,24 \cdot 1 \cdot 2 = 3114,4 \text{ €}$$

Siendo:

- $k1 = \text{Factor dependiente de la vigilancia de cámara de máquinas} = 1$
- $k2 = \text{Factor dependiente de la instalación de alarmas en alojamientos} = 1$
- $Nch = \text{Números de cubiertas de habilitación} = 2$

Instalaciones sofocadoras fijas en la cubierta de carga

El coste de los medios contraincendios sobre la cubierta de la zona de carga, que será de espuma, se puede calcular a partir de las dimensiones del buque proyecto:

$$\text{Coste CI cubta. carga} = 11 \cdot (1 + 0,0013 \cdot Lpp) \cdot Lpp \cdot B = 11 \cdot (1 + 0,0013 \cdot 61,7) \cdot 61,7 \cdot 14,2 = 10410,57 \text{ €}$$

4.1.2.8 Equipos convencionales de servicio de la carga

El coste total de ambas grúas instaladas en el buque proyecto para el manejo de los equipos de bunkering y de cold ironing, puede estimarse mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Coste grúas} = Ng \cdot 2520 \cdot SWL^{0,765} \cdot Lg^{0,85} = 2 \cdot 2520 \cdot 1,14^{0,765} \cdot 22,6^{0,85} = 78877,82 \text{ €}$$

Siendo:

- $Ng = \text{Número de grúas} = 2$
- $SWL = \text{Carga de trabajo de las grúas} = 1,14 \text{ ton}$
- $Lg = \text{Longitud máxima de las grúas} = 22,6 \text{ m}$

4.1.2.9 Instalación eléctrica

El coste total de la instalación eléctrica del buque proyecto se puede estimar a partir de la siguiente expresión:

$$\text{Coste inst. eléctrica} = Ng \cdot 480 \cdot KW^{0,77} = 480 \cdot (135 + 1169)^{0,77} = 120227,82 \text{ €}$$

Siendo:

- $Ng = \text{Número de generadores} = 2$
- $kW = \text{Potencia eléctrica entregada por cada unidad} = 135 - 1169kW$

Como se trata de grupos generadores con diferente potencia eléctrica se deberá modificar parcialmente la fórmula.

4.1.2.10 Tuberías

El coste total de la red de tuberías del buque proyecto puede estimarse mediante la siguiente fórmula:

$$\begin{aligned} \text{Coste tuberías} &= 2705 \cdot (0,015 \cdot Lcm \cdot B \cdot Dcm + 18 \cdot Lpp) + Ng \cdot kt \cdot BHP + 1,5 \\ &\quad \cdot (3 \cdot Lcm \cdot B \cdot Dcm + Vc + 4 \cdot Sh) \\ &= 2705 \cdot (0,015 \cdot 8 \cdot 14,2 \cdot 3,4 + 18 \cdot 61,71) + 5,7 \cdot (180 + 1559) + 1,5 \\ &\quad \cdot (3 \cdot 8 \cdot 14,2 \cdot 3,4 + 1873,43 + 4 \cdot 192,8) = 3035460,12 \text{ €} \end{aligned}$$

Siendo:

- $Lcm = \text{Eslora de cámara de máquinas} = 8 \text{ m}$
- $Dm = \text{Puntal de cámara de máquinas} = 3,4 \text{ m}$
- $Lpp = \text{Eslora entre perpendiculares} = 61,7 \text{ m}$
- $kt = 5,7$ ya que los generadores queman fundamentalmente gas
- $BHP = \text{Potencia eléctrica entregada por cada unidad} = 135 - 1169kW = 180 - 1559 \text{ CV}$
- $Vc = \text{Volumen total de carga} = 1873,43 \text{ m}^3$
- $Sh = \text{Área total de la habitación} = 192,8 \text{ m}^2$

4.1.2.11 Accesorios de equipos, armamento e instalaciones

Puertas metálicas, ventanas y portillos

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

$$C_{ppv} = 2,705 \cdot N^{0,48} = 2,705 \cdot 10^{0,48} = 12,98 \text{ €}$$

Siendo:

- $N = N^{\circ} \text{ total de tripulantes} = 10$

Escaleras, pasamanos y candeleros

Su coste puede estimarse con la siguiente fórmula:

$$C_{espc} = 22,2 \cdot Lpp^{1,6} = 22,2 \cdot 61,71^{1,6} = 16248,35 \text{ €}$$

Escotillas de acceso, lumbreras y registros

Su coste puede estimarse con la siguiente fórmula:

$$C_{eslr} = 12,6 \cdot Lpp^{1,5} = 12,6 \cdot 61,71^{1,5} = 6106,58 \text{ €}$$

Accesorios de fondeo y amarre

Su coste puede estimarse con la siguiente fórmula:

$$C_{aafa} = e^{3,1} \cdot 6 \cdot (Lpp \cdot (B + D))^{0,815} = e^{3,1} \cdot 6 \cdot (61,71 \cdot (14,2 + 7,6))^{0,815} = 47248,56 \text{ €}$$

Escalas reales, planchas de desembarco y escalas de práctico

Su coste puede estimarse mediante la siguiente fórmula:

$$C_{erp} = 2000 + 1350 \cdot (D - 0,03 \cdot L) \cdot Ner = 2000 + 1350 \cdot (7,6 - 0,03 \cdot 61,71) \cdot 2 = 17522,3 \text{ €}$$

Siendo:

- $Ner = N^{\circ} \text{ escalas reales} = 2$ (una a cada banda).

Toldos, fundas y accesorios de estiba de respetos

Su coste puede aproximarse a través de la siguiente fórmula:

$$C_{tf} = 40 \cdot (Lpp \cdot (B + D))^{0,68} = 40 \cdot (61,71 \cdot (14,2 + 7,6))^{0,68} = 4008,76 \text{ €}$$

4.1.3 Maquinaria auxiliar de cubierta

4.1.3.1 Equipo de gobierno

Por requisitos del anteproyecto, la barcaza a proyectar carecerá de medios de propulsión y de gobierno propios, debiendo contar para su desplazamiento hasta la zona de operación de la colaboración de un remolcador.

4.1.3.2 Equipo de fondeo y amarre

Molinetes

Su coste puede estimarse con la siguiente fórmula:

$$C_m = 300 \cdot d^{1,3} = 300 \cdot 300^{1,3} = 29379,46 \text{ €}$$

Siendo:

- $d = \text{diámetro de la cadena} = 34 \text{ mm}$

Chigres de maniobra y sus equipos de accionamiento

El coste unitario de las maquinillas de amarre de tipo normal puede estimarse, en función de la tracción T_{ma} , a través de la siguiente expresión:

$$C_{ma} = 7800 \cdot T_{ma}^{\frac{2}{3}} = 7800 \cdot 322,5^{\frac{2}{3}} = 1467262,24 \text{ €}$$

Siendo:

- $T_{ma} = \text{Tracción maquinilla} = 32,25 \text{ kN} = 322,5 \text{ ton}$

4.1.3.3 Instalación propulsora

Como ya se ha dicho en el caso del equipo de gobierno, por requisitos del anteproyecto, la barcaza carece de medios de propulsión propios, obteniendo el empuje necesario para poder desplazarse hasta su destino gracias a la ayuda de un remolcador, que puede actuar como pusher apoyado en la muesca de popa o, dado el caso, ejercer un remolque tradicional desde proa.

4.1.4 Maquinaria de cámara de máquinas

4.1.4.1 Grupos electrógenos principales

Como no se tiene una formulación concreta para los grupos generadores a gas natural, se empleará la correspondiente a los diésel-alternadores. En fases posteriores del diseño, habría que repetir el cálculo con una expresión concreta para estas máquinas o preguntarle el coste concreto al fabricante:

$$C_{genset\ 1} = \frac{252 \cdot DIA^{2,2} \cdot Nc^{0,8}}{RPM} + 2400 \cdot \left(\frac{kWg}{RPM}\right)^{\frac{2}{3}} = \frac{252 \cdot 130^{2,2} \cdot 6^{0,8}}{1500} + 2400 \cdot \left(\frac{135}{1500}\right)^{\frac{2}{3}}$$
$$= 31996,15 \text{ €}$$

$$C_{genset\ 2} = \frac{252 \cdot DIA^{2,2} \cdot Nc^{0,8}}{RPM} + 2400 \cdot \left(\frac{kWg}{RPM}\right)^{\frac{2}{3}} = \frac{252 \cdot 170^{2,2} \cdot 12^{0,8}}{1500} + 2400 \cdot \left(\frac{1169}{1500}\right)^{\frac{2}{3}}$$
$$= 101034,01 \text{ €}$$

Siendo:

- $DIA = \text{Diámetro del cilindro de la máquina} = 130 - 170 \text{ mm}$
- $Nc = \text{Nº de cilindros de la máquina} = 6 - 12$
- $RPM = \text{Régimen de trabajo de la máquina} = 1500 \text{ rpm}$
- $kWg = \text{Potencia eléctrica del generador} = 135 - 1169 \text{ kW}$

4.1.4.2 Equipos de circulación, refrigeración y lubricación de la planta principal

Su coste puede estimarse mediante la siguiente fórmula:

$$C_{crl\ 1} = 6000 \cdot (k1 + k2) \cdot BHP1 = 6000 \cdot (2,4 + 0) \cdot 180 = 2592000 \text{ €}$$

$$C_{crl\ 2} = 6000 \cdot (k1 + k2) \cdot BHP2 = 6000 \cdot (2,4 + 0) \cdot 1559 = 22444800 \text{ €}$$

Siendo:

- $k1 = 2,4 \text{ para motores de 4 tiempos.}$

- $k_2 = 0$ sin enfriador de placas de titanio.
- $BHP = \text{Potencia eléctrica entregada por cada unidad} = 135 - 1169kW = 180 - 1559 CV$

4.1.4.3 Equipos de arranque de motores

Su coste puede estimarse a través de la siguiente expresión:

$$Carr = 78 \cdot Nco \cdot Qco = 78 \cdot 2 \cdot 32 = 4992 \text{ €}$$

Siendo:

- $Nco = N^\circ \text{ de compresores} = 2$
- $Qco = \text{Caudal unitario del compresor} = 32 \text{ m}^3/\text{h}$

4.1.4.4 Equipos de manejo de combustible

Su coste puede estimarse mediante la siguiente expresión:

$$Cemc = 44 \cdot Nbt \cdot Qbt + 2,1 \cdot (BHP1 + BHP2) = 44 \cdot 2 \cdot 1500 + 2,1 \cdot (180 + 1559) \\ = 135651,2 \text{ €}$$

Siendo:

- $Nbt = N^\circ \text{ de bombas de trasiego de gas (GVU)} = 2$
- $Qbt = \text{caudal de bombas de trasiego de gas (GVU)} = 1500 \text{ m}^3/\text{h}$
- $BHP = \text{Potencia eléctrica entregada por cada unidad} = 135 - 1169kW = 180 - 1559 CV$

4.1.4.5 Equipos de purificación

Purificadoras centrífugas para aceite lubricante y calentadores

Su coste se puede estimar mediante la siguiente ecuación:

$$Cpv = 10000 \cdot Npa \cdot Qpa \cdot K1 + 4750 \cdot Npd \cdot Qpd \cdot K1 + 5200 \cdot Npf \cdot Qpf \cdot K1 \cdot K2 \cdot K3 \\ = 1000 \cdot 2 \cdot 8 \cdot 1 + 4750 \cdot 0 \cdot 0 \cdot 1 + 5200 \cdot 0 \cdot 0 \cdot 0 = 240000 \text{ €}$$

Siendo:

- $Npa = N^\circ \text{ de purificadoras de aceite} = 3$
- $Qpa = \text{Caudal unitario de las purificadoras de aceite} = 8000 \frac{\text{l}}{\text{h}} \cdot \frac{1 \text{ m}^3}{10^3 \text{ l}} = 8 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$
- $Npd = N^\circ \text{ de purificadoras de diésel} = 0$
- $Qpd = \text{Caudal unitario de las purificadoras de diésel} = 0$
- $Npf = N^\circ \text{ de purificadoras de fueloil} = 0$
- $Qpf = \text{Caudal unitario de las purificadoras de fueloil} = 0$
- $K1 = 1$ para purificadoras autolimpiantes

Equipo de manejo de lodos, trasiegos y derrames

Su coste medio puede estimarse en 1500 €.

Equipo de tratamiento por aditivos para limpieza

Su coste puede estimarse, en función de la potencia eléctrica, mediante la siguiente fórmula:

$$Cta = 24 \cdot BHP^{\frac{2}{3}} = 24 \cdot (180 + 1559)^{\frac{2}{3}} = 3470,21 \text{ €}$$

Siendo:

- $BHP = \text{Potencia eléctrica entregada por cada unidad} = 135 - 1169kW = 180 - 1559 CV$

Equipos de mezcla de combustible

Su coste medio puede estimarse en 42000 €.

4.1.4.6 Equipos auxiliares de casco

Bombas de contraincendios, de lastre, de servicios generales y de sentinas

Su coste puede expresarse mediante la siguiente ecuación:

$$\begin{aligned} C_{il} &= 600 \cdot k_1 \cdot Q_{bs}^{\frac{1}{3}} + 960 \cdot k_2 \cdot Q_{ci}^{\frac{1}{3}} + 1100 \cdot k_3 \cdot Q_{bs} \\ &= 600 \cdot 2 \cdot 84^{\frac{1}{3}} + 960 \cdot 2 \cdot 56^{\frac{1}{3}} + 1100 \cdot 2,5 \cdot 84 = 243601,08 \text{ €} \end{aligned}$$

Siendo:

- $Q_{bs} = \text{Caudal de la bomba de sentinas} = 2 \cdot 42 = 84 \text{ m}^3/\text{h}$.
- $Q_{ci} = \text{Caudal de la bomba contraincendios} = \frac{2}{3} \cdot Q_{bs} = 56 \text{ m}^3/\text{h}$
- $K_1 = K_2 = 2$
- $K_3 = 2,5$

Separadoras de sentinas con sus bombas y alarmas

Su coste puede estimarse, en función del arqueo bruto de la barcaza, con la siguiente fórmula:

$$C_{ss} = 156 \cdot GT^{0,5} + 5100 \cdot K_{ss} = 156 \cdot 2059^{0,5} + 5100 \cdot 1 = 12178,69 \text{ €}$$

Siendo:

- $GT = 2059 \text{ ton}$.
- $K_{ss} = 1$

4.1.4.7 Equipos sanitarios

Generador de agua dulce

El coste unitario de este equipo puede estimarse con la siguiente fórmula:

$$C_{gad} = 1380 \cdot Q_{gad} = 1380 \cdot 1,75 = 2415 \text{ €}$$

Siendo:

- $Q_{gad} = \text{Caudal del generador} = 1,75 \text{ ton/día}$

Grupo hidróforo

Su coste puede estimarse mediante la siguiente expresión:

$$C_{hg} = 660 \cdot N^{0,5} = 660 \cdot 10^{0,5} = 2087,10 \text{ €}$$

Siendo:

- $n = N^{\circ} \text{ de personas pernoctando a bordo} = 10$

Incinerador de residuos sólidos

Su coste puede expresarse con la siguiente fórmula:

$$C_{ir} = 11400 \cdot N^{0,2} = 11400 \cdot 10^{0,2} = 18067,78 \text{ €}$$

4.1.4.8 Varios

Ventiladores de la cámara de máquinas

Su coste puede aproximarse a través de la siguiente expresión:

$$C_{vent} = 7,5 \cdot N_v \cdot Q_v^{0,5} + 5,52 \cdot K_f \cdot BHP^{0,5} = 7,5 \cdot 5 \cdot 103000^{0,5} + 0 = 12035,10 \text{ €}$$

Siendo:

- $N_v = N^{\circ} \text{ de ventiladores} = 5$
- $Q_v = \text{Caudal unitario de los ventiladores} = 103000 \text{ m}^3/\text{h}$

- $K_f = 0$ para motores que no consumen combustibles pesados.

Taller de máquinas

Su coste medio oscila entre 3600-13200 €. Para la barcaza a proyectar, debido al pequeño tamaño de la embarcación y a su corta autonomía, este local no se ha considerado de gran importancia, por lo que su coste se estimará en 5000 €.

4.1.5 Cargos y respetos

4.1.5.1 Cargos y respetos reglamentarios

Su coste normalmente está incluido en el de los correspondientes equipos, por lo que no hay que considerarlo por separado.

4.1.5.2 Cargos y respetos no reglamentarios

Su coste puede estimarse a partir de la siguiente fórmula:

$$C_{cnr} = 0,023 \cdot k_1 \cdot V_t + 540 \cdot k_2 \cdot N = 0,023 \cdot 0,85 \cdot 10000000 + 540 \cdot 0,8 \cdot 10 = 199820 \text{ €}$$

Siendo:

- $k_1 = 0,85$
- $V_t = \text{Valoración económica del buque} = 10000000 \text{ €}$ (sacada del buque de referencia)
- $k_2 = 0,8$
- $N = N^\circ \text{ tripulantes} = 10$

4.1.6 Instalaciones especiales

4.1.6.1 Equipos especiales de servicio de carga

Tanques de carga especiales

El coste de los tanques cilíndricos destinados al almacenaje del gas natural licuado (LNG) puede aproximarse con la siguiente fórmula:

$$C_{tc} = K_c \cdot Q_{mt}^{0,85} \cdot P_t = 6 \cdot 450^{0,85} \cdot 2 = 2159,79 \text{ €}$$

Siendo:

- $K_c = 6$ para acero de alto límite elástico ($36 \frac{\text{kg}}{\text{mm}^2}$)
- $Q_{mt} = \text{Capacidad de los tanques} = 450 \text{ m}^3$
- $P_t = \text{Presión de tarado de los tanques} = 0,2 \text{ bares} = 2 \text{ kg/cm}^2$

Por otro lado, el coste del aislamiento de los tanques cilíndricos a presión puede expresarse como:

$$C_{ac} = 660 \cdot Q_{mt}^{\frac{2}{3}} = 660 \cdot 450^{\frac{2}{3}} = 38757,19 \text{ €}$$

Equipos para manejo de líquidos

El coste de las bombas de pozo profundo de descarga puede aproximarse mediante la siguiente expresión:

$$C_{bc} = 30 \cdot Q_b^{0,82} \cdot H_d^{0,35} \cdot N_b = 30 \cdot (100 + 125)^{0,82} \cdot (135 + 135)^{0,35} = 18607,09 \text{ €}$$

Siendo:

- $k_1 = 1$ para bombas con accionamiento eléctrico
- $Q_b = \text{Caudal de cada bomba} = 100 - 125 \text{ m}^3/\text{h}$
- $H_d = \text{Altura de descarga} = 135 \text{ mca}$
- $N_b = N^\circ \text{ de bombas} = 2$

El coste de las bombas sumergidas de descarga, como es el caso de las de los tanques de LNG, puede aproximarse a través de la siguiente fórmula:

$$Cbs = 180 \cdot Qb^{0,86} \cdot Hd^{0,35} \cdot Nb = 180 \cdot 250^{0,86} \cdot 135^{0,35} \cdot 2 = 231285,14 \text{ €}$$

Siendo:

- $Qb = \text{Caudal de cada bomba} = 250 \text{ m}^3/\text{h}$
- $Hd = \text{Altura de descarga} = 135 \text{ mca}$
- $Nb = \text{N}^\circ \text{ de bombas} = 2$

El coste de la bomba de emergencia portátil puede estimarse en 12000 €.

Equipos de acondicionamiento y limpieza de espacios de carga

El coste de los equipos de ventilación y desgasificación portátiles puede estimarse como:

$$Cvp = 3600 \cdot Nvp = 3600 \cdot 6 = 21600 \text{ €}$$

Siendo:

- $Nvp = \text{N}^\circ \text{ de ventiladores portátiles} = 6$

El coste de las máquinas de limpieza fijas puede expresarse como:

$$Clf = 6 \cdot L \cdot B = 6 \cdot 61,71 \cdot 14,2 = 5256,84 \text{ €}$$

El coste de las máquinas de limpieza portátiles puede estimarse con la siguiente fórmula:

$$Clp = 3600 \cdot k1 \cdot Nlp = 3600 \cdot 1 \cdot 6 = 21600 \text{ €}$$

Siendo:

- $k1 = 1 \text{ para materiales normales.}$
- $Nlp = 6$

El coste de los calentadores de carga, con sus bombas de circulación puede estimarse mediante la siguiente expresión:

$$Ccc = 24 \cdot Q^{\frac{2}{3}} \cdot Nb = 24 \cdot 1360^{\frac{2}{3}} \cdot 1 = 2946,03 \text{ €}$$

Siendo:

- $Q = \text{Volumen de tanques de carga de HFO} = 1360 \text{ m}^3$
- $Nb = \text{N}^\circ \text{ de calentadores} = 1$

Tubería y valvulería de carga

En buques de carga líquida, distintos de los tanqueros de LNG, su coste puede estimarse en 1/3 del global de las bombas de descarga y de agotamiento de la carga. Esto supone un montante total de 83117,41 €.

Instalaciones eléctricas especiales, instrumentación y control

En buques de carga líquida, distintos de los tanqueros de LNG, su coste puede estimarse en 1/5 del global de las bombas de descarga y de agotamiento de la carga. Esto supone un montante total de 49870,45 €.

4.1.6.2 Instalaciones y equipos de automatización, telecontrol y alarma.

Cabina y puestos de control

Su coste puede estimarse con la siguiente fórmula:

$$Ccc = 1080 \cdot Scc^{0,85} = 1080 \cdot 19,75^{0,85} = 13635,02 \text{ €}$$

Siendo:

- $S_{cc} = \text{área de la sala de control de máquinas} = 19,75 \text{ m}^2$

Dispositivos de automatización y control reglamentarios

Su puesto puede estimarse como:

$$C_{acr} = 3240 \cdot k_1 \cdot BHP^{\frac{1}{3}} = 3240 \cdot 1,5 \cdot (180 + 1559)^{\frac{1}{3}} = 58439,75 \text{ €}$$

Siendo:

- $k_1 = 1,5$ para automatización completa.
- $BHP = \text{Potencia eléctrica instalada} = 180 + 1559 \text{ CV}$

Restantes dispositivos de automatización y control

Su coste puede variar entre 12000-50000 €, dependiendo del nivel de complejidad de la automatización del buque. Se estimará un montante de 20000 € para la barcaza a proyectar.

Equipos suministradores de fluidos de control y accionamiento

Se puede estimar como un 10% del coste de los dispositivos de automatización y control reglamentarios, es decir, unos 5843,98 €.

4.1.6.3 Sistemas de estabilización y auxiliares de maniobra

Sistema de estabilización pasiva

Su coste puede estimarse con la siguiente fórmula:

$$C_{ep} = 4500 \cdot B^{0,75} = 4500 \cdot 14,2^{0,75} = 32917,65 \text{ €}$$

Sistemas especiales de corrección de escora y asiento

Su coste puede estimarse con la siguiente fórmula:

$$C_{cr} = 120 \cdot SWL \cdot \frac{B}{2 + La} + 510 \cdot B = 120 \cdot 25,69 \cdot \frac{14,2}{2 + 22,6} + 510 \cdot 14,2 = 9021,50 \text{ €}$$

Siendo:

- $SWL = \text{Carga de trabajo de la mayor grúa} = 25,69 \text{ ton}$
- $La = \text{Alcance de la mayor grúa} = 22,6 \text{ m}$

4.1.6.4 Instalaciones especiales y equipos especiales contra incendios

Instalaciones contra incendios de carácter estructural

Su coste puede estimarse como:

$$C_{cci} = K_{ci} + 5,5 \cdot Sh = 5660,4 \text{ €}$$

Siendo:

- $Sh = \text{Área de los alojamientos} = 192,8 \text{ m}^2$
- $K_{ci} = 4600$

Instalaciones fijas de contra incendios en cubierta

Su coste puede estimarse como:

$$C_{ccic} = 11 \cdot (1 + 0,0013 \cdot L_{pp}) \cdot L_{pp} \cdot B = 11 \cdot (1 + 0,0013 \cdot 61,71) \cdot 61,71 \cdot 14,2 = 10410,57 \text{ €}$$

Instalaciones rociadoras de agua

Su coste puede estimarse como:

$$C_{ra} = 4 \cdot Sh = 4 \cdot 192,8 = 771,2 \text{ €}$$

Equipos detectores de incendios en cámara de máquinas

Su coste puede estimarse como:

$$C_{dim} = 800 \cdot k_1 \cdot L_m \cdot D_m \cdot B + 12240 \cdot k_2 \cdot N_{ch} = 800 \cdot 1 \cdot 8,4 \cdot 3,4 \cdot 14,2 + 12240 \cdot 1 \cdot 2 \\ = 348921,6 \text{ €}$$

Siendo:

- $k_1 = 1$ para cámaras de máquinas desatendidas.
- $k_2 = 1$ para detectores de incendios de los alojamientos.
- $L_m =$ Eslora de la cámara de máquinas = 8,4 m
- $D_m =$ Puntal de la cámara de máquinas = 3,4 m
- $N_{ch} =$ Nº de ecubiertas de alojamientos = 2

Monitores de contraincendios con sus bombas, tanques y accesorios

Su coste deberá ser evaluado de manera particular para cada caso.

4.1.6.5 Instalaciones y equipos especiales de seguridad

Equipos de protección del personal

Su coste puede evaluarse como:

$$C_{cpp} = 3300 \cdot K_{pp} \cdot N^{\frac{2}{3}} = 3300 \cdot 0,5 \cdot 10^{\frac{2}{3}} = 7658,62 \text{ €}$$

Siendo:

- $K_{pp} = 0,5$ para buques con tanques tipo C
- $N =$ Nº de tripulantes = 10

Planta de gas inerte

Su coste puede evaluarse mediante la siguiente expresión:

$$C_{gi} = K_{gi} \cdot Q_{gi}^{N_{gi}} = 360 \cdot 250^{0,77} = 25276,46 \text{ €}$$

Siendo:

- $K_{gi} = 360$ para plantas con generador y quemador propio.
- $Q_{gi} =$ Capacidad de la planta = 250 m³/h
- $N_{gi} = 0,77$ para plantas con generador y quemador

Puertas de mamparos estancos

Su coste puede evaluarse con la siguiente fórmula:

$$C_{pe} = 12500 \cdot N_{pe}^{0,97} = 12500 \cdot 10^{0,97} = 116656,79 \text{ €}$$

Siendo:

- $N_{pe} =$ Nº de puertas estancas = 10

4.1.7 Coste global de los equipos y materiales

Una vez estimados los costes de las diferentes partidas en las que se puede subdividir el conjunto de los equipos y materiales de construcción del buque, se puede obtener el cálculo global de los mismos simplemente a partir de la suma de los estos subconceptos.

En la tabla siguiente se muestran los costes globales de cada una de estas partidas:

<i>Partida</i>	<i>Coste</i>	<i>Unidades</i>
Casco	456678.02	€
Equipo, armamento e instalaciones	3628988.54	€
Maquinaria auxiliar de cubierta	1467262.24	€
Maquinaria cámara de máquinas	3443028.32	€
Cargos, pertrechos y respetos	199820.00	€
Instalaciones especiales	1129873.47	€
TOTAL:	10325650.59	€

De esta forma, el coste global de los equipos y materiales de la barcaza a proyectar, en primera instancia, se puede estimar en la siguiente cifra:

$$CE = \sum CEi = 10.325.650,59 \text{ €}$$

4.2 Costes de la mano de obra

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

El primero de estos conceptos dependerá de numerosos factores, como pueden ser la mano de obra directa, las cargas sociales anuales del personal empleado y los gastos indirectos del astillero que incluyan a los que se carguen al buque.

Teniendo presentes todos estos factores en cuenta, se puede considerar un valor medio de la mano de obra de 30 €/h. Para hallar las horas totales de construcción, se recurrirá a una serie de fórmulas para diversas partidas.

4.2.1 Casco

4.2.1.1 Acero laminado

Las horas de elaboración, prefabricación y montaje de casco, asignables a la manipulación de acero laminado, son difíciles de estimar, por lo que no se intentará dar, para evaluarlas, ningún método de validez general. Se limitará, por tanto, a indicar los factores de los que pueden depender dichas horas y a dar un tipo genérico de fórmula que podría emplearse para estimarlas.

La bibliografía consultada establece que, en primera aproximación, para un tipo de buque dado, las horas son proporcionales al peso neto de acero. Las horas así estimadas deben afectarse de un término correctivo de complejidad de forma, que aumente al disminuir el cuerpo cilíndrico o, lo que es equivalente, al disminuir el coeficiente prismático, o el de bloque. Un segundo término correctivo debe tener en cuenta la eventual existencia de bulbo, mientras que un tercer término correctivo hará lo mismo con la utilización de aceros especiales o de alto límite elástico, que requieren más horas por tonelada neta. Asimismo, un cuarto término correctivo deberá tener presente el grado de complejidad estructural y, más especialmente, el número de cubiertas. Finalmente, debe emplearse un factor de corrección que tenga en consideración la productividad del astillero.

De acuerdo con todo lo expuesto en el párrafo anterior, las horas de elaboración, prefabricación y montaje del casco podrán estimarse a partir de la siguiente expresión:

$$\begin{aligned}
 Hc &= Kba \cdot Pac \cdot (1 + Kf \cdot (1 - Cf)) \cdot (1 + Kb) \cdot (1 + Ke \cdot Ce) \cdot (1 + Kc \cdot (Nc - 1)) \\
 &= 60 \cdot 675,418 \cdot (1 + 0,3 \cdot (1 - 0,84)) \cdot (1 + 0) \cdot (1 + 0,5 \cdot 0,8) \cdot (1 + 0,05(2 - 1)) \\
 &= 43384,53 \text{ h}
 \end{aligned}$$

Siendo:

- Kba = índice de mano de obra de casco, situado entre 20 – 100 $\frac{h}{ton}$. Se seleccionará un valor medio de 60 $\frac{h}{ton}$.
- Pac = Peso neto de acero de la estructura = 675,418 ton
- Kf = índice de coeficiente de forma $\cong 0,3$
- Cf = Coeficiente de forma = $Cb = 0,84$
- Kb = índice de bulbo = 0 al no tenerlo.
- Ke = índice de complejidad de acero especial $\cong 0,5$
- Ce = Coeficiente de peso de acero especial $\cong 0,8$
- Kc = índice de nº de cubiertas $\cong 0,05$
- Nc = Nº de cubiertas fuera de CM y zonas extremas = 2

4.2.1.2 Resto de los materiales del casco

Piezas fundidas, forjadas y de aluminio

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

$$H_{pf} = 25 + 250 \cdot Pal + 30 \cdot L^{\frac{1}{3}} \cdot H \cdot K1 = 25 + 0 + 0 = 25 \text{ h}$$

Siendo:

- Pal = peso neto de aluminio = 0 ton
- H = Calado de escantillonado
- $k1$ = 0, ya que no tiene hélice.

4.2.1.3 Timón y accesorios

Como ya se dijo en el apartado del coste de los materiales, se establece como requisito previo al proyecto que la barcaza cuyo diseño lo protagoniza carezca de medios propios de gobierno y propulsión, por lo que carecerá de timón o cualquier otro dispositivo análogo.

4.2.1.4 Materiales asociados de construcción del casco

Generalmente este subconcepto no lleva horas asociadas.

4.2.1.5 Preparación de superficies

Las horas pueden estimarse sobre una base de 0,02 h/m². Para todo el acero, la superficie a considerar es la suma de la superficie exterior de la obra viva y muerta y la superficie interior del casco.

Por lo tanto, en el caso de la barcaza a proyectar, se tiene el siguiente número de horas dedicado a la preparación del casco:

$$H_{ps} = 0,02 \cdot St = 0,02 \cdot (S_{int} + S_{ext}) = 0,02 \cdot (3101,052 + 5088,088) = 163,78 \text{ h}$$

4.2.1.6 Pintura y control de la corrosión

Las horas correspondientes a este subconcepto pueden estimarse como:

$$\begin{aligned}
 H_{pcc} &= 0,25 \cdot Som + (1 + 0,3 \cdot Nom) + 0,35 \cdot Sov \cdot \frac{Nov}{4} + 0,4 \cdot Si \cdot Ni \\
 &= 0,25 \cdot 1491,954 + (1 + 0,3 \cdot 2) + 0,35 \cdot 1609,098 \cdot \frac{2}{4} + 0,4 \cdot 3101,052 \\
 &= 3137,02 \text{ h}
 \end{aligned}$$

Siendo:

- $Som = Superficie\ exterior\ obra\ muerta = 1491,954\ m^2$
- $Sov = Superficie\ exterior\ obra\ viva = 1609,098\ m^2$
- $Si = Superficie\ interior\ casco = 3101,052\ m^2$
- $Nom, Nov, Ni = N^{\circ}\ d\ manos\ de\ pintura\ aplicadas = 2$

4.2.2 Equipo, armamento e instalaciones

4.2.2.1 Equipo de fondeo, amarre y remolque

Las horas correspondientes a este subconcepto pueden estimarse como sigue:

$$Hfar = 27 \cdot Pa^{0,4} = 27 \cdot 4,32^{0,4} = 48,48\ h$$

Siendo:

- $Pa = Peso\ de\ las\ anclas = 3 \cdot 1,44 = 4,32\ ton$

4.2.2.2 Medios de salvamento

Las horas correspondientes a este subconcepto pueden estimarse como sigue:

$$Hms = 300 + 1,5 \cdot N = 300 + 1,5 \cdot 10 = 315\ h$$

Siendo:

- $N = N^{\circ}\ de\ tripulantes = 10$

4.2.2.3 Habilitación de alojamientos

Las horas pueden estimarse a partir de la asunción de 16 h /m². Para el área de la zona de habilitación, se tendrá en cuenta la superficie de cubierta ocupada por los alojamientos de la tripulación y las zonas comunes de habilitación.

Por tanto, en el caso de la barcaza a proyectar, se tiene el siguiente número de horas dedicado al montaje de la habilitación:

$$Hha = 16 \cdot Sh = 16 \cdot 192,8 = 3084,8\ h$$

4.2.2.4 Equipos de fonda y hotel

Las horas correspondientes a este subconcepto pueden estimarse sobre la base de 115 h/tripulante. Como la tripulación de la barcaza estará compuesta por 10 miembros, se tiene que el número total de horas dedicado al montaje de los equipo de fonda y hotel de la misma será de 1150 h.

4.2.2.5 Equipos de acondicionamiento en alojamientos

Las horas correspondientes pueden basarse en asumir unas 2 h/m². Teniendo presente la misma área de habilitación que en el caso de los alojamientos, se tiene el siguiente número de horas dedicado al montaje de los equipos de acondicionamiento en alojamientos:

$$Haal = 2 \cdot Sh = 2 \cdot 192,8 = 385,6\ h$$

4.2.2.6 Equipos de navegación y comunicaciones

Las horas dedicadas al montaje de los sistemas de comunicación de la barcaza a proyectar se pueden estimar de la siguiente manera:

$$Henc = 330 \cdot (Neq - 6) = 330 \cdot (10 - 6) = 1320\ h$$

Siendo:

- $Neq = N^{\circ}\ de\ equipos\ instalados = 10$

4.2.2.7 Medios CI convencionales

Las horas correspondientes a su montaje en el buque pueden estimarse a razón de 5,5 h/m, siendo la distancia los metros de eslora del buque. Por lo tanto, teniendo presentes los 61,71 m de eslora entre perpendiculares de la barcaza a proyectar, se obtiene el siguiente número de horas:

$$H_{ci} = 5,5 \cdot L_{pp} = 5,5 \cdot 61,71 = 339,35 \text{ h}$$

4.2.2.8 Equipos convencionales de servicio de carga

Las horas correspondientes al montaje de grúas a bordo del buque pueden estimarse mediante la siguiente fórmula:

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

Siendo:

- $N = N^{\circ} \text{ de grúas} = 2$
- $SWL = 630,34 \text{ h}$

4.2.2.9 Instalación eléctrica

Las horas correspondientes pueden estimarse mediante la siguiente fórmula:

$$H_{iel} = 4 \cdot Sh + 6 \cdot kW = 4 \cdot 192,8 + 6 \cdot 1304 = 8595,2 \text{ h}$$

Siendo:

- $Sh = \text{Superficie de habitación} = 192,8 \text{ m}^2$
- $kW = \text{Potencia eléctrica instalada} = 135 + 1169 = 1304 \text{ kW}$

4.2.2.10 Tuberías

Las horas correspondientes pueden estimarse mediante la siguiente fórmula:

$$H_{tub} = 11 \cdot BHP^{0,35} = 11 \cdot \left(\frac{1304}{0,75}\right)^{0,35} = 149,78 \text{ h}$$

4.2.2.11 Accesorios de equipos, armamento e instalaciones

Las horas correspondientes pueden estimarse mediante la siguiente fórmula:

$$\begin{aligned} H_{acc} &= 80 \cdot N + 56 \cdot (L - 15) + 0,9 \cdot L \cdot (B + D) + 2 \cdot L + 50 \cdot N_{bo} + 100 \cdot N_{pb} + 100 \cdot N_{gm} \\ &= 80 \cdot 10 + 56 \cdot (61,71 - 15) + 0,9 \cdot 61,71 \cdot (14,2 + 7,6) + 2 \cdot 61,71 + 50 \cdot 2 \\ &\quad + 100 \cdot 2 + 100 \cdot 0 = 5049,15 \text{ h} \end{aligned}$$

Siendo:

- $N_{bo} = n^{\circ} \text{ de botes salvavidas} = 2$
- $N_{pb} = N^{\circ} \text{ de pescantes} = 2$
- $N_{gm} = N^{\circ} \text{ de grúas de máquinas} = 0$

4.2.3 Maquinaria auxiliar de cubierta

4.2.3.1 Equipo de gobierno

Como ya se dijo en el correspondiente subconcepto del coste de los materiales, uno de los requisitos previos del proyecto será que la barcaza a diseñar carecerá tanto de medios de propulsión como de gobierno propios. Por lo tanto, esta partida no supondrá ningún aumento de horas dentro del tiempo de construcción de la embarcación.

4.2.3.2 Equipo de fondeo y amarre

Las horas correspondientes pueden estimarse con la fórmula siguiente:

$$Hefa = L \cdot (1,75 \cdot Nm + 1,6 \cdot Nca + 1,7 \cdot Nma) = 61,71 \cdot (1,75 \cdot 2 + 1,6 \cdot 0 + 1,6 \cdot 0 + 1,7 \cdot 4) = 635,31 h$$

Siendo:

- $Nm = N^{\circ}$ de molinetes = 2
- $Nca = N^{\circ}$ de cabestrantes = 0
- $Nma = N^{\circ}$ de maquinillas de amarre = 4

4.2.4 Maquinaria principal de cámara de máquinas

4.2.4.1 Grupos electrógenos principales

Las horas correspondientes pueden estimarse con la siguiente fórmula:

$$Hg = 52 \cdot Ng \cdot kW^{0,43} = 52 \cdot (135^{0,43} + 1169^{0,43}) = 1359,96 h$$

Siendo:

- $Ng = N^{\circ}$ de generadores = 2
- $kW =$ Potencia unitaria de los generadores = 135 – 1169 kW

4.2.4.2 Equipos de refrigeración, circulación y lubricación de la planta principal

Las horas correspondientes pueden estimarse con la siguiente fórmula:

$$Hcrl = Kcrl + 0,18 \cdot BHP = 230 + 0,18 \cdot 1739 = 542,96 h$$

Siendo:

- $Kcrl = 230$
- $BHP =$ Potencia de los grupos generadores = $\frac{135+1169}{0,75} = 1739 CV$

4.2.4.3 Equipos de arranque de motores

Las horas correspondientes pueden estimarse con la siguiente fórmula:

$$Ham = Nco \cdot (40 + 3,5 \cdot Qco) = 2 \cdot (40 + 3,5 \cdot 32) = 304 h$$

Siendo:

- $Nco = N^{\circ}$ de compresores = 2
- $Qco =$ Capacidad de los compresores = 32 m³/h

4.2.4.4 Equipos de manejo de combustible

Las horas correspondientes pueden estimarse con la siguiente fórmula:

$$Hco = Kco \cdot BHP = 0,13 \cdot 1739 = 226,03 h$$

Siendo:

- $Kco = 0,13$ ya que consume gas natural.
- $BHP = 1739 CV$

4.2.4.5 Equipos de purificación

Las horas correspondientes pueden estimarse con la siguiente fórmula:

$$Hep = (Kep + 0,056 \cdot BHP) \cdot (Npa + Npd + Npf) = (90 + 0,056 \cdot 1739) \cdot (3 + 0 + 0) = 562,10 h$$

Siendo:

- $Kep = 90$ ya que se consume gas natural.
- $Npa = N^{\circ}$ de purificadoras de aceite = 3
- $Npd = N^{\circ}$ de purificadoras de diésel = 0

- $N_{pf} = N^{\circ}$ de purificadoras de fuel = 0

4.2.4.6 Equipos auxiliares de casco

Sus horas pueden estimarse con la siguiente fórmula:

$$H_{eac} = 420 + 0,47 \cdot L \cdot (B + D) = 420 + 61,71 \cdot (14,2 + 7,6) = 1052,18 \text{ h}$$

4.2.4.7 Equipos sanitarios

Sus horas pueden estimarse con la siguiente fórmula:

$$\begin{aligned} H_{es} &= k_1 \cdot (280 + Qa) + k_2 \cdot (200 + 3,5 \cdot N) + k_3 \cdot (410 + 3,9 \cdot N) + 400 \cdot k_4 \\ &= 1 \cdot (280 + 1,75) + 1 \cdot (200 + 3,5 \cdot 10) + 0 + 0 = 516,75 \text{ h} \end{aligned}$$

Siendo:

- $k_1 = 1$ al existir generador de agua dulce.
- $k_2 = 1$ al existir grupos hidróforos.
- $k_3 = 0$ al no existir planta de tratamiento de fecales.
- $k_4 = 0$ al no existir incinerador.
- $Qa =$ Capacidad del generador de agua dulce = $1,75 \frac{\text{ton}}{\text{dia}}$
- $N = 10$ tripulantes

4.2.4.8 Varios

Las horas correspondientes al montaje de los ventiladores y elementos de desmontaje de la cámara de máquinas puede estimarse con la siguiente expresión:

$$H_{va} = K_{va} + 0,005 \cdot BHP = 0 + 0,005 \cdot 1739 = 8,69 \text{ h}$$

Siendo:

- $K_{va} = 0$ al no haber elementos de desmontaje

4.2.5 Cargos, pertrechos y respetos

Las horas necesarias para su estiba a bordo pueden estimarse con la fórmula:

$$H_{cpr} = k_1 \cdot BHP^{\frac{2}{3}} + 2 \cdot L + k_2 = 0,8 \cdot 1739^{\frac{2}{3}} + 2 \cdot 61,71 + 0 = 239,07 \text{ h}$$

Siendo:

- $k_1 = 0,8$ para máquinas de 4 tiempos.
- $k_2 = 0$ al no llevar hélice de respeto.

4.2.6 Instalaciones especiales

4.2.6.1 Equipos especiales de servicio de la carga

Tanques de carga especiales

Las horas correspondientes a tanques cilíndricos a presión en buques LNG puede estimarse como:

$$H_{tc} = K_{tc} \cdot Q_t^{0,85} \cdot P_t = 11,5 \cdot 450^{0,85} \cdot 2 = 4139,6 \text{ h}$$

Siendo:

- $K_{tc} = 11,5$
- $Q_t =$ Capacidad de los tanques = 450 m^3
- $P_t =$ Presión de tarado de los tanques = 2 kg/cm^2

4.2.6.2 Equipos para manejo de líquidos

Las horas correspondientes a bombas de descarga, excluidas las de los tanqueros LNG, pueden estimarse con la siguiente fórmula:

$$Hbd = 210 \cdot k1 \cdot k2 \cdot Nb = 210 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 5 = 1050 \text{ h}$$

Siendo:

- $k1 = 1$ para bombas de pozo profundo y sumergidas.
- $k2 = 1$ para bombas de accionamiento eléctrico.
- $Nb = N^{\circ}$ de bombas = 5

Las horas correspondientes al montaje de las bombas de achique y eyectores puede estimarse en base a 210 h/unidad. Como sólo de dispondrá de una unidad de bombeo para el achique, se tendrá este valor en el caso de la barcaza.

4.2.6.3 Equipos de acondicionamiento y limpieza de los espacios de carga

Equipos de ventilación y desgasificación portátiles

En primera instancia, las horas correspondientes a este subconcepto pueden despreciarse.

Máquinas de limpieza fija

Pueden estimarse con la siguiente fórmula:

$$Hlf = 0,15 \cdot L^{0,15} \cdot B = 0,15 \cdot 61,71^{0,15} \cdot 14,2 = 3,95 \text{ h}$$

Máquinas de limpieza portátiles

En primera instancia, las horas correspondientes a este subconcepto pueden despreciarse

Calentador y bomba de limpieza

Pueden estimarse con la siguiente fórmula:

$$Hcb = 50 \cdot k1 \cdot k2 = 50 \cdot 6 \cdot 4 = 1200 \text{ h}$$

Siendo:

- $k1 = N^{\circ}$ de máquinas portátiles de limpieza = 6
- $k2 = 4$

Calentador de carga y sus bombas de circulación

En primera instancia, las horas de montaje pueden estimarse sobre la base de 80 h por bomba de descarga. Al tener 2 unidades, se tendrá 160 h.

4.2.6.4 Tuberías y valvulería de carga

Sus horas pueden estimarse en el 17% de la suma de los costes, en euros, de las bombas de carga y de las bombas y eyectores de agotamiento. Por tanto, para la barcaza a proyectar se tiene el siguiente número de horas:

$$Htv = 0,17 \cdot Hbd = 0,17 \cdot 1050 = 178,5 \text{ h}$$

4.2.6.5 Instalaciones eléctricas especiales, instrumentación y control

Son las correspondientes a las citadas bombas de carga y bombas y eyectores de agotamiento, en buques distintos de los tanqueros LNG, ya que, en estos, está incluida en la partida de la planta de relicuación.

Sus horas pueden estimarse en el 7,5% de la suma de los costes, en euros, de las bombas de carga y de las bombas y eyectores de agotamiento. Por tanto, para la barcaza a proyectar se tiene el siguiente número de horas:

$$Heic = 0,075 \cdot Hbd = 0,075 \cdot 1050 = 78,75 \text{ h}$$

4.2.6.6 Instalaciones y equipos de automatización, telecontrol y alarma

Las horas correspondientes a su montaje ya están incluidas en el coste de los materiales correspondientes.

4.2.6.7 Sistemas de estabilización y auxiliares de maniobra

Sistema de estabilización pasiva

Las horas empeladas en su montaje pueden estimarse de la siguiente manera:

$$Hep = 65 \cdot B = 65 \cdot 14,2 = 923 \text{ h}$$

Sistemas de corrección de escora y asiento

Sus horas pueden estimarse con la siguiente fórmula:

$$Hce = 2 \cdot \left(SWL \cdot \left(\frac{B}{2} + La \right) \right) + 65 \cdot B = 2 \cdot \left(25,69 \cdot \left(\frac{14,2}{2} + 22,6 \right) \right) + 65 \cdot 14,2 = 2449 \text{ h}$$

4.2.6.8 Instalaciones y equipos especiales contra incendios

Instalaciones contra incendios de carácter estructural

Las horas pueden estimarse como:

$$Hci = 1000 + 0,4 \cdot Sh = 1000 + 0,4 \cdot 192,8 = 1077,12 \text{ h}$$

Instalaciones fijas contra incendios en cubierta

Las horas pueden estimarse como:

$$Hfc = 0,39 \cdot L^{1,1} \cdot B = 0,39 \cdot 61,71^{1,1} \cdot 14,2 = 516,02 \text{ h}$$

Instalaciones rociadoras de agua

Las horas pueden estimarse como:

$$Hra = 0,35 \cdot Sh = 0,35 \cdot 192,8 = 67,48 \text{ h}$$

Instalaciones fijas de gas inerte fuera de la cámara de máquinas y bodegas

Las horas pueden estimarse como:

$$Hgi = 0,1 \cdot Qv = 0,1 \cdot 250 = 25 \text{ h}$$

Siendo:

- $Qv = \text{Capacidad de la planta de gas inerte} = 250 \text{ m}^3/\text{h}$

Equipos detectores de incendios en cámara de máquinas

Las horas pueden estimarse como:

$$Hdim = 65 \cdot k1 \cdot (Lm \cdot Dm \cdot B)^{0,25} + 80 \cdot k2 \cdot Nch = 65 \cdot 1 \cdot (8,4 \cdot 3,4 \cdot 14,2)^{0,25} + 80 \cdot 1 \cdot 2 = 451,69 \text{ h}$$

Siendo:

- $k1 = 1$ para cámaras de máquinas desatendidas.
- $k2 = 1$ para detectores de incendios de los alojamientos.
- $Lm = \text{Eslora de la cámara de máquinas} = 8,4 \text{ m}$
- $Dm = \text{Puntal de la cámara de máquinas} = 3,4 \text{ m}$
- $Nch = \text{N}^\circ \text{ de cubiertas de alojamientos} = 2$

4.2.6.9 Instalaciones y equipos especiales de seguridad

Equipos de protección personal

Las horas ya están incluidas en el coste de los equipos.

Planta de gas inerte

Las horas pueden estimarse como:

$$H_{gi} = K_{gi} \cdot Q_{gi} = 1,1 \cdot 250 = 275 \text{ h}$$

Siendo:

- $K_{gi} = 1,1$ para plantas con quemador propio.
- $Q_{gi} = 250 \text{ m}^3/\text{h}$

Puertas de mamparos estancos

Las horas pueden estimarse como:

$$H_{pe} = 250 \cdot N_{pe} = 250 \cdot 10 = 2500 \text{ h}$$

Siendo:

- $N_{pe} = N^{\circ}$ puertas estancas = 10

4.2.7 Coste global de la mano de obra

Una vez estimados el número de horas de trabajo necesario para el montaje e instalación de las diferentes partidas en las que se puede subdividir el conjunto de los equipos y materiales de construcción del buque y teniendo presente el coste medio de 30 €/h seleccionado previamente, se puede obtener el cálculo global del coste de la mano de obra simplemente a partir del producto de este ratio por la suma de los diferentes subdivisiones de las horas de trabajo.

En la tabla siguiente se muestran las horas de trabajo correspondientes a cada una de estas partidas, así como el coste global de las mismas:

Partida	Valor	Unidades
Casco	46685.33	h
Equipo, armamento e instalaciones	21067.71	h
Maquinaria auxiliar de cubierta	635.51	h
Maquinaria cámara de máquinas	4572.66	h
Cargos, pertrechos y respetos	239.07	h
Instalaciones especiales	15305.10	h
TOTAL:	88505.39	h
Coste unitario mano de obra	30	€/h
TOTAL:	2655161.81	€

De esta forma, el coste global de la mano de obra para la construcción de la barcaza a proyectar, en primera instancia, se puede estimar en la siguiente cifra:

$$CMO = 30 \frac{\text{€}}{\text{h}} \cdot \sum CMO = 30 \frac{\text{€}}{\text{h}} \cdot 88.505,39 \text{ h} = 2.655.161,81 \text{ €}$$

4.3 Coste total de la construcción

4.3.1 Gastos de construcción

El coste de construcción total será la suma de los costes de equipos, materiales y gastos directos más el coste de la mano de obra necesaria para su montaje:

Coste equipos y materiales	10325650.59	€	
Coste mano de obra	2655161.81	€	
Coste de construcción	12980812.40	€	

4.3.2 Gastos varios

A este valor, habrá que añadirle los gastos propios del astillero, entre los que estarán incluidos los siguientes:

- Gastos de ingeniería. Ensayos de canal, proyectos contratados a empresas externas, etc.
- Clasificación, reglamentos y certificados. Sociedad de clasificación (en este caso DNV GL), inspección de buques, Colegio Oficial de Ingenieros Navales, entidades reguladoras varias, etc.
- Pruebas y garantía. Botadura, práctico y remolcadores, varada, pruebas, ensayos, garantía, etc.
- Armador y entrega.
- Servicios auxiliares durante la construcción. Andamiaje, instalación de fuerza, alumbrado, limpieza, etc.
- Seguro de construcción.

El valor de esta partida puede aproximarse al 3% del coste total de construcción del buque:

$$\text{Gastos varios} = 0,03 \cdot \text{Coste construcción} = 0,03 \cdot 12.980.812,40 = 389.424,37 \text{ €}$$

4.3.3 Coste de construcción total

Por tanto, el coste de construcción final para el astillero encargado del proyecto de la barcaza será el siguiente:

Coste equipos y materiales	10325650.59	€
Coste mano de obra	2655161.81	€
Coste de construcción	12980812.40	€
Gastos varios astillero (3%)	389424.37	€
Coste de construcción total	13370236.77	

4.4 Beneficio del astillero

El valor del beneficio industrial, expresado como porcentaje del coste total del buque, varía dependiendo de la coyuntura de mercado, que está sometido a ciclos muy acusados. En el libro del profesor Fernando Junco, empleado para el desglose y estimación de los costes de construcción, se especifica que en tiempos de demanda fuerte puede superar el 20%, mientras que en épocas de depresión puede llegar a ser negativo.

En la actualidad, el beneficio industrial neto para la construcción naval suele fijarse en el 8% del coste total de construcción del buque en cuestión.

Por tanto, en el caso de la barcaza a proyectar, el beneficio industrial del astillero será el siguiente:

$$\textit{Beneficio industrial} = 0,08 \cdot 13.370.236,77 = 1.069.618,94 \text{ €}$$

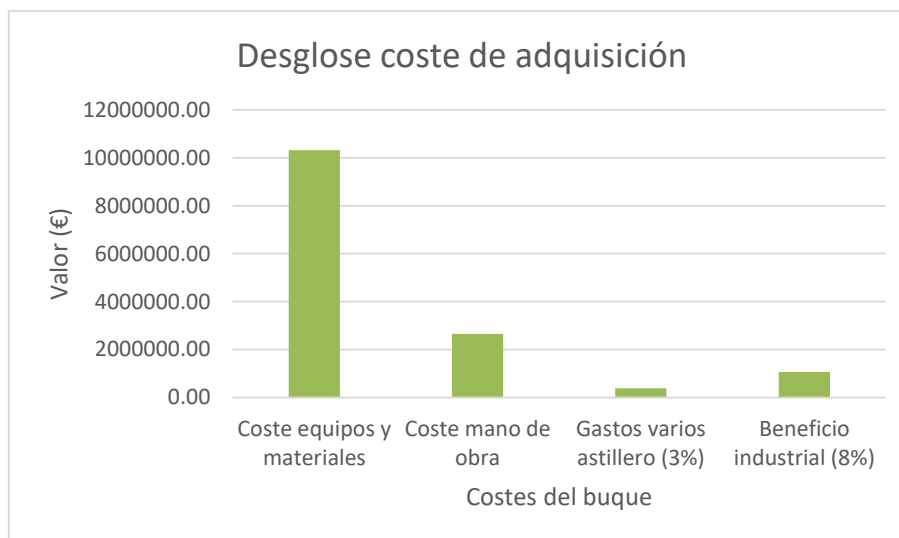
5 COSTE DE ADQUISICIÓN

Por tanto, el coste de adquisición del buque para el armador será la suma del coste de construcción total del buque, más el margen de beneficio que aplicará el astillero al mismo.

De esta manera, el coste de adquisición de la barcaza a proyectar será el siguiente:

Coste equipos y materiales	10325650.59	€
Coste mano de obra	2655161.81	€
Coste de construcción	12980812.40	€
Gastos varios astillero (3%)	389424.37	€
Coste de construcción total	13370236.77	€
Beneficio industrial	1069618.94	€
Coste de adquisición	14439855.71	€

Este desglose de costes se puede observar de manera comparada en la siguiente gráfica:



Para evaluar la fiabilidad de la estimación de costes elaborada en este proyecto habrá que compararlo con los precios de compra de buques similares. De acuerdo con el periódico local "El Faro de Vigo", el coste de construcción del buque de referencia Samuel LNG está fijado en unos 9 millones de euros. Debido a las menores dimensiones de la barcaza empleada como buque base (53 m de eslora frente a los 61,7 de la embarcación a proyectar) y al hecho de trabajar con fórmulas estimativas en vez de con precios y costes reales, así como la asunción de que a este valor todavía hay que aplicarle el beneficio industrial, se considera aceptable la desviación del coste estimado en este proyecto, por lo que se asumirá que el coste de adquisición de la embarcación a proyectar será de 14.439.855,71 €.

6 EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL PROYECTO

En este capítulo se realizará el análisis de la viabilidad económica del buque proyecto. Para ello será necesario calcular una serie de parámetros que mostrarán la rentabilidad que la barcaza reportará al armador, tales como la tasa interna de retorno, el valor actual neto o el período de recuperación.

El estudio de viabilidad económica se realizará para 2 premisas distintas:

- Sin financiación. El armador aporta la totalidad del coste de adquisición al astillero.
- Con financiación. El armador pide un préstamo a una entidad de crédito privada.

6.1 Escenario

En este apartado se realizará una breve introducción a la particular situación del buque a proyectar, comenzando por la explicación del nicho de mercado al que estará destinado (bunkering ship to ship). Un análisis completo de esta situación ya se realizó en el Cuaderno 1 del presente proyecto, por lo que se realizará en este cuaderno será un breve resumen de éste. Una vez realizada esta introducción al mercado del bunkering marítimo, se realizará lo análogo con el tipo de contrato de flete que se seleccionará para este proyecto.

6.1.1 Bunkering en el transporte marítimo actual

En la terminología naval, se conoce como bunkering el suministro de combustible a buque, tanto desde instalaciones portuarias o camiones cisterna en tierra como desde buques o barcazas cisterna, como es el caso de la embarcación a proyectar. El término proviene del empleo de carbón como combustible en las calderas de los primeros buques propulsados por máquinas de vapor. Este carbón estaba almacenado en a bordo en depósitos especialmente destinados para ello en los laterales de la sala de calderas, conocidos en español como carboneras y en inglés como “coal bunkers”. Pese al cambio a comienzos del siglo XX del carbón a combustibles derivados del petróleo, el término se mantuvo para denominar el suministro de combustible naval.

Por razones de economicidad y disponibilidad, los derivados del petróleo, fundamentalmente el fueloil pesado, se consolidaron como el combustible predominante de la industria naval desde la década de 1920 hasta la actualidad. Pero, en las últimas décadas se ha experimentado un aumento en la preocupación por los efectos negativos de la actividad humana sobre el clima terrestre. Esto ha puesto la quema de combustibles fósiles en el objetivo de todas las críticas.

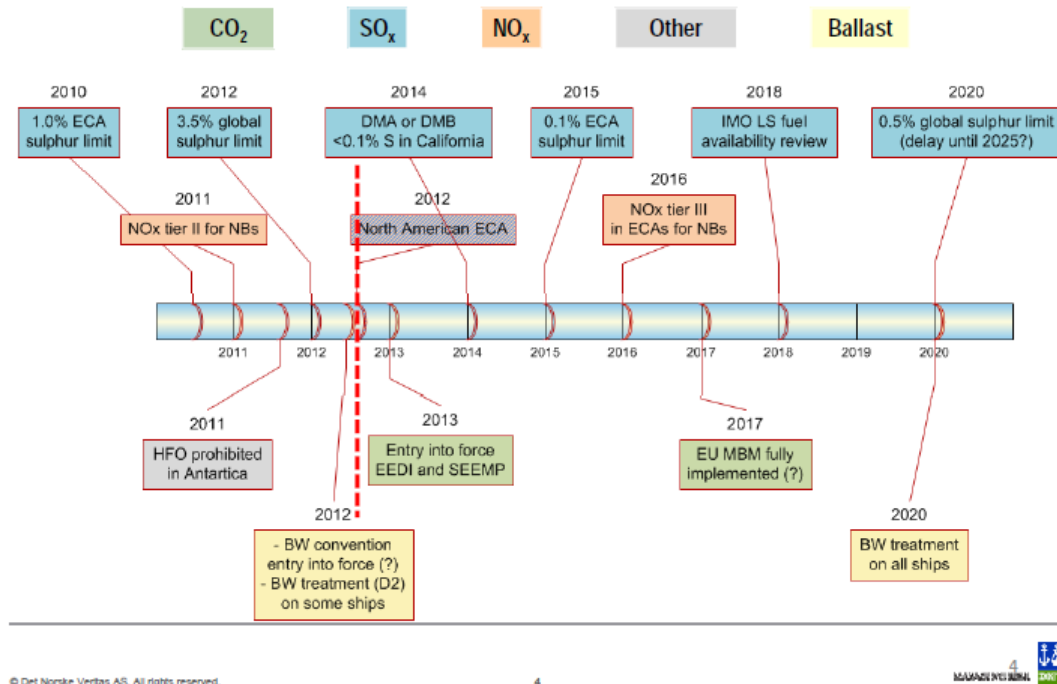
Especial importancia ha cobrado la problemática de la emisión de los denominados gases de efecto invernadero (principalmente CO₂), hecho que se corrobora en la firma del Acuerdo de París en 2015, mediante el cual la inmensa mayoría de los estados mundiales establecieron una ambiciosa agenda ecológica en consonancia con la Agenda 2030 para el desarrollo sostenible de las Naciones Unidas, que afecta de forma global a todos los sectores industriales. Inicialmente estas exigencias se habían centrado mayormente en los focos de polución terrestre (siderúrgica, térmica, automóvil,...), pero cada vez más la mirada se sitúa en los efectos de la quema de combustibles fósiles en el tráfico marítimo. Por este motivo, el órgano especializado de las Naciones Unidas en el ámbito marino no ha dudado en poner en marcha una estrategia que obligará a los buques a reducir en conjunto un 50% las emisiones de gases de efecto invernadero para el año 2050.

Siguiendo esta estrategia, en el Anexo VI del Convenio MARPOL, adoptado en 1997, y una vez tenidas en cuenta sus numerosas enmiendas, se restringen los principales contaminantes atmosféricos contenidos en los gases de escape de los buques, en particular los óxidos de azufre (SO_x) y los óxidos de nitrógeno (NO_x). Se establecen límites de emisiones de SO_x y NO_x globales, así como zonas de control de emisiones, conocidas como zonas ECA, compuestas en la actualidad por el Mar Báltico, el Mar del Norte, el Canal de la Mancha y la mayor parte de las costas estadounidenses y canadienses (aunque se plantea su ampliación

a otras áreas como el Mar Mediterráneo o la Costa Noruega), donde las emisiones SO_x están limitadas al 0.1% (hasta enero de 2015 era el 1%). Fuera de estas zonas especiales, las restricciones globales se sitúan en la actualidad en el 3.5% para el SO_x (0.5 a partir de enero de 2020). En cuanto a emisiones de NO_x, hasta la fecha, únicamente existen restricciones en la zona ECA de las costas de EEUU y Canadá, pero todo parece indicar que esto será por poco tiempo.

Por su parte, la UE ha ido más allá que la OMI, adelantando al año 2020 la aplicación de los límites más estrictos del Convenio MARPOL sobre las aguas de su zona económica exclusiva, mediante la firma de la Directiva 2012/33/EU.

Todas estas restricciones y objetivos medioambientales, así como el calendario de implantación de los mismos, se muestran en el gráfico siguiente, aportado por el DNV GL:



La consecuencia más directa e importante que se puede inferir de la nueva regulación MARPOL es que los buques deberán cambiar definitivamente su combustible actual más habitual, el fueloil, por gasóleo con un contenido máximo en azufre de 0.5% o bien buscar otras tecnologías alternativas, con las que conseguir como mínimo esta reducción y que sean económicamente viables.

Dentro del grupo de tecnologías alternativas podemos identificar 2 alternativas:

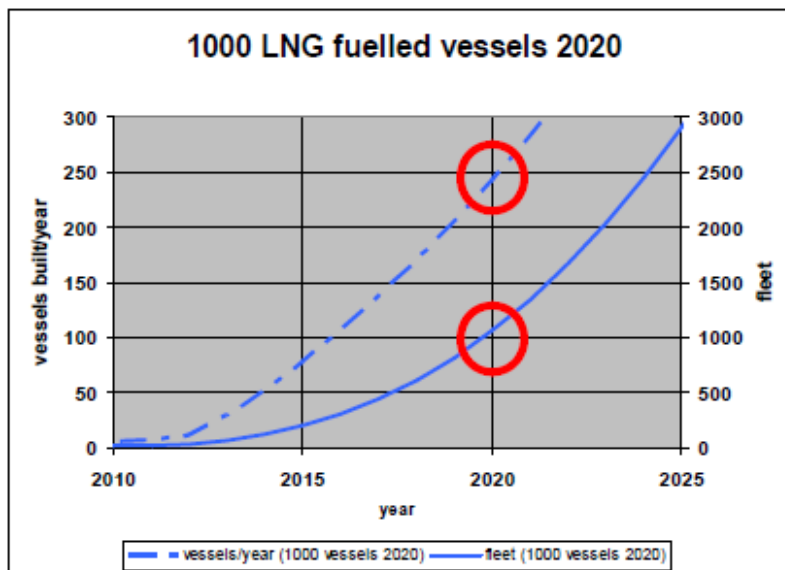
- Combinar el mantenimiento en el uso de fueloil con la instalación de sistemas de limpieza de los gases de escape. Estos sistemas son conocidos como *scrubbers* y limpian los gases antes de que emitirlos a la atmosfera. La OMI ha reconocido este método como un medio alternativo para cumplir con el requisito de límite de azufre.
- Uso de combustibles alternativos, de bajo o nulo contenido en azufre. Dentro de este grupo se podrían incluir la propulsión eléctrica, los biocombustibles, el gas natural licuado o la pila de hidrógeno

De acuerdo con IBIA (*International Bunker Industry Association*) para los grandes buques que ya cuenten con varios años de explotación y cuya maquinaria ha sido diseñada para el consumo de fueloil pesado (HFO), la instalación de *scrubbers* será la forma más eficiente de cumplir con las nuevas normas de la IMO, en detrimento de soluciones como la transformación de la planta propulsora para la quema de combustibles alternativos.

No obstante, otro caso es el de los buques de nueva construcción, en los que, habiendo la posibilidad de dotarlos de sistemas de propulsión que proporcionen de forma continuada y duradera energía limpia, la instalación de sistemas paliativos resulta innecesaria.

El gas natural licuado (GNL) es una alternativa cada vez más valorada por los armadores para cumplir con los nuevos requisitos MARPOL. Se trata de una tecnología implantada de manera segura ya desde un considerable periodo de tiempo, tal y como demuestran los 143 actualmente en operación, cifra a la que habría que sumar los 270 pedidos en cartera o en construcción. A esta cantidad hay que sumar los más de 200 buques metaneros existentes, que ya queman este combustible en su propulsión y que están regidos por un convenio específico de la IMO (IGC), que se espera que lleguen a 600 en el año 2030.

Este crecimiento exponencial de los buques propulsados por gas natural se muestra en el siguiente gráfico:

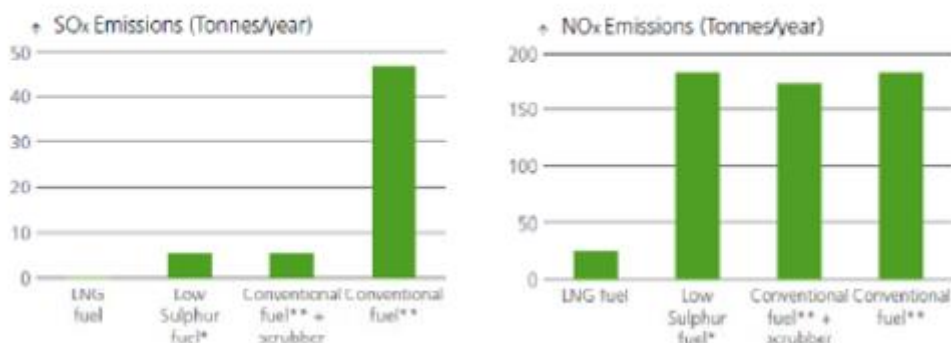


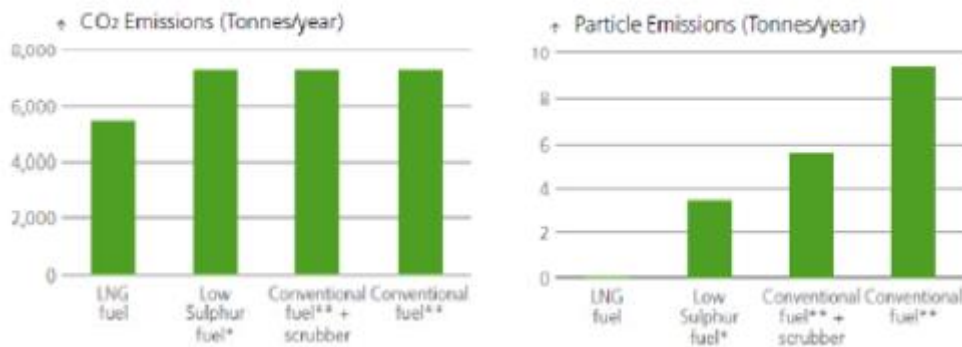
En el plano medioambiental cabe destacar las siguientes diferencias del GNL respecto del fueloil marino, que lo convierten en una gran opción a corto plazo:

- No genera emisiones de óxido de azufre (SOx) ni de partículas (PM).
- Reduce un 20% las de CO2.
- Emite un 90% menos de óxido de nitrógeno (NOx).

La comparativa de estas propiedades medioambientales frente a las otras alternativas del combustible marino se muestra en los siguientes gráficos de barras:

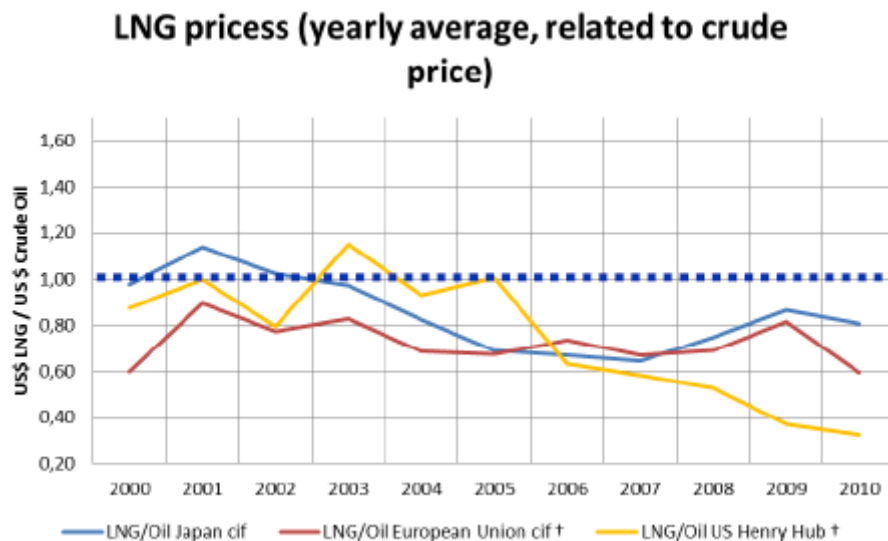
Environmental emissions for alternative concepts for a typical baltic sea cargo ship





Por último, cabe destacar como última ventaja del gas natural licuado frente al resto de combustibles marinos alternativos el precio del mismo, que se mantiene menor que el del fueloil pesado y el diésel marino que se pretenden sustituir. Esta ventaja económica permite rentabilizar la inversión en toda la maquinaria principal y auxiliar que permite emplear el LNG como combustible de una manera óptima y segura.

En el siguiente gráfico, aportado por el DNV GL, muestra la evolución comparada de los precios del gas natural licuado y el fueloil en Japón, Europa y los Estados Unidos:



Para una mayor eficiencia, parece haber un acuerdo generalizado en que el futuro del mercado marino de suministro del gas pasa por que las terminales dispongan de buques propios que permitan el aprovisionamiento buque-buque (*bunkering ship to ship-STS*), bien en las cercanías de la terminal o bien a mayor distancia. Esto es debido al hecho de que, aunque sería lo deseable, no siempre coincide que las instalaciones industriales estén situadas en las proximidades de un puerto o ruta marítima concurridos. Asimismo, aunque está prevista la necesaria ampliación de los muelles de las mismas, por ahora en la mayoría de los casos es sólo un proyecto a medio-largo plazo. Todos esto provocaría desvíos y tiempos de espera que supondrían retrasos en la entrega de la carga y por lo tanto un aumento de los costes operativos para el armador.

Por último, debido a que el paso de los combustibles fósiles a las alternativas menos contaminantes es un objetivo a medio-largo plazo se ha decidido que la barcaza a proyectar no se dedique en exclusiva al abastecimiento de GNL, sino que también poseerá capacidad de bunkering de combustibles tradicionales, como pueden ser el fueloil o el diésel marino. De esta manera, el posible rango de clientes que requieran los servicios de la barcaza aumentará notablemente, ya que todo buque mercante podrá ser incluido dentro de este grupo.

6.1.2 Suministro eléctrico a flote. Cold Ironing.

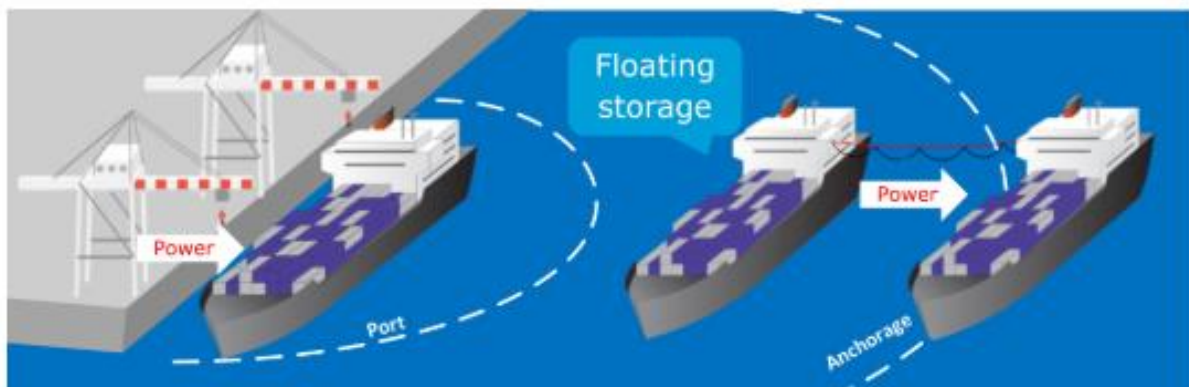
Tradicionalmente, la gran mayoría de los buques mercantes operan con sus diésel alternadores en marcha cuando están atracados en puerto, al ser éstos su único medio para mantener vivos los servicios de electricidad y refrigeración necesarios a bordo. Ello provoca la emisión de diversos tipos de contaminantes atmosféricos (CO₂, NO_x, SO_x o PPM), además de generar una fuerte contaminación acústica, que se vuelve de gran importancia en la medida que gran parte de los puertos están todavía situados en el centro de las ciudades costeras. En cambio, esto no ocurre en los barcos de recreo, pues estos disponen en los pantalanes de una conexión a la red eléctrica terrestre.

La solución propuesta por la OMI pasa por lo que comúnmente se denomina con la expresión “Cold Ironing”, consistente en suministrar energía eléctrica desde la red eléctrica en tierra a un buque amarrado en el muelle, mientras todos sus motores (principales y auxiliares) están apagados.

El principal obstáculo a esta medida está en la elevada potencia requerida por este tipo de embarcaciones, notablemente mayor que la suministrada por la red, lo que conlleva a una necesaria inversión en las adaptaciones necesarias en el buque, así como en la conexión a la red portuaria. Por otro lado, el uso de los motores auxiliares permite al armador ahorrarse el pago por el consumo eléctrico durante la estancia en puerto.

En un periodo transitorio para las autoridades portuarias, se consolida como solución a corto plazo el uso de unidades flotantes con capacidad de abarloadarse a los buques durante su estancia en puerto y de suministrarles la potencia eléctrica necesaria, previamente generada en ellas por medios que cumplan con las nuevas normativas medioambientales.

La forma en la que funcionaría este suministro eléctrico a flote se muestra en la figura siguiente:



6.1.3 Proceso de comercialización

En este apartado se realizará una breve introducción al funcionamiento económico del transporte marítimo, primero a nivel general y después específicamente en el mercado del búnker. Para ello se empleará, además de la información académica citada en el anterior párrafo, lo expuesto en la ley de Navegación Marítima 14/2014, que entró en vigor en España el 25 de septiembre de 2014. Esta normativa aporta las siguientes definiciones para los participantes dentro de la contratación de los servicios de la barcaza:

6.1.3.1 Armador

Es la persona física o jurídica que, siendo o no propietario, tiene la posesión del buque, directamente o a través de sus dependientes, y lo dedica a la navegación en su propio nombre y bajo su responsabilidad.

6.1.3.2 Naviero

Es la persona física o jurídica que, empleando buques mercantes propios o ajenos, se dedique a la explotación de los mismos, aun cuando ello no constituya su actividad principal, bajo cualquier modalidad admitida por los usos internacionales.

6.1.3.3 Fletador

Es quien, a través del pago de un flete (“freight” en inglés), contrata toda o parte de la cabida de un buque para el transporte de mercancías por mar.

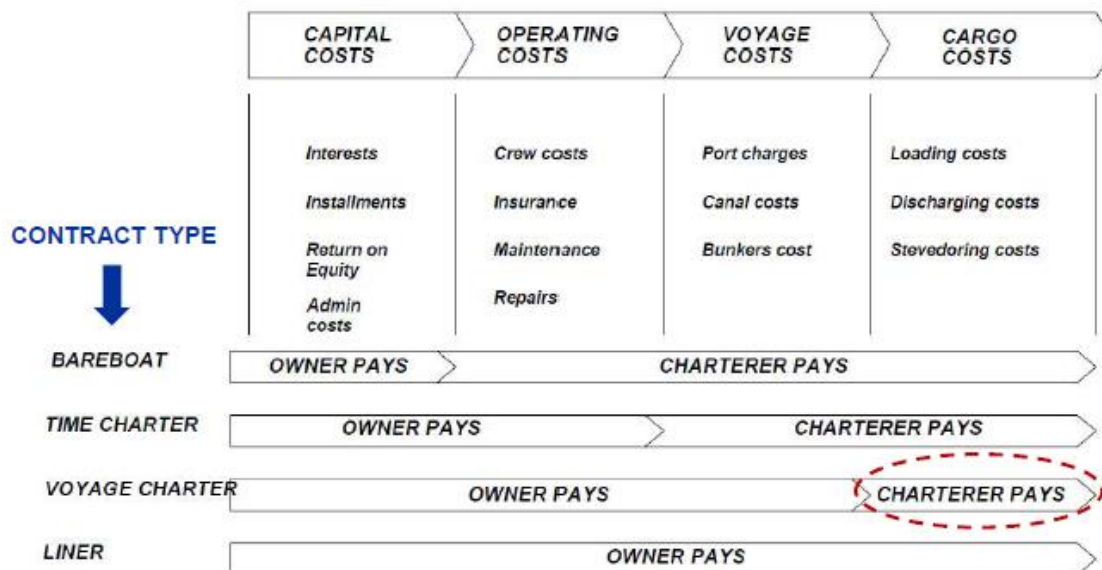
El fletamento podrá ser por viaje (“voyage charter”), por tiempo (“time charter”) o a casco desnudo (“bare boat charter”), formalizándose a través del pago de un póliza (“charter party”).

En los contratos de flete a casco desnudo el arrendador se compromete bajo un alquiler a proveer una embarcación en buen estado de navegación por un tiempo definido a la disposición del fletador para su explotación marítima. Se puede decir que está apto para navegar con todos los servicios a bordo para hacerse a la mar con seguridad, pero la tripulación que lo manejaría no estará incluida.

En los contratos de flete por tiempo el armador se comprometerá a situar el buque y su tripulación a disposición del fletador por un tiempo determinado para ser empleado para el transporte de mercancía y durante el cual se utilizará para la explotación del buque por su cuenta.

En los contratos de flete por viaje el fletamento del buque es empleado para uno o diversos viajes consecutivos, entre puertos y fechas específicas.

En la siguiente figura se muestra una comparativa de los gastos para el propietario y el arrendador del buque en los 3 regímenes de fletamento, obtenida a partir de los apuntes de la asignatura de “Maritime Transportation” del Instituto Técnico Superior de Lisboa [2]:



6.1.3.4 Consignatario

Se entiende bajo este término a la persona física o jurídica que por cuenta del armador o del naviero se ocupa de las gestiones materiales y jurídicas necesarias para el despacho y demás atenciones al buque en puerto.

Se ocupará de las siguientes actividades:

- a) Con anterioridad a la llegada del buque.
 - Gestión de todos los trámites ante Aduanas, Sanidad, etc.
- b) A la llegada del buque.

- Provisión de fondos al capitán del buque.
 - Asistencia al mismo ante los distintos organismos.
 - Descarga y almacenaje de la mercancía.
- c) Al hacerse el buque a la mar.
- Representación del naviero en cuantas reclamaciones se deriven de la expedición marítima, actuando en defensa de los intereses del mismo.

6.1.3.5 Operador logístico

Es el responsable de la entrega del producto. Puede tratarse del armador o del operador de la embarcación.

6.1.3.6 Intermediarios

Bróker

Intermediario autorizado a comprar el búnker en nombre del dueño o fletador del buque y por cuenta de éste. No entra en posesión de los bienes, normalmente son representantes temporales y se les paga una comisión por sus servicios.

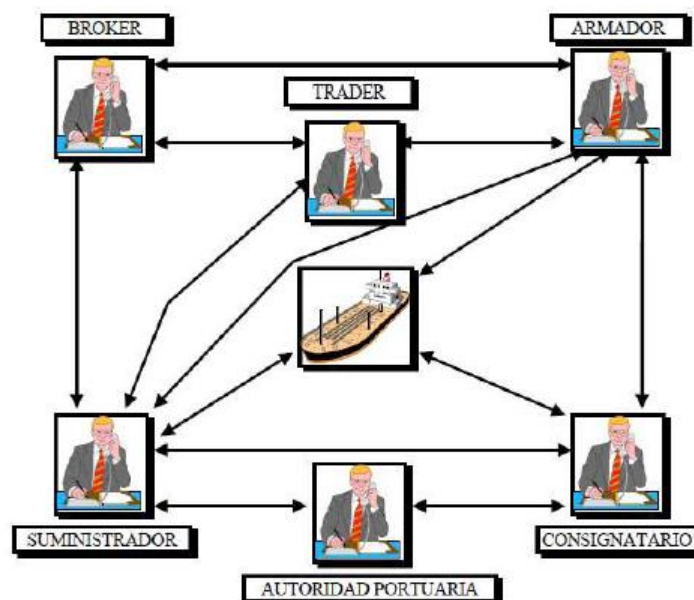
Trader

Compra en firme un suministro para un buque y posteriormente lo revende a un cliente armador/fletador. A diferencia del bróker, éste sí que tiene la responsabilidad en el pago y es responsable de éste ante el suministrador.

Al armador/fletador emplea estas 2 figuras anteriores por los siguientes motivos:

- Equipo experimentado en el mercado de los búnkers.
- Contactos con suministradores a nivel mundial.
- Seguimiento continuo del mercado.
- Delegación de la función y negociación de compra.
- Mediador en disputas y reclamaciones.

La interconexión de todas estas figuras dentro de la industria del búnker se trata de mostrar de manera más sencilla y esquemática en la siguiente figura:



El proceso habitual en la compra del búnker, como en la mayoría de los procesos de compra se puede dividir en la siguiente secuencia de pasos:

- Petición de cotización con cantidades requeridas.

- Recepción de ofertas.
- Negociación.
- Cierre del contrato.

En la petición de combustible, el armador o el fletador deberán aportar los siguientes datos:

- Nombre del buque (nº IMO).
- Puerto (Atraque o fondeo).
- Fecha.
- Medio de suministro (gabarra, tubería desde terminal o camión cisterna).
- Tipo de combustible (HFO, MDO, LSFO, LNG,...).
- Especificaciones del producto (normativa ISO).
- Cantidad deseada (en peso o en volumen).
- Restricciones de la operación. Actividades concurrentes o no. Ej. Un petrolero no puede aprovisionarse de combustible mientras esté cargando o descargando combustible.
- Restricciones del buque.
- Datos del comprador. Cuenta del armador, fletador, trader o bróker.
- Otros requerimientos técnicos. Ratio de bombeo, francobordo, etc.

En la oferta, el suministrador deberá aportar los siguientes datos:

- Precio del combustible.
- Unidades.
- Medio de entrega.
- Costes de entrega.
- Extra coste horario.
- Costes de cancelación.
- Términos de pago. Financiación.
- Validez.
- Comisiones.

Previa negociación, se acepta el cierre del combustible y se emite una confirmación que hace las veces de contrato entre las partes y que normalmente tiene detrás un extenso conjunto de condiciones generales del suministrador (Anexo GTC's).

Para la contratación de los servicios de suministro eléctrico cold ironing, se supondrá que el proceso de comercialización será muy semejante al del suministro de combustible descrito en los párrafos superiores.

6.1.4 Supuestos económicos para el proyecto

Como ya se ha dicho, las operaciones a realizar por la barcaza a proyectar se pueden concretar en 2 actividades diferentes: el suministro de combustible (bunkering) y el suministro eléctrico (cold ironing).

El tiempo máximo de operatividad de la embarcación será la suma del tiempo dedicado a las operaciones antes descritas (bunkering y cold ironing) y del tiempo dedicado al desplazamiento hasta el punto donde el buque cliente esté fondeado. Como se ha podido observar en el cuaderno 11 del presente proyecto, se ha estimado que el tiempo máximo de navegación será de 1 día, es decir, 24 horas, el de bunkering de 6 horas y el de cold ironing otras 24 h. Por lo tanto, cada uno de los desplazamientos de la barcaza será de 2 días y 6 horas.

Si se asume que entre operaciones deberá disponerse como mínimo de 1 día para revisión de los equipos y servicios de la barcaza y para el relleno de sus tanques de combustible, se llega a la conclusión de que la embarcación a proyectar podría ejercer al año unas 117

operaciones como las antes descritas al año. Para ser conservadores, se ha decidido tener presente sólo la mitad de estos viajes, es decir unas 58 operaciones al año.

En cada viaje a plena carga la barcaza transporta las siguientes capacidades de combustible con fines de bunkering:

- *HFO* \cong 1360 m³
- *LSFO* \cong 414 m³
- *MDO* \cong 1360 m³
- *LNG* \cong 100 m³ (una vez descontados los 350 m³ necesarios para la generación de energía eléctrica cold ironing)

6.2 Amortización

El estudio de viabilidad económica se realizará teniendo presente que el armador explotará la barcaza un total de 20 años, con una ocupación en el sector creciente. Debido a que se trata de un proyecto en desarrollo y de innovación, se supondrá una baja ocupación en los primeros años (aunque la capacidad de bunkering de combustibles fósiles podría permitir que esto no fuese así), pasando del 50% hasta el 90% en sus últimos años de actividad. Lo mismo se considerará del suministro eléctrico a flote.

Años de operación	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ocupación	50%	55%	64%	72%	77%	84%	90%	90%	90%	90%
Años de operación	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Ocupación	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%

Las amortizaciones serán de tipo lineal y reflejarán la pérdida de valor del buque a medida que pasa el tiempo. Para realizar el ciclo se considerará que el buque tiene en la finalidad de su ciclo de vida un 8% del valor total del mismo. De esta forma, se asume que la barcaza irá perdiendo un 4,6% de su valor de forma anual, teniendo presente un total de 20 años.

Tomando como coste de adquisición el valor de 14.439.855,71 €, la amortización del buque proyecto quedará como sigue:

$$\text{Amortización} = \frac{(1 - 0,08) \cdot 14.439.855,71}{20} = 57.759,42 \frac{\text{€}}{\text{año}}$$

Por tanto, la barcaza tendrá una cuota anual de amortización de 57.759,42 €.

6.3 Flete

La determinación del valor exacto del flete, es decir de los ingresos que va a recibir el armador por el uso de su propiedad por parte del fletador, en el caso de las embarcaciones bunkering multiproducto como la del presente proyecto debido a la variedad de su carga y al hecho de que no realice una ruta entre puertos diferentes, sino que generalmente actúa desde un puerto base, que posea la infraestructura necesaria para su reabastecimiento (en este caso una terminal de regasificación o similares).

Se ha decidido seguir el proceso siguiente: en primer lugar se buscarán los fletes para barcazas de productos derivados del petróleo (fueloil, diésel, gasoil,...) en puertos europeos. Este dato se comparará con los ingresos que generaría al fletador de la barcaza la venta de la carga que transporta.

Para la obtención del valor del flete de la barcaza se ha decidido emplear los datos aportados por la reconocida firma S&P Global Platts en su publicación mensual EuropeanMarketScan, concretamente la correspondiente a Agosto de 2018 [3]:

EUROPEAN CLEAN PRODUCT BARGE FREIGHT RATES

ARA (\$/mt) (PGT page 1918)		
Rotterdam — Rotterdam	TCAE100	4.05
Rotterdam — Flushing	TCAE300	5.80
Rotterdam — Ghent	TCAEK00	6.10
Rotterdam — Antwerp	TCAEL00	5.20
Germany (\$/mt) (PGT page 1918)		
Rotterdam — Duisburg	TCAEM00	16.80
Rotterdam — Cologne	TCAEN00	24.35
Rotterdam — Karlsruhe	TCAEO00	50.45
Antwerp — Duisburg	TCAEP00	17.40
Switzerland (\$/mt) (PGT page 1918)		
Rotterdam — Basel	TCAEQ00	65.50

Como puede observarse, los datos aportados son para puertos del Norte de Europa. En los puertos de la Península Ibérica dónde a priori operaría la barcaza proyecto los precios del búnker suele ser menor, por lo que los fletes de las embarcaciones destinadas a su transporte también deberían bajar. No obstante, también se debe tener presente que el buque proyecto es mucho más complejo que una simple barcaza de productos. Teniendo en consideración todas estas dificultades, se ha decidido seleccionar un valor medio de los fletes aportados por Platts. Éste es el correspondiente a Rotterdam-Cologne:

$$\text{Flete bunkering HFO} - \text{MDO} = 24,35 \frac{\text{USD}}{\text{ton}}$$

Teniendo en cuenta que la barcaza a proyectar presenta un peso muerto de 3133 TPM y un cambio de divisa de 1 USD=0,88 €, el importe del ingreso que recibiría por cada viaje el armador sería de:

$$\text{Ingresos brutos armador} = 3133 \text{ ton} \cdot 24,35 \frac{\text{USD}}{\text{ton}} \cdot \frac{0,88 \text{ €}}{1 \text{ USD}} = 67.133,92 \frac{\text{€}}{\text{viaje}}$$

$$\text{Ingresos brutos armador} = 11.166,01 \frac{\text{€}}{\text{viaje}} \cdot 58 \frac{\text{viajes}}{\text{año}} = 3.893.767,59 \frac{\text{€}}{\text{año}}$$

Por razones de comodidad, para la determinación del flete a recibir por el armador se ha decidido no incluir en el flete la variación debida al transporte de un pequeño volumen de gas natural licuado y a las operaciones de cold ironing, ya que, debido a la relativa novedad de estas actividades, resultó tremendamente complejo encontrar información económica al respecto. En el caso de realización de una continuación del presente proyecto habría que tener esta actividad en consideración, lo que previsiblemente subiría el importe del flete y por tanto los ingresos del armador.

En definitiva, para el presente proyecto se ha considerado una tasa de flete de 21,43 €/ton.

Para el análisis matemático de la viabilidad del proyecto se emplearán los modelos y se consultarán las directrices en los apuntes de la asignatura de primer curso "Organización y Gestión de Empresas" [4].

6.4 Gastos operativos del buque

6.4.1 Valor Actual del Buque (VAB)

El valor actual del buque será el coste del buque en el año 2 de su vida útil. Se actualizará con el IPRI en los años posteriores.

6.4.2 Valor Contable del Buque (VCB)

El valor contable del buque será igual al coste total del buque menos las respectivas amortizaciones anuales.

6.4.3 Costes fijos de operación (OPEX)

Los costes fijos de operación son aquellos que presentará el buque independientemente de su operación, son necesarios para que esté operativo. Estos costes tienen como partidas principales los de mantenimiento, los salarios de la tripulación y los gastos relacionados con el seguro del buque.

6.4.3.1 Mantenimiento del buque

Se considera que los gastos del mantenimiento de la barcaza se considera que es un porcentaje del valor actual del buque. Se considerará un 0,33% del VAB, aumentando a los 4 años al 1,7% debido a la entrada en dique obligatoria del buque. Esta entrada se repetirá con la misma frecuencia a lo largo de la vida útil de la barcaza.

6.4.3.2 Tripulación

La tripulación de la barcaza estará formada por 10 personas, tal y como se indica en las RPA del proyecto. La distribución de los tripulantes se ha concretado ya en el cuaderno 7 y será la siguiente:

- Capitán.
- Jefe de máquinas.
- Oficial de carga y descarga.
- Oficial de máquinas.
- Contramaestre.
- Cocinero.
- 2 marineros de cubierta.
- 2 bomberos.

Para la estimación de los sueldos de esta según el puesto de cada tripulante, se empleará la siguiente tabla (se debe tener presente que estos salarios se actualizarían con el IPC y que se deberá aplicar un índice de rotación de 1,55):

Miembro	nº	Sueldo unit. (€/año)	Sueldo total (€/año)
Capitán	1	75000	75000
Jefe de máquinas	1	45000	45000
Oficiales	2	30000	60000
Contramaestre	1	22000	22000
Cocinero	1	17000	17000
Marineros	2	17000	34000
Bomberos	2	17000	34000
TOTAL	10		287000

6.4.3.3 Seguro del buque

Los buques mercantes se aseguran sobre el 80% de su valor contable. La sociedad aseguradora tendrá un margen del 0,02%.

El coeficiente de la prima por otros riesgos será proporcional a la edad de la barcaza y al historial del armador. La tasa pura del seguro también será proporcional a la edad de la embarcación.

Las tasas relacionadas con el seguro se actualizan con el Índice de Precios Industriales (IPRI).

6.4.4 Costes variables directos

En las partidas de los costes variables directos se considerarán los costes de combustible y los costes de escala (puerto y atraque).

6.4.4.1 Combustible

Para los costes de combustible, se ha considerado que será exclusivamente de gas natural, ya que la cantidad de diésel requerida por la llama piloto de los grupos generadores será mínima. El precio medio del gas natural en España en el año 2015 era de 6,45 €/MMBTU. Considerando que cada tonelada de gas natural presenta unas 52 MMBTU, el coste únicamente sería de 0,34 € por litro de gas consumido. Será necesario realizar un estudio de precio variable del gas natural, tal y como se realizó con el IPRI. Extraído de la página tradingeconomics.com, se ha confeccionado una estimación de la sucesión de incrementos y decrementos del precio del gas natural para 20 años, en base a datos desde 2006 hasta 2016.

En los cuadernos 6 y 10 se estimó la cantidad de combustible necesaria para cada viaje de la barcaza en unos 350 m³, teniendo presente no sólo el gas natural necesario para el mantenimiento del suministro eléctrico necesario para la navegación de la barcaza y para las operaciones de bunkering, sino también el requerido para generar la electricidad a suministrar a otros buques en las operaciones de cold ironing.

6.4.4.2 Tarifas portuarias

Las tasas portuarias responden al objetivo de coordinación del sistema de transporte de interés general y al principio de autosuficiencia del sistema portuario.

En términos generales, las tasas portuarias más importantes son las siguientes:

- Tasa de mercancía. Su importe varía en función de la capacidad del buque y del tipo de mercancía que transportará.
- Tasa del buque. Su importe varía en función del arqueo bruto (GT) del buque y del tiempo que pasará amarrado en el puerto.

El arqueo bruto de la barcaza, calculado en el cuaderno 9 del presente proyecto, será de 2059 GT.

Para este cuaderno se ha decidido emplear las tasas del Puerto de A Coruña, ya que éste podría ser uno de los puertos peninsulares desde dónde operaría la barcaza. De la página de la Autoridad Portuaria se ha obtenido la siguiente información:

B) TASA DEL BUQUE (T-1) (Art. 194-204)

I) Por acceso o estancia

$$\text{Cuota} = (B \text{ ó } S) \cdot \text{coeficiente corrector} \cdot \text{coeficiente} \cdot \text{tiempo estancia} \cdot \text{centésima parte GT}$$

B=1,43 €

S (transporte marítimo de corta distancia) = 1,20 €

Coefficiente corrector = 1,30

El tiempo de estancia se calcula por períodos de hora o fracción, con un mínimo de 3 h/escala y un máximo de 15 h/24 h por escala. El tiempo de estancia será desde que se del primer cabo o lance el ancla hasta que se largue la última amarra o se levante el ancla. Los sábados desde la 12 ó 18 del día anterior a festivo hasta las 8 del lunes o del día siguiente a festivo se computarán como 5 horas si no realiza operación comercial (incluido avituallamiento y reparación), siguiéndose el cómputo del tiempo a las 08:00 horas. El tiempo de estancia en fondeo en zona II se computará independiente.

- 9) Buques que utilicen como combustible gas natural para su propulsión en alta mar (excepto los que transporten gas natural) o durante su estancia en puerto utilicen gas natural o electricidad suministrada desde muelle 0,50

D) TASA DE LA MERCANCÍA (T-3) (Art. 211-217)

$$\text{Cuota} = \text{coeficiente corrector} \cdot M \cdot \text{coeficiente} \cdot \text{Uds}$$

Cuantía básica **M= 2,65 €**
Coeficiente corrector = 1,30

Coeficiente:

2º) Régimen por grupos de mercancías.

Grupo de Mercancías (Anexo I)	/Ton.
I	0,16
II	0,27
III	0,43
IV	0,72
V	1,00

Por tanto, las tasas portuarias que deberá pagar la barcaza serán las siguientes:

Tasa de mercancía	0.55	€/ton
Tasa de buque	0.78	€/(100GTh)

El desglose completo de los costes de operación (OPEX) se adjuntará en los anexos finales del cuaderno.

6.5 Cash Flow extraoperativo del proyecto

Para calcular el Cash Flow o flujo de caja extraoperativo de la barcaza (CFE) habrá que tener en cuenta las inversiones que se realizan en el buque, el activo circulante, los clientes a pagar, el fondo de maniobra, etc. A continuación se realizará el cálculo detallado de cada una de las partidas que se incluyen en el cashflow, que se trata de todas las inversiones realizadas de forma activa o pasiva en la barcaza, teniendo siempre presente el fondo de maniobra de la empresa en cuestión.

6.5.1 Activo no corriente

El activo no corriente (ANC) está formado por todos los bienes, inversiones y derechos que forman la estructura de la empresa por ser necesarios para su funcionamiento a medio-largo plazo. No se integran en el proceso productivo o comercial y pertenecen a la empresa por un plazo superior a un año (inmuebles, maquinaria, inversiones financieras a largo plazo, etc.).

6.5.1.1 Inmovilizado intangible

El inmovilizado intangible es todo aquello que represente un servicio aportado por el proyecto, pero que no provocan un bien material que pueda ser introducido en el fondo de maniobra o en alguna otra partida.

En este caso, el inmovilizado intangible estará constituido por el abanderamiento de la barcaza. Se estimará equivalente al 0,02% del coste de construcción de la embarcación. En el caso este proyecto concreto el coste del abanderamiento de la barcaza será de unos 2.887,97 €.

6.5.1.2 Inmovilizado material

Las inversiones fijas se tratan del valor aportado de manera directa por el armador o de empresas privadas para el pago del buque. Considerando en primer lugar el buque sin financiar, se considerarán 3 pagos abonados por el armador al astillero durante los 3 primeros años de vida de la barcaza, divididos en los siguientes plazos:

Pago	Suceso/hito	% Coste total	Inversión barcaza (€)	Año
1º	Firma del contrato	10	1443985.57	0
2º	Puesta de quilla	20	2887971.14	
3º	Botadura	40	5775942.29	1
4º	Entrega	30	4331956.71	2

El total del activo no corriente será la suma de los gastos de abanderamiento y de la inversión fija en la barcaza.

6.5.2 Activo Corriente

El activo corriente (AC) está formado por todos los bienes y derechos que se van a consumir, enajenar o hacerse líquidos en el ejercicio normal de la actividad económica de la empresa. Son todos aquellos elementos que se emplean en el día a día del negocio y que por eso no permanecen durante mucho tiempo en el patrimonio de la misma (mercancía, dinero en el banco o en caja, deudas de los clientes, etc.).

6.5.2.1 Deudores comerciales y otras cuentas a cobrar

Es la parte de las personas a las que se les ha prestado un servicio y aún no han liquidado sus deudas con el mismo. La partida se estima partiendo de las ventas obtenidas de forma normal a los días al año multiplicadas por los días que faltan de pago:

$$Clientes = \frac{Ventas}{360} \cdot n^{\circ} \text{ días que tiene el cliente para pagar}$$

En este caso, las ventas serían del combustible transferido a otros buques. Se ha considerado una evolución del mercado relativamente similar a la que se veía con el precio de combustible de la barcaza, añadiendo un porcentaje a mayores, debido a la utilización de un nuevo método con ventajas. De esta forma, el importe de las ventas se estimaría de la siguiente manera:

$$Ventas = Flete \cdot T \cdot Ocupación$$

El flete ya se ha indicado anteriormente, el cual cambia con el IPRI, ya aplicado en los cálculos de los OPEX. En cuanto a la ocupación y las toneladas, serán la cantidad de toneladas que se transportan y el porcentaje de mercado que se es capaz de abarcar respecto al proyectado.

6.5.2.2 Efectivo y otros activos líquidos equivalentes

La empresa operadora de la barcaza tendrá que disponer de un fondo suficiente para pagar una cantidad de gastos fijos directos en un tiempo definido. Se ha considerado un total de 45 días a pagar en la tesorería.

Se estimará a partir de la siguiente expresión:

$$\text{Tesorería} = \frac{\text{Total gastos fijos directos}}{360} \cdot 45$$

El total del activo corriente o circulante será la suma de las partidas de clientes y de tesorería.

6.5.3 Pasivo corriente

El pasivo corriente, también conocido como pasivo circulante o pasivo a corto plazo, es la parte del pasivo de una empresa que contiene sus deudas y obligaciones con una duración menor de un año. Básicamente está constituido por las obligaciones y las deudas a corto plazo.

En el caso de la barcaza, esta partida estará integrada por los gastos y pagos a los proveedores de combustible, es decir, el gas natural demandado por los grupos electrógenos de a bordo.

Se supondrá un total de 60 días de gasto de combustible para el presente análisis:

$$\text{Pasivo corriente} = \frac{\text{Coste combustible (€/año)}}{360} \cdot 60$$

6.5.4 Fondo de maniobra

El fondo de maniobra es la parte del activo corriente de una empresa financiada con deuda a largo plazo (pasivo no corriente). Se calcula mediante la diferencia entre el activo corriente y la deuda a corto plazo (pasivo corriente).

6.5.5 Inversión en fondo de maniobra

El fondo de maniobra del proyecto ha de tener presente el fondo de maniobra del año anterior al que se calcula. De esta manera, se ha de restar al fondo de maniobra de un año el obtenido en el año anterior, ya que se trata de un fondo que sigue estando ahí. La excepción será el año 1, ya que no existirá fondo de maniobra, y el año 21, donde se considera que el fondo de maniobra se recuperará.

6.5.6 Flujo de caja extraoperativo

De esta forma, el cashflow extraoperativo (CFE) del proyecto, es decir, el flujo de caja no debido al servicio que presta la barcaza pero sí a su existencia, se obtiene como la suma de los gastos amortizables (activo no corriente) y la inversión en el fondo de maniobra.

El desglose completo del flujo de caja extraoperativo se adjuntará en los anexos finales del cuaderno.

6.6 Cash Flow operativo del proyecto

El Cash Flow o flujo de caja operativo de la barcaza (CFO) es una medida de la cantidad de efectivo generado por las operaciones comerciales cotidianas de una empresa. Este parámetro financiero indica si una empresa puede producir dinero suficiente para conservar e incrementar las operaciones comerciales; o si por el contrario requiere financiamiento externo para continuar operando.

Este valor se obtiene sumando el valor de las amortizaciones al del beneficio antes de impuestos.

6.6.1 Margen bruto

El margen bruto o de operación es un índice de margen empleado para medir la estrategia de precios y la eficiencia operativa de una compañía. Es decir, muestra la proporción de los ingresos de una empresa después de pagar los costes variables de operación (salarios, materias primas, etc.). En el caso del presente proyecto, se calculará como la diferencia entre los ingresos del armador por fletes y los gastos variables directos (básicamente combustible y tasas portuarias) y tendrá un valor medio de 3.772.969,75 €.

6.6.2 Beneficio antes de impuestos (BAI)

Es el beneficio bruto de una empresa, resultado de restarle al margen bruto el total de los costes fijos (en un buque mantenimiento, tripulación y seguros). En el presente proyecto tendrá un valor medio de 2.348.686,45 €.

6.6.3 Impuesto de Sociedades

Este tributo es de tipo directo y de tipo impositivo único (no se considerarán posibles bonificaciones en este proyecto), y se aplica sobre los beneficios brutos de las empresas. En España, el impuesto de sociedades tiene un tipo general del 25%. Este porcentaje aplicado a los beneficios brutos de la barcaza a proyectar tendrá un valor medio de 587.171,61 €.

6.6.4 Beneficio después de impuestos (BDI)

Es el beneficio neto de una empresa, fruto de restar a los beneficios brutos el importe del impuesto de sociedades correspondiente. Empleando los valores medios antes citados, se obtiene para la barcaza un beneficio neto de 1.761.514,83 €.

6.6.5 Flujo de caja operativo

Es la cantidad de dinero en efectivo que genera una empresa a través de sus operaciones comerciales. Este valor se obtiene sumando el valor de las amortizaciones al del beneficio neto, es decir, después de aplicarle el impuesto de sociedades, resultando para la barcaza un valor medio de 2.425.748,20 €.

6.7 Esquema de financiación

A pesar de que, si posee la liquidez necesaria y así lo considera, el armador puede aportar el total del coste de adquisición del proyecto, lo más común es que éste requiera de la financiación de una entidad privada de crédito.

A continuación se van a desglosar las diferentes partidas que integran el esquema de financiación del presente proyecto, así como a cuantificar cada una de ellas.

6.7.1 Capital propio y capital ajeno

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

En el caso de buques construidos en España bajo crédito naval, el capital ajeno puede llegar a ser del 85% del valor total. En el caso de este proyecto, se considerará una financiación del 80% del valor total de adquisición de la barcaza

6.7.2 Cuadro de amortización del préstamo

Para desarrollar el cuadro de amortización del préstamo se deben tener presentes los siguientes valores:

- Importe del crédito: $C_a = 11.549.484,57$ €
- El crédito se suscribirá a 10 años con un interés legal del 7,5%: $a = 0,075$

- Período de devolución: $n = 10$ años
- Devolución anual: $D_i = Ca/n$
- Interés anual: $R_i = Ca \cdot a \cdot (n - i + 1)/n$
- Servicio anual del préstamo: $Q_i = D_i + R_i$

Con estos valores, las cuotas del préstamo serán las siguientes:

Año	Devolución anual (Di)	Interés anual (Ri)	Cuota (Qi)	Pendiente
1	1155188.46	866391.34	2021579.80	10396696.11
2	1155188.46	779752.21	1934940.67	9241507.66
3	1155188.46	693113.07	1848301.53	8086319.20
4	1155188.46	606473.94	1761662.40	6931130.74
5	1155188.46	519834.81	1675023.26	5775942.29
6	1155188.46	433195.67	1588384.13	4620753.83
7	1155188.46	346556.54	1501744.99	3465565.37
8	1155188.46	259917.40	1415105.86	2310376.91
9	1155188.46	173278.27	1328466.73	1155188.46
10	1155188.46	86639.13	1241827.59	0.00

6.7.3 Aplicación al proyecto

Por lo tanto, en el caso del buque proyecto, el importe del crédito (conocido bajo la partida de entradas) será de 11.549.484,57 €. A este importe habrá que sumarles los siguientes costes:

- Corretaje. Es la comisión intermedia que se cobra por la gestión de la operación comercial, puede suponerse un valor del 0,1% de la entrada. En el caso del presente proyecto, esta cifra será de 11.551,88 €.
- Comisiones. Bajo este nombre se integran todos los otros cobros posibles del banco. Se supondrá un valor del 1,5% de la entrada. En el caso del presente proyecto, esta cifra será de 173.278,27 €.

La devolución principal del crédito se produce al año siguiente de la entrega, teniendo presente que el tipo de interés será del 7,5% y de un período de devolución del préstamo de 10 años.

El término escudo fiscal se refiere a la aplicación del impuesto de sociedades al interés, el cual debe permanecer libre de impuestos.

Los resultados completos del flujo de caja del crédito se mostrarán de forma completa en los anexos finales del cuaderno.

6.8 Resultados y conclusiones

Para sacar conclusiones, se tendrá en cuenta tanto los flujos de caja extraoperativos (CFE) y operativos (CFO) en cada año financiero, y se examinará la viabilidad tanto del proyecto sin financiar como el proyecto financiado. Los cálculos completos se mostrarán en el anexo.

Para el análisis de los resultados del estudio de viabilidad se tendrán en cuenta una serie de factores:

- a) **Valor Actual Neto (VAN).** Es un criterio de inversión que consiste en actualizar los cobros y los pagos de un proyecto de inversión para estimar la ganancia o pérdida del mismo. Si este parámetro es mayor que cero, el proyecto generará beneficios y de ser menor que cero, se producirán pérdidas en la empresa.

- b) **Tasa Interna de Retorno (TIR).** Este criterio muestra la rentabilidad de una inversión, siendo el porcentaje de beneficio y está íntimamente relacionado con el VAN. Si el TIR es mayor que la tasa de descuento seleccionada (en este caso el coste de capital), el proyecto en cuestión superará la tasa mínima de rentabilidad fijada por el inversor.
- c) **Período de recuperación.** Muestra el número de años requerido para recuperar el capital inicial de la inversión.

Los resultados de ambos tipos proyecto (financiado y sin financiar) se comparan en la siguiente tabla:

Apartado	Proyecto sin financiar (PSF)	Proyecto financiado (PF)
VAN (€)	-31317.06	9894512.15
TIR	12%	19%
Período de Recuperación (años)	20	9

Como puede observarse, el proyecto no financiado en las condiciones establecidas no es viable, ya que, a pesar de que el TIR es superior al coste de capital, el proyecto no genera beneficios y en todo el periodo de operación (20 años) no se recuperará la inversión realizada por el armador del buque. Para hacer rentable la inversión el armador debería aumentar sus ingresos, pero esto sería bastante complejo, ya que la tasa del flete no depende exclusivamente de su criterio. La única opción sería actualizar el importe del flete teniendo presente la capacidad de suministro cold ironing de la barcaza (no incluido en este análisis), que previsiblemente lo debería aumentar ya que aumentará los ingresos de la empresa o empresario que lo flete.

En cambio, con el proyecto financiado se seguirían obteniendo unos beneficios de por encima del coste de capital (mayores que en el caso del proyecto sin financiar), pero además el proyecto generaría beneficios, al ser su VAN positivo, y la inversión se recuperaría no sólo aprox. a mitad de su vida útil sino también antes de que se cumpla el período de devolución del préstamo.

7 BIBLIOGRAFÍA

F. Junco Ocampo, *Proyectos de Buques y Artefactos. Criterios de evaluación técnica y económica del proyecto del buque*, Ingeniería Naval y Oceánica. Escola Politécnica Superior. Universidade da Coruña..

T. A. Santos, «Economics of Ship Operations.,» de *Maritime Transportation and Ports I*, Instituto Técnico Superior Lisboa; Universidade de Lisboa, Academic Year 2018-19.

S&P Global Platts, European Merketscan. Volume 50/Issue 150, August 3, 2018.

S. Bouza Fernández y S. L. Castro, «Apuntes de Organización y Gestión de la Empresa.,» de *Grado de Ingeniería Naval y Oceánica.*, Escuela Politécnica Superior de Ferrol. Universidade da Coruña., Curso 2015/16.

8 ANEXOS. ANÁLISIS DE VIABILIDAD.

Mercados		
Tipo de flete	Flete por viaje (V/C)	
Valor Flete (€/ton)	21.43	
TPM barcaza	3133	
Viajes al año	58	
Ingresos anuales (€)	3894131.02	
Inversión		
	Inversión Fija (€)	Vida útil (años)
Barcaza	14439855.71	20
	Inversión en fondo de maniobra	
	Año 1	Año 2
Incremento (€)		
Datos operativos		
Costes fijos de operación	517814.01 €	
Costes variables de operación	170771.29 €	
Total OPEX	688585.30 €	
Datos del entorno		
Impuesto de Sociedades	25%	
Coste del capital	8%	
Subida anual IPC	2%	
Actualización anual OPEX	1.50%	
Financiación		
Capital Financiado	80%	
Tipo de interés	7.50%	
Período del préstamo	10 años	
Corretaje (%)	0.10	
Comisión (%)	1.50	
RESULTADOS		
Apartado	(A)	(B)
Tipo de proyecto	Proyecto financiado	Proyecto sin financiar
VAN (€)	-31317.06	9894512.15
TIR	12%	19%
Período de recuperación (años)	20	9

Cuaderno 13: Presupuesto de construcción y estudio de la viabilidad económica del buque.
 Julio Elías Sánchez. Barcaza Bunkering Multiproducto y Cold Ironing. Proyecto 19-99.

Conceptos/años	0	1	2	3	4	5	6	7
Valor Actual del Buque (VAB)			14439855.71	14945250.66	15916691.96	15375524.43	15929043.31	17028147.30
Valor Contable del Buque (VCB)			14382096.29	14324336.87	14266577.45	14208818.02	14151058.60	14093299.18
1. Gastos fijos operacionales								
1.1 Mantenimiento			-47651.52	-49319.33	-52525.08	-261383.92	-52565.84	-56192.89
1.2 Tripulación			-444850.00	-458195.50	-476523.32	-495584.25	-515407.62	-536023.93
1.3 Seguros								
1.3.1 Tasa pura			-13806.81	-16043.26	-18261.22	-20460.70	-22641.69	-24804.21
1.3.2 Margen			-2876.42	-2864.87	-2853.32	-2841.76	-2830.21	-2818.66
1.3.3 Tasa por otros riesgos			-8629.26	-85946.02	-9986.60	-11367.05	-11886.89	-13106.77
1.3.4 Total coste seguros			-25312.49	-104854.15	-31101.14	-34669.52	-37358.79	-40729.63
TOTAL Gastos fijos operacionales			-517814.01	-612368.97	-560149.54	-791637.68	-605332.26	-632946.45
2. Gastos variables directos								
Precio actualizado combustible (€/l)			0.432	0.497	0.636	0.623	0.626	0.679
2.1 Costes de combustible (€)			-64800	-74550	-95400	-93450	-93900	-101850
2.2 Tasas portuarias								
Evolución tasa de mercancía (€/ton)			0.55	0.57	0.61	0.59	0.61	0.65
2.2.1 Tasa de la mercancía (€)			-91998.92	-95218.88	-101408.11	-97960.23	-101486.80	-108489.39
Evolución tasa de buque (€/100GTh)			0.78	0.81	0.86	0.83	0.86	0.92
2.2.2 Tasa del buque (€)			-13972.37	-14461.41	-15401.40	-14877.75	-15413.35	-16476.87
TOTAL Coste de tasas portuarias (€)			-105971.29	-109680.29	-116809.51	-112837.98	-116900.15	-124966.26
TOTAL Gastos variables directos (€)			-170771.29	-184230.29	-212209.51	-206287.98	-210800.15	-226816.26
TOTAL Gastos operativos (OPEX) anuales (€)			-688585.31	-796599.26	-772359.05	-997925.67	-816132.41	-859762.71

Cuaderno 13: Presupuesto de construcción y estudio de la viabilidad económica del buque.
 Julio Elías Sánchez. Barcaza Bunkering Multiproducto y Cold Ironing. Proyecto 19-99.

8	9	10	11	12	13	14	15	16
17675216.90	17781268.20	17550111.71	17181559.36	16563023.23	17457426.48	18085893.84	19279562.83	18624057.69
14035539.75	13977780.33	13920020.91	13862261.49	13804502.06	13746742.64	13688983.22	13631223.79	13573464.37
-58328.22	-302281.56	-57915.37	-56699.15	-54657.98	-296776.25	-59683.45	-63622.56	-61459.39
-552104.65	-574188.83	-585672.61	-603242.79	-627372.50	-652467.40	-678566.09	-698923.08	-726880.00
-29193.92	-31310.23	-33408.05	-35487.39	-37548.25	-39590.62	-41066.95	-40893.67	-45471.11
-2807.11	-2795.56	-2784.00	-2772.45	-2760.90	-2749.35	-2737.80	-2726.24	-2714.69
-14035.54	-15375.56	-18096.03	-19407.17	-22087.20	-24744.14	-28746.86	-32714.94	-38005.70
-46036.57	-49481.34	-54288.08	-57667.01	-62396.35	-67084.10	-72551.61	-76334.85	-86191.50
-656469.43	-925951.73	-697876.06	-717608.94	-744426.82	-1016327.75	-810801.15	-838880.49	-874530.89
0.704	0.767	0.782	0.759	0.964	1.108	1.419	1.390	1.397
-105600	-115050	-117300	-113850	-144600	-166200	-212850	-208500	-209550
0.67	0.68	0.67	0.66	0.63	0.67	0.69	0.74	0.71
-112611.99	-113287.66	-111814.92	-109466.81	-105526.00	-111224.40	-115228.48	-122833.56	-118657.22
0.95	0.96	0.95	0.93	0.89	0.94	0.98	1.04	1.01
-17102.99	-17205.61	-16981.94	-16625.32	-16026.81	-16892.25	-17500.37	-18655.40	-18021.11
-129714.98	-130493.27	-128796.86	-126092.12	-121552.81	-128116.66	-132728.86	-141488.96	-136678.34
-235314.98	-245543.27	-246096.86	-239942.12	-266152.81	-294316.66	-345578.86	-349988.96	-346228.34
-891784.41	-1171495.00	-943972.91	-957551.06	-1010579.63	-1310644.41	-1156380.01	-1188869.45	-1220759.22

Cuaderno 13: Presupuesto de construcción y estudio de la viabilidad económica del buque.
 Julio Elías Sánchez. Barcaza Bunkering Multiproducto y Cold Ironing. Proyecto 19-99.

17	18	19	20	21
19313147.83	20645755.03	21430293.72	21558875.48	21278610.10
13515704.95	13457945.53	13400186.10	13342426.68	13284667.26
-328323.51	-68130.99	-70719.97	-71144.29	-361736.37
-748686.40	-771146.99	-801992.87	-834072.59	-867435.49
-47304.97	-49525.24	-51456.71	-51234.92	-53138.67
-2703.14	-2691.59	-2680.04	-2668.49	-2656.93
-45953.40	-56523.37	-73701.02	-102736.69	-164729.87
-95961.51	-108740.20	-127837.78	-156640.09	-220525.48
-1172971.42	-948018.18	-1000550.62	-1061856.96	-1449697.34
1.516	1.571	1.712	1.746	1.694
-227400	-235650	-256800	-261900	-254100
0.74	0.79	0.82	0.82	0.81
-123047.54	-131537.82	-136536.26	-137355.47	-135569.85
1.04	1.12	1.16	1.16	1.15
-18687.90	-19977.36	-20736.50	-20860.92	-20589.73
-141735.43	-151515.18	-157272.76	-158216.39	-156159.58
-369135.43	-387165.18	-414072.76	-420116.39	-410259.58
-1542106.85	-1335183.36	-1414623.37	-1481973.36	-1859956.92

Cuaderno 13: Presupuesto de construcción y estudio de la viabilidad económica del buque.
 Julio Elías Sánchez. Barcaza Bunkering Multiproducto y Cold Ironing. Proyecto 19-99.

Años	0	1	2	3	4	5	6	7	8
(A) ACTIVO NO CORRIENTE (ANC)	Construcción								
I. Inmovilizado intangible									
Abanderamiento		0.02% CC							
(1) TOTAL INMOVILIZADO INTANGIBLE		-2887.97							
II. Inmovilizado material	30%	40%	30%						
Construcción del buque	-4331956.71	-5775942.28	-4331956.71						
(2) TOTAL INMOVILIZADO MATERIAL	-4331956.71	-5775942.28	-4331956.71						
(3) TOTAL GASTOS AMORTIZABLES (ACTIVO NO CORRIENTE)=- (1)+(2)	-4331956.71	-5778830.26	-4331956.71						
(B) ACTIVO CORRIENTE (AC)									
I. Existencias			((Flete*CDW*Ocupación)/360)*nº días para pagar			CDW (ton)	2878		
	Ocupación (%)	50	55	64	72	77	84	90	
II. Deudores comerciales y otras cuentas a cobrar	Flete (€/ton)	3.56							
Cientes por ventas y préstamos de servicios		662.77	750.18	791.79	955.31	1054.19	1116.68	1159.55	
III. Efectivo y otros activos líquidos equivalentes	Gastos fijos directos (€)	517814.01	612368.97	560149.54	791637.68	605332.26	632946.45	656469.43	
Tesorería (caja (efectivo) y bancos c/c)	(Gastos fijos/360)*45	64726.75	76546.12	70018.69	98954.71	75666.53	79118.31	82058.68	
(4) TOTAL ACTIVO CORRIENTE= Existencias + Deudores comerciales + Efectivo		65389.52	77296.30	70810.48	99910.02	76720.72	80234.98	83218.23	
(C) PASIVO CORRIENTE (PC)									
I. Deudas a corto plazo									
Deudas con entidades de crédito									
II. Acreedores comerciales y otras cuentas a pagar	Precio actualizado (€/l)	0.432	0.497	0.636	0.623	0.626	0.679	0.704	
Proveedores (combustible)	(Gastos combustible/360)*60	10800	12425	15900	15575	15650	16975	17600	
(5) TOTAL PASIVO CORRIENTE= Deudas a corto plazo + Acreedores comerciales		10800	12425	15900	15575	15650	16975	17600	
(6) FONDO DE MANIOBRA (FM)=(4)+(5)		76189.52	89721.30	86710.48	115485.02	92370.72	97209.98	100818.23	
(7) INVERSIÓN FONDO DE MANIOBRA		-76189.52	-89721.30	-86710.48	-115485.02	-92370.72	-97209.98	-100818.23	
(8) CASHFLOW EXTRAOPERATIVO DEL PROYECTO (CFE)=(3)+(7)		-4331956.71	-5778830.26	-4408146.23	-89721.30	-86710.48	-115485.02	-92370.72	-100818.23

Cuaderno 13: Presupuesto de construcción y estudio de la viabilidad económica del buque.
 Julio Elías Sánchez. Barcaza Bunkering Multiproducto y Cold Ironing. Proyecto 19-99.

9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90
1137.65	1128.43	1111.14	1214.88	1194.13	1228.71	1113.45	1195.29	1232.17	1196.44	1159.55	1159.55	1137.65
925951.73	697876.06	717608.94	744426.82	1016327.75	810801.15	838880.49	874530.89	1172971.42	948018.18	1000550.62	1061856.96	1449697.34
115743.97	87234.51	89701.12	93053.35	127040.97	101350.14	104860.06	109316.36	146621.43	118502.27	125068.83	132732.12	181212.17
116881.62	88362.94	90812.26	94268.23	128235.10	102578.86	105973.51	110511.65	147853.60	119698.71	126228.38	133891.67	182349.82
0.767	0.782	0.759	0.964	1.108	1.419	1.390	1.397	1.516	1.571	1.712	1.746	1.694
19175	19550	18975	24100	27700	35475	34750	34925	37900	39275	42800	43650	42350
19175	19550	18975	24100	27700	35475	34750	34925	37900	39275	42800	43650	42350
136056.62	107912.94	109787.26	118368.23	155935.10	138053.86	140723.51	145436.65	185753.60	158973.71	169028.38	177541.67	224699.82
-136056.62	-107912.94	-109787.26	-118368.23	-155935.10	-138053.86	-140723.51	-145436.65	-185753.60	-158973.71	-169028.38	-177541.67	224699.82
-136056.62	-107912.94	-109787.26	-118368.23	-155935.10	-138053.86	-140723.51	-145436.65	-185753.60	-158973.71	-169028.38	-177541.67	224699.82

Cuaderno 13: Presupuesto de construcción y estudio de la viabilidad económica del buque.

Julio Elías Sánchez. Barcaza Bunkering Multiproducto y Cold Ironing. Proyecto 19-99.

Años	0	1	2	3	4	5	6	7	8
OCUPACIÓN (%)			50	55	64	72	77	84	90
EVOLUCIÓN TASA FLETE (€/ton)			21.43	22.18	23.62	22.82	23.64	25.27	26.23
(9) VENTAS (Ingresos por fletes)			1947065.51	2216734.08	2747138.09	2985452.32	3307715.31	3857397.46	4289977.03
(10) COSTES VARIABLES (CV)			-170771.29	-184230.29	-212209.51	-206287.98	-210800.15	-226816.26	-235314.98
(11) MARGEN BRUTO = (9) + (10)			1776294.22	2032503.79	2534928.58	2779164.34	3096915.16	3630581.20	4054662.05
(12) COSTES FIJOS DESEMBOLSABLES (CF)			-517814.01	-612368.97	-560149.54	-791637.68	-605332.26	-632946.45	-656469.43
(13) AMORTIZACIONES			-664233.36	-664233.36	-664233.36	-664233.36	-664233.36	-664233.36	-664233.36
(14) TOTAL COSTES FIJOS = (12) + (13)			-1182047.37	-1276602.33	-1224382.90	-1455871.04	-1269565.62	-1297179.81	-1320702.79
(15) BENEFICIO ANTES IMPUESTOS (BAI) = (11) + (14)			594246.85	755901.46	1310545.68	1323293.30	1827349.54	2333401.39	2733959.26
(16) IMPUESTO DE SOCIEDADES			-148561.71	-188975.37	-327636.42	-330823.32	-456837.39	-583350.35	-683489.81
(17) BENEFICIO DESPUÉS DE IMPUESTOS (BDI) = (15) + (16)			445685.14	566926.10	982909.26	992469.97	1370512.16	1750051.04	2050469.44
(18) CASHFLOW OPERATIVO (CFO) = (17) - (13)			1109918.50	1231159.46	1647142.62	1656703.34	2034745.52	2414284.40	2714702.81

9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90
26.39	26.05	25.50	24.58	25.91	26.84	28.61	27.64	28.66	30.64	31.80	32.00	31.58
4315716.89	4259612.57	4170160.71	4020034.92	4237116.81	4389653.02	4679370.12	4520271.53	4687521.58	5010960.57	5201377.07	5232585.33	5164561.72
-245543.27	-246096.86	-239942.12	-266152.81	-294316.66	-345578.86	-349988.96	-346228.34	-369135.43	-387165.18	-414072.76	-420116.39	-410259.58
4070173.62	4013515.71	3930218.59	3753882.11	3942800.15	4044074.16	4329381.16	4174043.19	4318386.15	4623795.39	4787304.31	4812468.94	4754302.14
-925951.73	-697876.06	717608.94	-744426.82	-1016327.75	-810801.15	-838880.49	-874530.89	-1172971.42	-948018.18	-1000550.62	-1061856.96	-1449697.34
-664233.36	-664233.36	-664233.36	-664233.36	-664233.36	-664233.36	-664233.36	-664233.36	-664233.36	-664233.36	-664233.36	-664233.36	-664233.36
-1590185.09	-1362109.42	53375.58	-1408660.18	-1680561.11	-1475034.51	-1503113.85	-1538764.25	-1837204.78	-1612251.54	-1664783.98	-1726090.32	-2113930.70
2479988.53	2651406.29	3983594.17	2345221.93	2262239.04	2569039.64	2826267.30	2635278.94	2481181.37	3011543.84	3122520.33	3086378.62	2640371.44
-619997.13	-662851.57	-995898.54	-586305.48	-565559.76	-642259.91	-706566.83	-658819.73	-620295.34	-752885.96	-780630.08	-771594.65	-660092.86
1859991.40	1988554.72	2987695.63	1758916.45	1696679.28	1926779.73	2119700.48	1976459.20	1860886.02	2258657.88	2341890.24	2314783.96	1980278.58
2524224.76	2652788.08	3651928.99	2423149.81	2360912.64	2591013.10	2783933.84	2640692.57	2525119.39	2922891.25	3006123.61	2979017.33	2644511.94

Cuaderno 13: Presupuesto de construcción y estudio de la viabilidad económica del buque.
 Julio Elías Sánchez. Barcaza Bunkering Multiproducto y Cold Ironing. Proyecto 19-99.

Años	0	1	2	3	4	5	6	7	8
(19) CASH FLOW TOTAL DEL PROYECTO SIN FINANCIAR (CFT) = (8) + (18)	-4331956.71	-5778830.26	-3298227.73	1141438.16	1560432.14	1541218.32	1942374.80	2317074.42	2613884.57
TIR	12%								
VAN (€)	-31317.06								
VAN ACUMULADO (€)	-4331956.71	-9 682 725.47 €	-12 510 424.1 €	-11 604 313.7 €	-10 457 349.5 €	-9 408 422.23 €	-8 184 396.63 €	-6 832 405.96 €	-5 420 205.46 €
PERÍODO DE RECUPERACIÓN (años)	20 años								

9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
2388168.14	2544875.14	3542141.73	2304781.58	2204977.54	2452959.24	2643210.33	2495255.92	2339365.79	2763917.53	2837095.22	2801475.65	2869211.76
-4 225 526.81 €	-3 046 757.22 €	-1 527 593.34 €	-612 332.87 €	198 432.80 €	1 033 569.85 €	1 866 819.98 €	2 595 161.40 €	3 227 419.34 €	3 919 087.02 €	4 576 476.21 €	5 177 527.79 €	5 747 513.20 €

Años	0	1	2	3	4	5	6	7	8
(20) Entradas (valor del préstamo)		11551884.57							
(21) Corretaje (0,1% del crédito)		-11551.88							
(22) Comisiones (1,5% del crédito)		-173278.27							
(23) Devolución del principal (Amortización)			-816 555.67 €	-877 797.35 €	-943 632.15 €	-1 014 404.56 €	-1 090 484.90 €	-1 172 271.27 €	-1 260 191.62 €
(24) CASH FLOW EXTRAOPERATIVO DEL CRÉDITO= (20) + (21) + (22) + (23)		11367054.41	-816 555.67 €	-877 797.35 €	-943 632.15 €	-1 014 404.56 €	-1 090 484.90 €	-1 172 271.27 €	-1 260 191.62 €
(25) Intereses			-866 391.34 €	-805 149.67 €	-739 314.87 €	-668 542.45 €	-592 462.11 €	-510 675.74 €	-422 755.40 €
(26) Escudo fiscal			216 597.84 €	201 287.42 €	184 828.72 €	167 135.61 €	148 115.53 €	127 668.94 €	105 688.85 €
(27) CASH FLOW OPERATIVO DEL CRÉDITO= (25) + (26)			-649 793.51 €	-603 862.25 €	-554 486.15 €	-501 406.84 €	-444 346.58 €	-383 006.81 €	-317 066.55 €
(28) CASH FLOW TOTAL DEL CRÉDITO= (24) + (27)		11367054.41	-1466349.18 €	-1481659.60 €	-1498118.30 €	-1515811.40 €	-1534831.49 €	-1555278.08 €	-1577258.17 €

9	10
-1 354 705.99 €	-1 456 308.94 €
-1354705.99	-1456308.94
-328 241.03 €	-226 638.08 €
82 060.26 €	56 659.52 €
-246 180.77 €	-169 978.56 €
-1600886.76	-1626287.50

Cuaderno 13: Presupuesto de construcción y estudio de la viabilidad económica del buque.

Julio Elías Sánchez. Barcaza Bunkering Multiproducto y Cold Ironing. Proyecto 19-99.

Años	0	1	2	3	4	5	6	7	8
(19) CASH FLOW TOTAL PROYECTO SIN FINANCIAR	-4331956.71	-5778830.26	-3298227.73	1141438.16	1560432.14	1541218.32	1942374.80	2317074.42	2613884.57
(20) CASH FLOW TOTAL CRÉDITO	0.00	11367054.41	-1466349.18	-1481659.60	-1498118.30	-1515811.40	-1534831.49	-1555278.08	-1577258.17
(21) CASH FLOW TOTAL PROYECTO FINANCIADO= (19) + (20)	-4331956.71	5588224.16	-4764576.91	-340221.44	62313.84	25406.92	407543.31	761796.34	1036626.41
Recursos propios (RP) (aportación de fondos del promotor)		5104798.35							
Recursos ajenos (RA) (Crédito)		11551884.57							
CMPC		0.064	6.40%	Coste Medio Ponderado de Capital					
TIR		19%							
VAN (€)		9894512.15							
VAN ACUMULADO (€)	-4331956.71	920133.66	-3288499.63	-3570946.52	-3522326.17	-3503694.84	-3222812.79	-2729357.86	-2098270.85

9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
2388168.14	2544875.14	3542141.73	2304781.58	2204977.54	2452959.24	2643210.33	2495255.92	2339365.79	2763917.53	2837095.22	2801475.65	2869211.76
-1600886.76	-1626287.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
787281.38	918587.64	3542141.73	2304781.58	2204977.54	2452959.24	2643210.33	2495255.92	2339365.79	2763917.53	2837095.22	2801475.65	2869211.76
-1647811.79	-1153837.53	636389.16	1731177.69	2715558.20	3744776.59	4787111.55	5711914.16	6526788.16	7431636.47	8304573.63	9114702.84	9894512.15

Cuaderno 13: Presupuesto de construcción y estudio de la viabilidad económica del buque.
 Julio Elías Sánchez. Barcaza Bunkering Multiproducto y Cold Ironing. Proyecto 19-99.

	9	10
	-1 354 705.99 €	-1 456 308.94 €
	-1354705.99	-1456308.94
	-328 241.03 €	-226 638.08 €
	82 060.26 €	56 659.52 €
	-246 180.77 €	-169 978.56 €
	-1600886.76	-1626287.50

Años	0	1	2	3	4	5	6	7	8
(19) CASH FLOW TOTAL PROYECTO SIN FINANCIAR	-4331956.71	-5778830.26	-3298227.73	1141438.16	1560432.14	1541218.32	1942374.80	2317074.42	2613884.57
(20) CASH FLOW TOTAL CRÉDITO	0.00	11367054.41	-1466349.18	-1481659.60	-1498118.30	-1515811.40	-1534831.49	-1555278.08	-1577258.17
(21) CASH FLOW TOTAL PROYECTO FINANCIADO= (19) + (20)	-4331956.71	5588224.16	-4764576.91	-340221.44	62313.84	25406.92	407543.31	761796.34	1036626.41
Recursos propios (RP) (aportación de fondos del promotor)		5104798.35							
Recursos ajenos (RA) (Crédito)		11551884.57							
CMPC		0.064	6.40%	Coste Medio Ponderado de Capital					
TIR		19%							
VAN (€)		9894512.15							
VAN ACUMULADO (€)	-4331956.71	920133.66	-3288499.63	-3570946.52	-3522326.17	-3503694.84	-3222812.79	-2729357.86	-2098270.85

9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
2388168.14	2544875.14	3542141.73	2304781.58	2204977.54	2452959.24	2643210.33	2495255.92	2339365.79	2763917.53	2837095.22	2801475.65	2869211.76
-1600886.76	-1626287.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
787281.38	918587.64	3542141.73	2304781.58	2204977.54	2452959.24	2643210.33	2495255.92	2339365.79	2763917.53	2837095.22	2801475.65	2869211.76
-1647811.79	-1153837.53	636389.16	1731177.69	2715558.20	3744776.59	4787111.55	5711914.16	6526788.16	7431636.47	8304573.63	9114702.84	9894512.15