



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

Trabajo Fin de Máster
CURSO 2016/2017

BUQUE LNG DE MEMBRANA DE 145.000 m³

Máster en Ingeniería Naval y Oceánica

ALUMNA/O

Ismael Grandal Mouriz

TUTORAS/ES

Vicente Díaz Casas

FECHA

SEPTIEMBRE DE 2017

CUADERNO 13

En el presente cuaderno realizaremos el cálculo desglosado en partidas del presupuesto de construcción del buque, así como el coste de adquisición por parte del armador y un estudio de viabilidad económica del buque.



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

**TRABAJO FIN DE MÁSTER
CURSO 2016/2017**

BUQUE LNG DE MEMBRANA DE 145.000 m³

Máster en Ingeniería Naval y Oceánica

CUADERNO 13

PRESUPUESTO Y ESTUDIO DE VIABILIDAD ECONÓMICA

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA

TRABAJO FIN DE MÁSTER

CURSO 2016-2017

PROYECTO NÚMERO: 17-32 P

TIPO DE BUQUE: Buque tanque LNG de membrana

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

CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA: gas natural licuado con capacidad para 145.000 m³.

VELOCIDAD Y AUTONOMÍA: 19,5 nudos a la velocidad de servicio, 85% MCR + 15% MM. 12.000 millas a la velocidad de servicio.

SISTEMAS Y EQUIPOS DE CARGA / DESCARGA: los habituales en este tipo de buque.

PROPULSIÓN: Propulsión Diesel eléctrico. Dos líneas de ejes

TRIPULACIÓN Y PASAJE: 35 tripulantes en camarotes individuales.

OTROS EQUIPOS E INSTALACIONES: Las habituales en este tipo de buque.

Ferrol, Abril de 2017

ALUMNO: D. Ismael Grandal Mouriz

ÍNDICE:

1. INTRODUCCIÓN.....	6
2. DEFINICIÓN DEL TRÁFICO OPERATIVO DEL BUQUE.....	6
3. PRESUPUESTO DEL COSTE DE CONSTRUCCIÓN.....	7
3.1. COSTE DE MATERIALES Y EQUIPOS.....	8
3.2. COSTE DE LA MANO DE OBRA.....	23
4. PRESUPUESTO GLOBAL.....	31
5. GASTOS VARIOS DEL ASTILLERO.....	31
6. COSTE DE CONSTRUCCIÓN Y DE ADQUISICIÓN.....	32
7. INVERSIÓN TOTAL DEL ARMADOR.....	33
8. VIABILIDAD. COSTES E INGRESOS.....	33
9. ANEXO I: CÁLCULOS DE VIABILIDAD	

1-INTRODUCCIÓN

Como última fase de nuestro proyecto elaboraremos el presupuesto de nuestro buque y realizaremos el estudio de la viabilidad. Para ello utilizaremos todos los datos obtenidos en los cuadernos anteriores.

El análisis de la viabilidad lo disponemos a partir de una serie de datos como la rentabilidad, las necesidades de mercado, la competencia...etc. Es por lo tanto un estudio dirigido a realizar una proyección del éxito o fracaso de un proyecto.

Para la realización del presupuesto utilizaremos el libro del profesor Junco Ocampo "Proyectos de buques y artefactos: anteproyecto y dimensionamiento preliminar. Contrato de construcción".

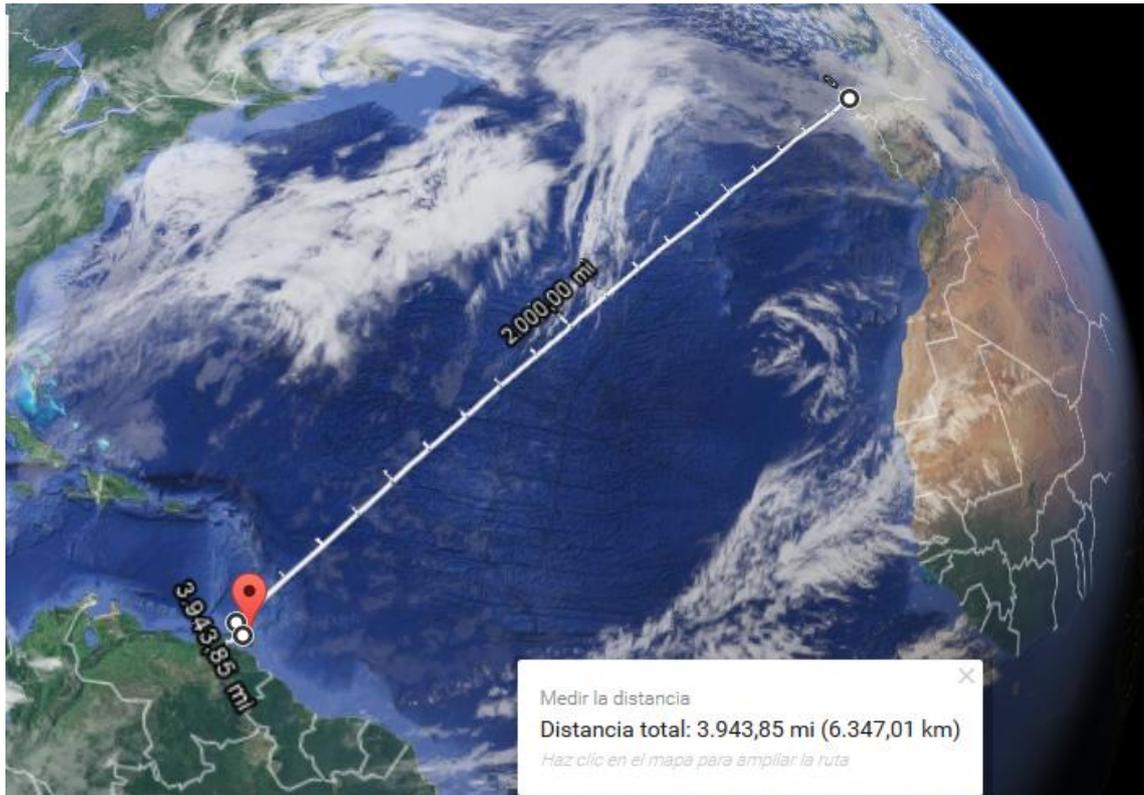
Recordamos las características de nuestro buque:

L	269,7
B	43,2
D	26,3
T	11,5
Volumen	145.000
Δ	105.379
V	19,5
Fn	0,1950
Cb	0,7673
Cm	0,9971
Cp	0,7905

2-DEFINICIÓN DEL TRÁFICO OPERATIVO DEL BUQUE

Nuestro buque ha sido proyectado para transportar gas natural licuado principalmente entre los puertos de Ferrol y Trinidad y Tobago.

La distancia entre ambos puertos es la que se puede ver en la siguiente imagen:



Hay una distancia entre puertos de 3.943,85 millas. Nuestra velocidad de servicio es de 19,5 nudos.

Con esto, el buque tardaría entre 7 y 8 días en llegar de un puerto a otro, dependiendo, entre otras cosas, del estado del mar.

Tenemos una autonomía a la velocidad de servicio de aproximadamente 25 días, con lo que nos llega de sobra.

3-PRESUPUESTO DEL COSTE DE CONSTRUCCIÓN

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

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

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

El coste de los materiales podemos dividirlo en:

- Casco
- Equipo, armamento e instalaciones
- Maquinaria auxiliar de cubierta
- Instalación propulsora

- Maquinaria auxiliar de la propulsión
- Cargos y respetos
- Instalaciones especiales

3.1-COSTE DE MATERIALES Y EQUIPOS

CASCO

Acero laminado

El coste unitario del acero laminado según el libro "Proyecto de Buques y Artefactos", puede estimarse en 450 €/t.

Para obtener los costos habrá que multiplicar estos precios unitarios por sus correspondientes pesos brutos.

Casco

Para el acero del casco vamos a multiplicar el peso neto por un factor de 1,15, con el fin de obtener el peso bruto

$$\text{Peso bruto de aceros} = 28.787 \cdot 1,15 = 33.105,05 \text{ t.}$$

Por tanto, el coste del acero será:

$$\text{Cacero casco} = \mathbf{14.897.272,5 \text{ €.}}$$

Palos

Para obtener el coste de los palos utilizamos la siguiente expresión:

$$Ppa = 0,0046 \cdot L^{2/3} \cdot Lpa = 3,84 \text{ t.}$$

Por tanto el coste de los palos será su peso por el coste del acero

$$\text{Cacero palos} = \mathbf{1.728 \text{ €}}$$

Donde tomamos $Lpa = 20$.

Resto de materiales del casco

Piezas fundidas y forjadas

Su costo puede estimarse mediante la siguiente expresión:

$$Cff = 4 \cdot L \cdot D = \mathbf{28.375 \text{ €}}$$

Materiales auxiliares de construcción del casco

Estimamos su costo como 50 € por cada tonelada de acero estructural. Cogiendo ese dato del cuaderno 2 tenemos:

$$C = 50 \cdot 28787 = \mathbf{1.439.350 \text{ €}}$$

Timón y accesorios

$$Ctim = 40 \cdot Ltim^2 \cdot Htim$$

Donde:

$Ltim$: es la longitud del timón (7,63 m.)

H_{tim}: altura del timón (12,1 m.)

Por tanto:

$$\underline{\underline{C_{tim} = 28.177 \text{ €}}}$$

Preparación de superficies

Se toma un coste unitario de imprimación de 2 € por metro cuadrado y de granallado de superficies externas de 8 € por metro cuadrado, e internas de 15 € por metro cuadrado.

$$\underline{\underline{C_{imprimación} = 2 \cdot \text{Superficie total} = 2 \cdot 42552.62 = 85.105,24 \text{ €}}}$$

$$\underline{\underline{C_{granallado (exterior)}} = 8 \cdot \text{Superficie exterior} = 8 \cdot 21276.31 = 170.210,48 \text{ €}}$$

$$\underline{\underline{C_{granallado (interior)}} = 15 \cdot \text{Superficie interior} = 15 \cdot 21276.31 = 319.144,65 \text{ €}}$$

Pintura y control de corrosión

Pintura exterior del casco (obra viva)

$$C_{ov} = S_{ov} \cdot K_{ov} \cdot e_{ov} = 54.662,3 \text{ €}$$

Estimaremos el coste unitario como $K_{ov} = 0.011 \text{ €/m}^2/\text{micra}$ de espesor. Será pintura epoxy.

Tomaremos espesor estándar de 350 μ .

$$S_{ov} = 14.198 \text{ m}^2 \text{ (Maxsurf)}$$

Pintura exterior del casco (obra muerta)

Estimaremos el coste unitario como $K_{om} = 0.011 \text{ €/m}^2/\text{micra}$ de espesor. Será pintura epoxy.

$$C_{pintura (om)} = 0.011 \cdot 7078,31 \cdot 185 = 14.404,36 \text{ €}$$

Pintura interior del casco

Estimaremos el coste unitario como $K_{oi} = 0.011 \text{ €/m}^2/\text{micra}$ de espesor. Será pintura epoxy.

$$C_{pintura (interior casco)} = 0.011 \cdot 21067.31 \cdot 100 = 23.174 \text{ €}$$

Pintura de tuberías

Se estima su costo mediante la expresión:

$$C_{pt} = 0,18 \cdot (0,057 \cdot BHP + 0,18 \cdot L) \cdot K = 0,18 \cdot (0,057 \cdot 47670 + 0,18 \cdot 269,7) \cdot 4,8 = 2.389,60 \text{ €.}$$

Donde K tomará el valor de 4,80 por haber elegido una pintura de tipo zinc-epoxy.

Galvanizado y Cementado

El costo se estimará como el 7,5% del costo total de pintado del casco (interior y exterior de obra viva y obra muerta).

$$C_{galvanizado} = 0,075 \cdot (C_{pinturaOV} + C_{pinturaOM}) = 0,075 \cdot (37578,36) = 2.818,37 \text{ €}$$

Protección catódica

El costo de la protección catódica por ánodos de sacrificio puede estimarse mediante la fórmula:

$$Cpc = 1,55 \cdot Sm = 1,55 \cdot 14198 = \mathbf{22.006,9 \text{ €}}$$

CASCO	
Acero laminado	
Casco	14897272,5
Palos	1728
Resto mat. Casco	
Piezas fundidas y forjadas	28375
Mat. Aux. constr.	1439350
Timón	28177
<u>Prep. Sup.</u>	
Imprimación	85105,24
Granallado (ext.)	170210,48
Granallado (int.)	319144,65
<u>Pintura y corrosión</u>	
Pintura OV	54662,3
Pintura OM	14404,36
Pintura int. Casco	23174
Pintura tuberías	2389,6
Galvanizado y cementado	2818,37
Protección catódica	22006,9
TOTAL	17088818,4

EQUIPO, ARMAMENTO E INSTALACIONES

Equipos de amarre y fondeo

Anclas

El coste total puede estimarse tomando un coste unitario de 2500 €/t.

$$\text{Canclas} = 2500 \cdot T = 2500 \cdot (3 \text{ anclas} \cdot 20 \text{ t}) = \mathbf{150.000 \text{ €}}$$

Cadenas, cables y estachas

Estimaremos su coste mediante la expresión:

$$C_{cce} = 0,15 \cdot K \cdot d^2 \cdot L_c = 0,15 \cdot 0,305 \cdot 1272 \cdot 770 = \mathbf{568.184,35 \text{ €}}$$

Donde:

K = 0,305, por tratarse de acero de alta resistencia.

d: es el diámetro de cadena d = 111 mm

Lc, es la longitud total de cadenas (770 m.)

Medios de salvamento

Botes salvavidas

Estimaremos su costo en función de su tipo y capacidad mediante la expresión:

$$C_{bo} = K_{bo} \cdot N_p^{2/3} = 3000 \cdot 35^{2/3} = 35.088,21 \text{ €}$$

Donde:

K = 3000 por tratarse de botes de motor cerrados.

Np: es el número de personas de capacidad del bote. Np = 40

Como tenemos dos botes salvavidas:= **70.176,42**

Bote de rescate

Uno de los botes salvavidas tendrá la función de bote de rescate.

Balsas salvavidas

$$C_{ba} = K_{ba} \cdot N_p^{1/3} = 1200 \cdot 20^{1/3} = 3.257,30 \text{ €}$$

Como tenemos dos balsas salvavidas de 20 personas deberemos multiplicar por 2:

$$C_{ba} = 2 \cdot C_{ba} = 2 \cdot 3.257,30 = \mathbf{6.514,60 \text{ €}}$$

Donde: Kba = 1200 por tratarse de balsas arriables

$$C_{ba} = K_{ba} \cdot N_p^{1/3} = 1200 \cdot 15^{1/3} = 2.959,45 \text{ €}$$

Como tenemos dos balsas salvavidas de 15 personas deberemos multiplicar por 2:

$$C_{ba} = 2 \cdot C_{ba} = 2 \cdot 2.959,45 = \mathbf{5.918,90 \text{ €}}$$

Donde: Kba = 1200 por tratarse de balsas arriables

Dispositivos de lanzamiento de botes y balsas

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

$$C_{pb} = K_{pb} \cdot N_p^{2/3} = 4000 \cdot 35^{2/3} = 42.799,5 \text{ €}$$

Donde:

Kpb es 4000 , por ser botes cerrados

Np, es el número de personas de capacidad del bote.

Como tenemos dos botes salvavidas, multiplicamos por dos el valor obtenido.

$$C_{pb} = \mathbf{85.599 \text{ €}}$$

Varios

El costo de los aros, chalecos, señales, aparatos lanzacabos y elementos diversos de salvamento se puede estimar mediante la expresión:

$$C_v = 2500 + 30 \cdot N = 2500 + 30 \cdot 35 = \mathbf{3.550 \text{ €}}$$

Donde N es el número total de personas a bordo, N = 35.

Habilitación de alojamientos

Estimamos su costo mediante la expresión:

$$C_h = K_h \cdot S_h = 230 \cdot 2040 = \mathbf{469.200 \text{ €}}$$

Donde:

S_h: es el área de la habitación en m², S_h = 2040 m²

K_n: es 230 €/m².

Equipos de fonda y hotel

Cocina y oficinas

$$C_{co} = K_{co} \cdot N = 420 \cdot 35 = \mathbf{14.700 \text{ €}}$$

Donde:

K_{co} vale 420, por ser el valor para buques oceánicos.

N es el número total de personas a bordo (35).

Gambuzas frigoríficas

$$C = 1800 \cdot V^{2/3} = 1800 \cdot 203^{2/3} = \mathbf{62.173,2 \text{ €}}$$

Siendo V el volumen neto de la gambuza., $V = 203 \text{ m}^3$

Equipos de lavandería y varios

Se estima el costo como 240€ por persona de la tripulación que permanece a bordo.

$$\text{Clavandería} = 240 \cdot 35 = \mathbf{8.400 \text{ €}}$$

Equipos de acondicionamiento en alojamientos

Equipos de acondicionamiento

Para los equipos de calefacción y aire acondicionado puede tomarse el coste unitario de 60€/m² de espacio de habitación.

$$\text{Cacondicionamiento} = 60 \cdot 2040 = \mathbf{122.400 \text{ €}}$$

Varios

Estimamos su costo en 72€ por persona

$$\text{Cvarios} = 72 \cdot 35 = \mathbf{2.520 \text{ €}}$$

Equipos de navegación y comunicaciones

Su costo se estima a partir de los rangos unitarios dados en la tabla. Como la tecnología del buque proyecto es elevada seleccionaremos costos altos dentro de sus rangos.

Equipos de navegación

EQUIPO	COSTE (€)
Compás magnético	2500
Compás giroscópico	40000
Piloto automático	6000
Radar de movimiento verdadero	51600
Radar de movimiento relativo	12000
Radiogoniómetro	6000
Receptor de cartas	4800
Corredera	6000
Sonda	4200

GPS	7200
TOTAL EQUIPOS NAVEG.	140300

Equipos auxiliares de navegación

Se estima aplicando un 8% al costo anterior:

$$\text{Equipos auxiliares} = 0.08 \cdot 140300 = \mathbf{11.224 \text{ €}}$$

Comunicaciones externas

Se estima su costo en unos **100.000 €**

Comunicaciones internas

Se estima su costo en **30.000 €**

Medios contra incendios

Su costo puede estimarse mediante la expresión:

$$C_{im} = 8,4 \cdot L_m \cdot B \cdot D_m = 8,4 \cdot 40 \cdot 43,2 \cdot 24,3 = \mathbf{352.719,36 \text{ €}}$$

Donde:

Lm: es la eslora de cámara de máquinas en metros, Lm = 40.0 m

Dm: es el puntal de cámara de máquinas en metros, Dm = 23,8 m

Instalación eléctrica

Su costo puede estimarse mediante la expresión:

$$C_{\text{instalación eléctrica}} = 480 \cdot K_w^{0,77} = 480 \cdot 64600^{0,77} = \mathbf{2.427.282,23 \text{ €}}$$

Donde:

KW = potencia instalada en Kw

Tuberías

Su costo puede estimarse mediante la expresión:

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

$$C_t = 2705 \cdot (0,015 \cdot 40 \cdot 43,2 \cdot 23,8 + 0,18 \cdot 269,7) + 8 \cdot 64600 + 1,5 \cdot (3 \cdot 40 \cdot 43,2 \cdot 23,8 + 265675 + 4 \cdot 2040)$$

$$C_t = \mathbf{2.524.193,45 \text{ €}}$$

Donde:

Kt = 5, 6 u 8, dependiendo de que el motor propulsor queme combustible ligero o pesado. Como en nuestro caso usamos fuel tomaremos el valor Kt = 8.

Lm: eslora de cámara de máquinas, Lm = 40.0 m

Dm: puntal de cámara de máquinas, Dm = 23,8 m

Qb: volumen de bodegas en m³ (265.675)

Accesorios de equipo, armamento e instalaciones

Puertas metálicas, ventanas y portillos

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

Tendremos, por tanto:

$$C_{ppv} = 14.904 \text{ €}$$

Escaleras, pasamanos y candeleros

$$C_{espc} = 12,2 \cdot L^{1,6}$$

Tendremos
 $C_{espc} = 94.573,47 \text{ €}$

Escotillas de acceso, lumbreras y registros

$$C_{eslr} = 12,6 \cdot L^{1,5}$$

Por tanto:

$$C_{eslr} = 55.807,42 \text{ €}$$

Accesorios de fondeo y amarre

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

$$C_{aafa} = 404.435,55 \text{ €}$$

Escalas reales

Su costo se estimará mediante la fórmula:

$$C_{erp} = 2000 + 1350 \cdot (D - 0,03 \cdot L) \cdot N^{er} = 2000 + 1350 \cdot (26,3 - 0,03 \cdot 269,7) \cdot 2$$

$$C_{erp} = 53.164,3 \text{ €}$$

Donde :

Ner es el número de escalas que en nuestro caso es 2.

Toldas, fundas y accesorios de estiba y respetos

$$C_{tf} = 40 \cdot (L + (B + D))^{0,68} = 40 \cdot (269,7 + (43,2 + 26,3))^{0,68} = 2.102,66 \text{ €}$$

EQUIPO, ARMAMENTO E INSTALACIONES	
Amarre y fondeo	
Anclas	150000
Cadenas, cables y estachas	568184,35
Medios de salvamento	
Botes salvavidas	70176,42
Balsas salvavidas	12433,5
Disp. de lanzamiento	85599
Varios	3550
Habilitación de alojamientos	
Equipos de fonda y hotel	
Cocina y oficios	14700
Gambuzas frigoríficas	62173,2
Equipos de lav. Y varios	8400

Eq. de acondic. alojamientos	
Eq acondicionamiento	122400
Varios	2520
Equipos de nav. y com.	
Equipos de navegación	140300
Equipos auxiliares	11224
Comunicaciones externas	100000
Comunicaciones internas	30000
Medios contraincendios	352719,36
Instalación eléctrica	2427282,23
Tuberías	2524193,45
Accesorios de eq, arm e inst	
Puertas, ventanas y portillos	14904
Escaleras, pasamanos y cand.	94573,47
Escotillas, lumb. y registros	55807,42
Accesorios de fondeo y am.	404435,55
Escalas reales	53164,3
Toldas, fundas y accesorios	2102,66
TOTAL	7780042,91

MAQUINARIA AUXILIAR DE CUBIERTA

Equipo de gobierno

Servomotor

Su costo se evaluará mediante la siguiente expresión, en función del par M (t·m)

$$C_{sm} = 3700 \cdot M^{2/3} = (2) \cdot 3700 \cdot 3005,06^{2/3} = \mathbf{1.540.992,34€}$$

Equipo de fondeo y amarre

Molinete

Su costo puede estimarse mediante la expresión:

$$C_m = 300 \cdot d^{1,3} = (2) \cdot 300 \cdot 111^{1,3} = \mathbf{273.571,67 €}$$

Chigres de maniobra y sus equipos de accionamiento

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

$$C_{ma} = 7800 \cdot T_{ma}^{2/3} = (2) \cdot 7800 \cdot 10^{2/3} = \mathbf{72.408,77 €}$$

$$C_{ma} = 7800 \cdot T_{ma}^{2/3} = (4) \cdot 7800 \cdot 20^{2/3} = \mathbf{229.878,97 €}$$

MAQUINARIA AUXILIAR DE CUBIERTA	
Servomotor	1540992,34

Fondeo y amarre	
Molinete	273571,67
Chigre	302287,74
TOTAL	2116851,75

INSTALACIÓN PROPULSORA

Máquinas generadoras

$$C_{mg} = 40 \cdot N_c^{0,85} \cdot \frac{DIA^{2,2}}{rpm^{0,75}} \cdot n$$

Donde:

Nc: número de cilindros de los motores generadores

DIA: diámetro de los cilindros del motor (500)

rpm: .revoluciones por minuto (500)

n: número de motores

En nuestro caso tenemos dos tipos de motores (y un par de cada tipo), por tanto:

Para el motor 18V50

$$C_{mg} = 7.648.532,61 \text{ €}$$

Para el motor 16V50

$$C_{mg} = 6.919.878,65 \text{ €}$$

$$C_{\text{Total máquinas generadoras}} = \mathbf{14.568.411,26 \text{ €}}$$

Máquinas propulsoras

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

Donde:

kkW: potencia eléctrica entregada (30 MW)

rrpm: revoluciones por minuto (740)

Como tenemos dos motores propulsores:

$$C_{mp} = \mathbf{339.874,71 \text{ €}}$$

Línea de ejes

Acoplamientos y embragues

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

$$C_{ae} = 1700 \cdot (BHP/RPM) \cdot n = 1700 \cdot (22000/600) \cdot 2 = \mathbf{121.833,33 \text{ €}}$$

Reductora

El costo de reductores y reductores-inversores puede estimarse con la fórmula:

$$Cr = 25.000 \cdot Pr^{0,5} \cdot 2 = 25000 \cdot 9^{0,5} \cdot 2 = \mathbf{150.000 \text{ €}}$$

En que Pr es el peso en t. Como desconocemos el peso de la reductora en esta fase preliminar lo estimaremos en 9 toneladas.

Líneas de ejes y chumaceras

Su costo puede estimarse con la fórmula:

$$Cec = 3,6 \cdot BHP \cdot n = 3,6 \cdot 22000 \cdot 2 = \mathbf{154.800 \text{ €}}$$

Bocina y su cierre

Para estimar su costo puede emplearse la expresión:

$$Cbc = 7,515 \cdot BHP^{0,85} \cdot n = 7,515 \cdot 22000^{0,85} \cdot 2 = \mathbf{72.365,51 \text{ €}}$$

Hélices

Los costes unitarios de hélices de paso fijo están en una banda comprendida entre 4.500 € y 8.000 € por tonelada, dependiendo del material de las mismas.

Precios más bajos para hélices de bronce, aumentando el mismo cuando son de CuNiAl. En el caso del buque de proyecto, se toma el valor alto de la gama (CuNiAl), por lo que:

$$Chélice = 8000 \cdot Ph \cdot n = 8000 \cdot 40,96 \cdot 2 = \mathbf{655.360 \text{ €}}$$

INSTALACIÓN PROPULSORA	
Máquinas generadoras	14568411,3
Máquinas propulsoras	339874,71
Línea de ejes	
Acoplamientos y embragues	121833,33
Reductora	150000
Línea de ejes y chum.	154800
Bocina y su cierre	72365,51
Hélices	655360
TOTAL	16062644,8

MÁQUINAS AUXILIARES DE PROPULSIÓN

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

Su costo puede estimarse mediante la fórmula:

$$Ccr1 = 6000 + (K1 + K2) \cdot BHP = 6000 + 2,4 \cdot 49400 = \mathbf{124.560 \text{ €}}$$

Donde K1 vale 1.2 o 2.4 para motores de 2 o 4 tiempos, respectivamente, y K2 vale 1 o 0 según existe o no enfriador central de placas de titanio. En nuestro caso K1 = 2,4 y K2 = 0.

Aunque nuestro propulsor no es un motor de dos tiempos, tomaremos las constantes de éste por ser las más altas.

Equipos de generación de vapor

Su costo puede estimarse con la expresión:

$$C_{gv} = 15 \cdot (N_{ca} \cdot Q_{vg}) + 4,8 \cdot (N_{cf} \cdot Q_{vf}) + 6,6 \cdot N_{cm} \cdot Q_{cm} = 4,8 \cdot 2 \cdot 66,56 = \mathbf{638,98 \text{ €}}$$

Donde:

N_{ca} = N° de calderetas de gases de escape

N_{cf} = N° de calderetas de quemadores, $N_{cf} = 2$

N_{cm} = N° de calderetas mixtas

Q_{vg} = producción de vapor de cada caldereta de gases de escape, en t/h

Q_{cm} = producción de vapor de cada caldereta mixta, en t/h

Q_{vf} = producción de vapor caldereta de quemadores t/h, $Q_{vf} = 66,56$ t/h

Purificadoras estáticas

Su costo puede estimarse mediante la expresión:

$$C = 1000 + 0,2 \cdot \text{BHP} = 1000 + 0,2 \cdot 49400 = \mathbf{10.880 \text{ €}}$$

Equipo de arranque de motores

Su costo se puede estimar mediante la expresión:

$$C = 78 \cdot N_{co} \cdot Q_{co} = 78 \cdot 8 \cdot 3,6 = \mathbf{2.246,4 \text{ €}}$$

Donde:

N_{co} : número de compresores

Q_{co} : caudal unitario en m³/h.

Equipo de manejo de lodos. Trasiegos y derrames

Su costo medio puede estimarse en **1.500 €**

Equipo de tratamiento por aditivos para limpieza

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

$$C_{ta} = 24 \cdot \text{BHP}^{2/3} = 24 \cdot 49400^{2/3} = \mathbf{32.311,90 \text{ €}}$$

Equipos de mezcla de combustible

Su costo medio puede estimarse en **42.000 €**

Equipos auxiliares de casco

Bombas de contra incendios, de lastre, de servicios generales y sus sentinas

Su costo puede expresarse mediante la ecuación:

$$C_{il} = 600 \cdot k_1 \cdot Q_{bs}^{1/3} + 960 \cdot k_2 \cdot Q_{ci}^{1/3} + 960 \cdot k_3 \cdot Q_{ci}^{1/3} + 1100 \cdot k_4 \cdot Q_{bs}$$

Donde:

Q_{bs} = caudal de la bomba de sentinas, en m³/h

Q_{ci} = caudal de la bomba de contra incendios en m³/h

El caudal (total) de la bomba de sentinas es de 387 m³/h

El caudal (total) de la bomba contra incendios es de 516 m³/h

Donde C_m vale 11.0 o 18.0, para buques de eslora inferior o superior a 35 m, respectivamente. En nuestro caso $C_m = 18$.

Las constantes K_1 , K_2 , K_3 y K_4 dependen del Registro Bruto, como se indica en la tabla siguiente:

GT	<150	<1000	<2000	<4000	>4000
K1	1	2	2	2	3
K2	1	2	2	2	3
K3	0	0	2.5	4	4
K4	0	0	1	1	1

$$Cil = 600 \cdot 3 \cdot 67.5^{1/3} + 960 \cdot 3 \cdot 90^{1/3} + 960 \cdot 4 \cdot 90^{1/3} + 1100 \cdot 1 \cdot 67.5 = 492.716,85 \text{ €}$$

Separadoras de sentinas con sus bombas y alarmas

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

$$C_{ss} = 156 \cdot GT^{0.5} + 5100 \cdot K_{ss} = 156 \cdot 94765^{0.5} + 5100 \cdot 1 = 53.122,92 \text{ €}$$

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

Equipos sanitarios

Generador de agua dulce

El costo unitario puede estimarse con la fórmula:

$$C_{gad} = 1380 \cdot Q_{gad} = 1380 \cdot 4.55 = 6.279 \text{ €}$$

En que Q_{gad} es el caudal del generador, en t/día:

$$Q = 4.55 \text{ t/día}$$

Grupos Hidróforos

Su costo puede aproximarse con la expresión:

$$C_{gh} = 660 \cdot N^{0.5} = 660 \cdot 35^{0.5} = 3.549,64 \text{ €}$$

En que N es el número total de personas que pernoctan a bordo (tripulación, pasaje y personal de fonda).

Planta de Tratamiento de aguas fecales

Su costo puede estimarse con la fórmula:

$$C_{tf} = 2640 \cdot N^{0.4} = 2640 \cdot 35^{0.4} = 10.945,38 \text{ €}$$

Incinerador de residuos sólidos

Su costo puede expresarse en la forma:

$$C_{ir} = 11400 \cdot N^{0.2} = 11400 \cdot 35^{0.2} = 23.212,31 \text{ €}$$

Varios

Ventiladores de Cámara de Máquinas

Su costo puede aproximarse con la expresión:

$$C = 7,5 \cdot N_v \cdot Q_v^{0.5} + 5,52 \cdot K_f \cdot BHP^{0.5} = 7,5 \cdot 6 \cdot 72000^{0.5} + 5,52 \cdot 1 \cdot 47670^{0.5} = 25.354,74 \text{ €}$$

Donde:

N_v , es el número de ventiladores;

Q_v el caudal unitario, en m³/h,

K_f vale 1 ó 0 según que el motor queme o no combustible pesado, nosotros como quemamos fuel tomamos $K_f = 1$.

Equipos de desmontaje

El costo de equipos de desmontaje en Cámara de Máquinas puede expresarse en la forma:

$$C_{ed} = 0,84 \cdot K_{ed} \cdot BHP = 0,84 \cdot 3 \cdot 47670 = 120.184,4 \text{ €}$$

En que K vale 1 para viga carril y 3 para puente grúa. En nuestro caso K=3
Ademas como tenemos dos equipos de este tipo:

$$Ced = 2 \cdot Ced = 240.256,8 \text{ €}$$

Taller de máquinas

Su costo oscila entre 3.600 y 13.200, según el nivel.

En nuestro caso: Ctaller = **8500 €**, por ser un buque de alto nivel de complejidad, por lo que supondremos que su taller ha de estar bien equipado.

MÁQUINAS AUXILIARES DE PROPULSIÓN	
Eq. De cir, refr y lubricación	124560
Equipos gen. De vapor	638,98
Purificadoras estáticas	10880
Equipo de arranq de motores	2246,4
Eq. Manejo de lodos	1500
Equipo de trat y limpieza	32311,9
Equipo de mezcla de comb.	42000
Equipos auxiliares de casco	
Bombas (Cl, lastre, sentinas..)	492716,85
Separadoras de sentinas	53122,92
Equipos sanitarios	
Generador de agua dulce	6279
Grupos hidróforos	3549,74
Planta trat aguas fecales	10945,38
Incinerador	23212,31
Varios	
Ventiladores Cám máq.	25354,74
Equipos de desmontaje	240256,8
Taller de máquinas	8500
TOTAL	1078075,02

INSTALACIONES ESPECIALES

Equipos especiales de servicio de la carga

Tanques de carga especiales

Elegiremos la fórmula para buques refrigerados LPG por ser la que más se aproxima a nuestro caso. El costo de los tanques prismáticos de Buques LPG puede estimarse con la fórmula:

$$Ctp = 63 \cdot Qm^{0,975}$$

Donde:

Qm: es la capacidad de nuestros tanques de carga (145.000 m³).

Por tanto tendremos que:

$$C_{tp} = 6.786.945,34 \text{ €}$$

La expresión anterior, referida siempre a aceros para bajas temperaturas, es independiente de su límite elástico

El costo del aislamiento de tanques prismáticos puede aproximarse con la expresión:

$$Cap = 660 \cdot Q_m^{2/3}$$

Tendremos por tanto:

$$Cap = 1.821.612,23 \text{ €}$$

El costo de los soportes de tanques prismáticos puede expresarse como:

$$Cap = 38,1 \cdot Q_m^{0,82}$$

Tendremos por tanto:

$$Cap = 650.499,15 \text{ €}$$

Equipos para manejo de líquidos

El costo de Bombas Centrífugas de Descarga puede aproximarse con la expresión:

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

$$C_{bc} = 712.667,54 \text{ €}$$

Donde:

K1 = 1 o 1.4, según que el accionamiento sea eléctrico o por turbina de vapor.

K2 = 1 o 2, según se utilicen materiales normales o acero inoxidable. Las nuestras son de acero inoxidable, con lo que K2 = 2.

Qb = caudal de cada bomba, en m³/h. Qb = 1752,58 m³/h

Hd = altura de descarga, en m. Hd = 29 m

Nb = número de bombas, Nb = 8

Equipos de acondicionamiento y limpieza de espacios de carga

El costo de Equipos de Ventilación y Desgasificación Portátiles pueden estimarse como:

$$C_{vp} = 3.600 \cdot N_{vp} = 3600 \cdot 4 = 14.400 \text{ €}$$

En que Nvp es el número de ventiladores portátiles.

El costo de Máquinas de Limpieza Fijas puede expresarse como:

$$C_{lf} = 6 \cdot L \cdot B = 6 \cdot 269,7 \cdot 43,2 = 69.906,24 \text{ €}$$

En que L y B son la eslora y la manga, en m.

Planta de relicuefacción

Puede estimarse con la fórmula:

$$C_{pr} = 9200 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot Q^{2/3} = 23.868.451,34 \text{ €}$$

Donde:

Q = volumen de tanques, en m³

K1 = 0,93 o 1, según que la tubería sea de acero al C o acero inoxidable

$K2 = 0,94$ o 1 , según se trate de un buque sencillo, con segregación única, o de un buque complejo, con varias segregaciones.

Instalaciones y equipos de automatización, telecontrol y alarma Cabina y Puestos de Control

Su costo puede estimarse con la fórmula:

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

$$C_{cc} = \mathbf{52.282,25€}$$

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

En nuestro caso $S_{cc} = 96 m^2$

Dispositivos de automatización y control reglamentarios

Su costo puede estimarse como:

$$C = 3240 \cdot K1 \cdot (BHP)^{1/3} = 3240 \cdot 1,5 \cdot 49400^{1/3} = \mathbf{176.218,42 €}$$

En que $K1$ vale 1 o 1.5 según que la automatización sea solo para navegación libre, o también para maniobra. En nuestro caso $K1 = 1,5$.

Restantes dispositivos de automatización y control

Su costo puede variar de 12.000 a $50.000 €$, dependiendo del nivel de complejidad.

En nuestro caso debido a la complejidad de nuestro buque optaremos por un valor alto:

$$C = \mathbf{35.000 €}$$

Instalaciones y equipos especiales contraincendios

Instalaciones contraincendios de carácter estructural

Su costo puede estimarse como:

$$C_{ci} = K_{ci} + 5,5 \cdot S_h = 4600 + 5,5 \cdot 2040 = \mathbf{15.820 €}$$

En que S_h es la superficie de alojamientos, en m^2 , y K_{ci} vale 16000 para buques de pasaje, y 4600 para otros buques provistos de estas instalaciones.

Instalaciones Fijas de Contraincendios en Cubierta

Su costo puede estimarse como:

$$C = 11 \cdot (1 + 0,0013L) \cdot L \cdot B = 11 \cdot (1 + 0,0013 \cdot 269,7) \cdot 269,7 \cdot 43,2$$

$$C = \mathbf{173.096,12 €}$$

Instalaciones Rociadoras de Agua

Su costo puede estimarse como:

$$C_{ra} = 4 \cdot S_h = 4 \cdot 2040 = \mathbf{8.160 €}$$

Equipos detectores de incendios en cámara de máquinas

Su costo puede estimarse como:

$$C_{dim} = 8 \cdot K1 \cdot L_m \cdot D_m \cdot B + 1.224 \cdot K2 \cdot N_{ch}$$

$$C_{dim} = 8 \cdot 1 \cdot 40 \cdot 23,8 \cdot 43,2 + 1.224 \cdot 1 \cdot 3 = \mathbf{339.595,2 €}$$

Donde:

$K1 = 0$ ó 1 , según que la Cámara de Máquinas sea atendida o desatendida.

$K2 = 1$ ó 0 , según exista o no detección de incendios en alojamientos. En nuestro caso

$K2 = 1$.

L_m = eslora de Cámara de Máquinas, en m. $L_m = 40.0$

D_m = puntal de cámara de máquinas, en m. $D_m = 24,3 m$

N_{ch} = número de cubiertas en alojamientos. $N_{ch} = 3$

$B = 43,2 m$.

Instalaciones y equipos especiales de seguridad

Planta de gas inerte

Su costo puede evaluarse mediante la expresión:

$$C_{gi} = K_{gi} \cdot Q_{gingi} = 9000 \cdot 5000^{0,38} = \mathbf{229.008,24 \text{ €}}$$

Donde:

K_{gi} = 360 para plantas con generador y quemador propio, o 9.000 para plantas que utilizan gases de combustión de calderas.

N_{gi} = 0,77 para plantas con generador y quemador, o 0,38 para plantas que utilizan gases de combustión de calderas.

Q_{gi} = capacidad de la planta, en m³/h. En nuestro caso Q_{gi} = 5000 m³/h

INSTALACIONES ESPECIALES	
Equipos esp de serv. De carga	
Tanques de carga especiales	6786945,34
Aislamiento tanques	1821612,23
Soporte tanques	650499,15
Equipos manejo líquidos	712667,54
Equipos de limpieza	
Equipos de ventilación	14400
Máquinas de limpieza	69906,24
Planta de relicuefacción	23868451,3
Equipos de automatización	
Puestos de control	52280,25
Disp de automatización	176218,42
Dispositivos restantes	35000
Inst. y equipos esp. CI	
CI estructural	15820
CI en cubierta	173096,12
Rociadores	8160
Equipos det. De incendios	339595,2
Equipos de seguridad	
Planta de gas inerte	229008,24
TOTAL	34953660,1

Sumando todas las partidas, tenemos un coste total de materiales y equipos de:

$$C = \mathbf{79.080.093 \text{ €}}$$

3.2-COSTE DE LA MANO DE OBRA

CASCO

Acero laminado

Las horas de elaboración, prefabricación y montaje de casco, asignables a acero laminado, son difíciles de estimar, por lo que no intentaremos dar, para evaluarlas, ningún método de validez general. Nos limitaremos, por tanto a identificar los factores de los que pueden depender dichas horas y a dar un tipo genérico de fórmula que podría emplearse para estimarlas.

De acuerdo con lo anterior las horas de elaboración, prefabricación y montaje de casco podrían estimarse como:

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

$$H_c = 60 \cdot 22604 \cdot (1 + 0,3 \cdot (1 - 0,7673)) \cdot (1 + 0,04) \cdot (1) \cdot (1 + 0,05 \cdot (1 - 1))$$

$$\mathbf{H_c = 1.852.620,32 \text{ horas}}$$

Donde:

K_{ba} , es el índice de mano de obra de casco, en horas/tonelada neta. Normalmente $20 < K_{ba} < 100$. Tomaremos un índice intermedio, $K_{ba} = 60$.

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

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

C_f , es el coeficiente de forma, cogemos el de bloque.

K_b , es el índice de bulbo, que puede ser del orden de 0,04, si hay bulbo, como es nuestro caso.

K_e , es el índice de complejidad de acero especial, que puede ser del orden de 0,5. En nuestro caso como no tenemos acero especial $K_e = 0$.

C_e , es el coeficiente de peso de acero especial, referido al peso total de acero, y expresado en tanto por uno. $C_e = 0$.

K_c , es el coeficiente del número de cubierta que tomaremos igual a 0,05.

N_c , es el número de cubiertas fuera de Cámara de máquinas y zonas extremas

Resto de materiales del casco

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

$$H_{pf} = 25 + 250 \cdot P_{al} + 30 \cdot L^{1/3} \cdot H \cdot K_1 = 25 + 250 \cdot 0 + 30 \cdot 269,7^{1/3} \cdot 12,6 \cdot 1 = \mathbf{2.467,22 \text{ horas}}$$

Donde:

P_{al} , es el peso de aluminio, en toneladas, en nuestro caso $P_{al} = 0$.

K_1 , vale uno por tener nuestro buque una hélice

H , es el calado de escantillonado, $H = 12,84$ metros.

Timón y accesorios

Las horas correspondientes pueden aproximarse con la expresión:

$$H_{tim} = 100 \cdot N_{tim} \cdot L_{tim} \cdot H_{tim} = 100 \cdot 1 \cdot 7,63 \cdot 12,1 = \mathbf{9.232,3 \text{ horas}}$$

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 obra viva y obra muerta, y la superficie interior.

$$\text{Horas ps} = 0,02 \cdot \text{Superficie} = 0,02 \cdot 42552,62 = \mathbf{851,05 \text{ horas}}$$

Pinturas y control de corrosión

Las horas correspondientes pueden estimarse como:

$$H = 0,25 \cdot S_{mom} \cdot (1 + 0,3 \cdot N_{om}) + 0,35 \cdot S_{ov} \cdot N_{ov}/4 + 0,40 \cdot S_i \cdot N_i$$

$$H = 0,25 \cdot 7078,31 \cdot (1 + 0,3 \cdot 3) + 0,35 \cdot 14198 \cdot 3/4 + 0,40 \cdot 21067,31 \cdot 3$$

$$\mathbf{H = 32.369,94 \text{ horas}}$$

Donde:

S_{om} , el área exterior de la obra muerta: 7078,31 m²

Sov, el área de la obra viva: 14198 m²

Si, es el área interior: 21067,31 m²

Nom, Nov y Ni representan los correspondientes números de manos aplicadas.

$$\text{Nom} = \text{Nov} = \text{Ni} = 3.$$

CASCO	
Acero laminado	1852620,32
Resto de materiales	2467,22
Timón	9232,3
Preparación de superficies	851,05
Pintura y control de corrosión	32369,94
TOTAL	1897540,83

EQUIPO, ARMAMENTO E INSTALACIONES

Equipo de fondeo, amarre y remolque

Las horas correspondientes pueden estimarse como:

$$H_{\text{far}} = 27 \cdot Pa^{0,4} = 27 \cdot 60^{0,4} = \mathbf{139 \text{ horas}}$$

Donde:

Pa, es el peso de las anclas, en toneladas. $Pa = 20 \cdot 3 = 60 \text{ t}$

Medios de salvamento

Las horas correspondientes pueden aproximarse por la siguiente expresión:

$$H_{\text{ms}} = 300 + 1,5 \cdot N = 300 + 1,5 \cdot 35 = \mathbf{352,5 \text{ horas.}}$$

Donde:

N es el número de tripulantes, en nuestro caso $N = 35$

Habilitación de alojamientos

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

Los metros cuadrados de habilitación son los siguientes:

$$Sh = 1620 \text{ m}^2$$

Con lo que el número de horas de alojamientos será:

$$H_{\text{al}} = 16 \cdot Sh = 16 \cdot 1620 = \mathbf{25.920 \text{ horas.}}$$

Equipos de fonda y hotel

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

Como en nuestro caso tenemos 35 tripulantes

$$H_{\text{efh}} = 35 \text{ tripulantes} \cdot 115 \text{ h/tripulantes} = \mathbf{4.025 \text{ horas}}$$

Equipos de acondicionamiento de alojamientos

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

$$H_{\text{acond}} = 2 \cdot 2040 = 2 \cdot 2040 = \mathbf{4.080 \text{ horas}}$$

Equipos de navegación y comunicaciones

Las horas pueden estimarse con la fórmula:

$$H_{\text{nc}} = 330 \cdot N_c^{-6} = 330 \cdot 10^{-6} = 0,00033 \text{ horas. Tomaremos } \mathbf{1 \text{ hora}}$$

Donde:

Nc, el número de equipos, $N_c = 10$.

Medios CI convencionales

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

$$H_{mcic} = L_{pp} \cdot 5,5 \text{ h/m} = 269,7 \cdot 5,5 \text{ h/m} = \mathbf{1.483,35 \text{ horas}}$$

Equipos convencionales del servicio de la carga

Las horas pueden estimarse como 100h/bodegas. Como en nuestro caso tenemos 4 tanques:

$$\text{Horas} = 100 \cdot 4 = \mathbf{400 \text{ horas}}$$

Instalación eléctrica

Las horas correspondientes pueden estimarse mediante la fórmula:

$$H_{ce} = 4 \cdot Sh + 6 \cdot Kw = 4 \cdot 2040 + 6 \cdot 0 = \mathbf{8.160 \text{ horas}}$$

Tuberías

Las horas correspondientes pueden estimarse con la expresión:

$$H_{tb} = 11 \cdot BHP^{0,35} = 11 \cdot 49400^{0,35} = \mathbf{483,24 \text{ horas}}$$

Accesorios de equipo, armamento e instalaciones

Las horas correspondientes se estimarán mediante la expresión:

$$H = 80 \cdot N + 56 \cdot (L - 15) + 0,9 \cdot L \cdot (B + D) + 2 \cdot L + 50 \cdot N_{bo} + 100 \cdot N_{pb} + 100 \cdot N_{gm}$$

$$H = 80 \cdot 35 + 56 \cdot (269,7 - 15) + 0,9 \cdot 269,7 \cdot (43,2 + 26,3) + 2 \cdot 269,7 + 50 \cdot 2 + 100 \cdot 2 + 100 \cdot 2$$

$$\mathbf{H = 34.972,33 \text{ horas}}$$

Donde:

L = 269,7 m

B = 43.2 m

D = 26,3 m

N_{bo} = número de botes de servicio, N_{bo} = 2

N_{pb} = número de pescantes de botes, N_{pb} = 2

N_{gm} = número de grúas de máquinas. N_{gm} = 2

EQUIPO, ARMAMENTO E INSTALACIONES	
Eq. Fondeo, amarre y remolque	139
Medios de salvamento	352,5
Habilitación de alojamientos	25920
Equipos de fonda y hotel	4025
Equipos de acond. Alojamientos	4080
Equipos de nav. Y comunic.	1
Medios CI convencionales	1483,35
Equipos conv. Del serv. De carga	400
Instalación eléctrica	8160
Tuberías	483,24
Acc. De equipo, arm. E instalac.	34972,33
TOTAL	80016,42

MAQUINARIA AUXILIAR DE CUBIERTA

Equipo de gobierno

Las horas correspondientes pueden estimarse con la expresión:

$$H = 33 \cdot L^{2/3} = 33 \cdot 269,7^{2/3} = \mathbf{1.377,53 \text{ horas.}}$$

Equipo de fondeo y amarre

Las horas correspondientes pueden estimarse con la expresión:

$$H = L \cdot (1,75 \cdot Nm + 1,6 \cdot Nca + 1,7 \cdot Nma) = 269,7 \cdot (1,75 \cdot 2 + 1,6 \cdot 0 + 1,7 \cdot 6) =$$

3.694,89 horas

Donde:

Nm = número de molinetes, Nm = 2

Nma = número de maquinillas de amarre, Nma = 6

MAQUINARIA AUXILIAR DE CUBIERTA	
Equipo de gobierno	1377,53
Equipo de fondeo y amarre	3694,89
TOTAL	5072,42

INSTALACIÓN PROPULSORA

Máquinas propulsoras

Las horas correspondientes pueden estimarse mediante la expresión:

$$H = 10 \cdot (\text{BHP})^{2/3} \cdot \text{Nmp} = 10 \cdot (22000)^{2/3} \cdot 2 = \mathbf{15.702,8 \text{ horas}}$$

Donde:

BHP, es la potencia de placa de cada motor propulsor

Nmp, es el número de motores propulsores

Línea de ejes

Las horas correspondientes pueden estimarse mediante la expresión:

$$Hle = Kle \cdot \text{BHP} \cdot Nle = 0,85 \cdot 22000 \cdot 2 = \mathbf{37.400 \text{ horas}}$$

Donde:

Kle = 0,85 por tener reductora.

Nle = 2, por tratarse del número de líneas de ejes del buque.

Hélice

Las horas correspondientes pueden estimarse con la fórmula:

$$Hh = K1 + K2 \cdot \text{BHP} \cdot Nh = 240 + 0,004 \cdot 44000 \cdot 1 = \mathbf{416 \text{ horas}}$$

Donde:

K1 = 240 por ser nuestra hélice de palas fijas

K2 = 0,004 por el mismo motivo.

INSTALACIÓN PROPULSORA	
Máquinas propulsoras	15702,8
Línea de ejes	37499
Hélice	416
TOTAL	53617,8

MAQUINARIA AUXILIAR DE LA PROPULSIÓN

Grupos electrógenos

Las horas correspondientes pueden estimarse con la expresión:

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

$$\text{Horas} = 52 \cdot 2 \cdot 15200^{0,43} + 52 \cdot 2 \cdot 17100^{0,43} = \mathbf{13.408,90 \text{ horas}}$$

Siendo:

N_g , el número de generadores

K_w , su potencia unitaria, en Kw

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

Las horas pueden estimarse mediante la expresión:

$$H_{crl} = K_{crl} + 0,18 \cdot BHP = 230 + 0,18 \cdot 64600 = \mathbf{11.858 \text{ horas}}$$

Donde:

BHP, es la potencia total de placa de motores propulsores y auxiliares, y K_{crl} vale 230

Equipos generadores de vapor

Las horas correspondientes pueden estimarse con la fórmula:

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

$$H_{gv} = 1000 \cdot (4 + 1) + 270 \cdot (4 \cdot 2.77 + 1 \cdot 2.77) = \mathbf{8.740 \text{ horas}}$$

Donde:

N_{ge} , es el número de generadores de gases de escape: $N_{ge} = 4$

N_{qe} , es el número de quemadores: $N_{qe} = 0$

N_{gum} , es el número de mixtos. $N_{gum} = 1$

Q_{ge} , Q_{qe} y Q_{gum} , son las correspondientes producciones de vapor en t/h. $Q_{qe} = 2.77$ t/h

Equipos de manejo de combustible

Sus horas pueden estimarse mediante la expresión:

$$H_{co} = K_{co} \cdot BHP = 0,27 \cdot 64600 = \mathbf{17.442 \text{ horas}}$$

Tomaremos $K = 0,27$ porque nuestros motores queman combustible pesado

Equipos de purificación

Las horas correspondientes pueden estimarse con la expresión:

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

$$H_{ep} = (300 + 0,056 \cdot 47670) \cdot (1 + 1 + 1) = \mathbf{8.908,56 \text{ horas}}$$

Donde:

$K_{ep} = 300$ porque quemamos combustible pesado

N_{pa} , es el número de purificadoras de aceite: $N_{pa} = 1$

N_{pd} , es el número de purificadoras de diesel: $N_{pd} = 1$

N_{fp} , es el número de purificadoras de fuel-oil. $N_{fp} = 1$

Equipos auxiliares del casco

Sus horas pueden estimarse mediante la expresión:

$$H_{eac} = 420 + 0,47 \cdot L \cdot (B + D) = 420 + 0,47 \cdot (269,7 \cdot (43,2 + 26,3)) = \mathbf{9.229,75 \text{ horas}}$$

Equipos sanitarios

Sus horas pueden estimarse mediante la expresión:

$$Hes = K1 \cdot (280 + 8 \cdot Qa) + K2 \cdot (200 + 3,5 \cdot N) + K3 \cdot (410 + 3,9 \cdot N) + 400 \cdot K4$$

$$Hes = 1 \cdot (280 + 8 \cdot 4,55) + 0 \cdot (200 + 3,5 \cdot 35) + 1 \cdot (410 + 3,9 \cdot 35) + 400 \cdot 1$$

$$\mathbf{Hes = 1.605,4 \text{ horas}}$$

Siendo:

K1 = 1 , puesto que existe generador de agua dulce

K2 = 0 , puesto que no tenemos grupo hidróforo

K3 = 1, puesto que existe planta de tratamiento de aguas fecales

K4 = 1, puesto que existe un incinerador de residuos.

Qa, es la capacidad del generador de agua dulce, en t/día , Qa = 4.55 t/día

N, es el número de tripulantes, por lo que N = 35

Varios

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

$$Hva = Kva + 0,005 \cdot BHP = 950 + 0,005 \cdot 64600 = \mathbf{1.273 \text{ horas}}$$

Donde:

Kva, vale 950 ó 1400 según exista viga carril o puente grúa, luego en nuestro caso

Kva = 950

BHP = 63900 CV

MAQUINARIA AUXILIAR DE LA PROPULSIÓN	
Grupos electrógenos	13408,9
Equipo de circ, refrigeración y lubricación	11858
Equipos generadores de vapor	8740
Equipos de manejo de combustible	17442
Equipos de purificación	8908,56
Equipos auxiliares del casco	9229,75
Equipos sanitarios	1605,4
Varios	1273
TOTAL	72465,61

INSTALACIONES ESPECIALES

Equipos especiales de servicio de la carga

Tanques de carga especiales

Las horas correspondientes a soportes de tanques del mismo tipo pueden estimarse mediante la fórmula

$$Hst = 10,5 \cdot Qt^{0,92} = 10,5 \cdot 145000^{0,92} = \mathbf{588.366 \text{ horas}}$$

Equipos de manejo de líquidos

Las horas correspondientes a bombas de descarga, podemos estimarlas con la siguiente expresión:

$$Hbd = 210 \cdot K1 \cdot K2 \cdot Nb = 210 \cdot 1,1 \cdot 1 \cdot 8 = \mathbf{1.848 \text{ horas}}$$

Donde:

K1 vale 1,1 para bombas centrífugas y 1 para bombas de husillo, de pozo profundo y sumergidas.

Equipos de acondicionamiento y limpieza de espacios de carga

Las horas correspondientes a equipos de ventilación y desgasificación portátiles pueden despreciarse.

Las horas de máquinas de limpieza fijas pueden estimarse con la expresión:

$$H_{lf} = 0,15 \cdot L^{1,05} \cdot B = 0,15 \cdot 269,7^{1,05} \cdot 43,2 = \mathbf{2.312,06 \text{ horas}}$$

Las horas correspondientes a máquinas de limpieza portátiles pueden desestimarse.

Las horas correspondientes a calentador y bomba de limpieza pueden estimarse con la fórmula:

$$H_{cb} = 50 \cdot K1 \cdot K2 = 50 \cdot 4 \cdot 4 = \mathbf{800 \text{ horas}}$$

Donde:

K1, es el número de máquinas portátiles de limpieza

K2, vale cuatro o uno según existe o no bomba de limpieza.

Tubería y valvulería de carga

Su costo en horas puede estimarse como el 17% de la suma de los costos de las bombas de carga y eyectores de agotamiento. Por tanto: $(420 + 1848) \cdot 17\% = \mathbf{386 \text{ horas}}$

Instalaciones y equipos de automatización, telecontrol y alarma

Las horas están incluidas en los costes de los materiales correspondientes

Instalaciones y equipos especiales de seguridad

Planta de gas inerte

Las horas pueden estimarse como: $H_{gi} = K_{gi} \cdot Q_{gi} = 0,6 \cdot 5000 = \mathbf{3.000 \text{ horas}}$

Donde:

$K_{gi} = 0,6$ puesto que nuestra planta utiliza gases de combustión de los generadores.

INSTALACIONES ESPECIALES	
Tanques de carga	588366
Equipos manejo líquidos	1848
Equipos de acond. Y limpieza	
<u>Máquina limpieza fijas</u>	2312,06
<u>Calentador y bomba</u>	800
<u>Tubería y valvulería</u>	386
Equipos espec. De seguridad	
<u>Planta de gas inerte</u>	3000
TOTAL	596712,06

Sumando todas las partidas tenemos un total de horas de trabajo de:

$$\text{Horas} = 2.705.426$$

COSTE DE LA MANO DE OBRA

Para el cálculo del costo de la mano de obra deberemos multiplicar las horas estimadas por el costo de la mano de obra. Aunque ésta difiere de un gremio a otro tomaremos un valor medio.

Tomaremos un valor medio de 30 €/hora, incluyendo todo: sueldo, cargas sociales y gastos indirectos.

El costo total de mano de obra para la construcción del buque es:

$$C_{MO} = 2705426 \cdot 30 = 81.162.780 \text{ €}$$

4-PRESUPUESTO GLOBAL

Para conocer el presupuesto global, debemos sumar la partida del coste de equipos y materiales y la de la mano de obra:

$$\text{Coste} = 160.242.088 \text{ €}$$

5-GASTOS VARIOS DEL ASTILLERO

En este concepto se engloban gastos de Astillero que pueden asignarse a un buque determinado, sin corresponder a equipos o materiales incorporados al mismo. Estos gastos incluyen los siguientes:

1. Gastos de ingeniería

- Proyecto contratado en el exterior
- Ensayos de Canal
- Estudios especiales contratados en el exterior

2. Clasificación, reglamentos y Certificados

- Sociedad de Clasificación
- Otras Entidades Reguladoras
- Inspección de Buques
- Colegio Oficial de Ing. Navales

3 Pruebas y Garantía

- Botadura
- Prácticos y Remolcadores
- Varada
- Pruebas, ensayos, montadores y supervisores
- Garantía

4. Armador y Entrega

- Maqueta

5. Servicios Auxiliares durante la Construcción

- Andamiaje
- Instalación Provisional de Fuerza y Alumbrado
- Limpieza

6. Otros Costos Generales

Tomando un 3 %, tendremos un total de costes varios de:

$$\text{Costes varios} = 0,03 \cdot 160242088 = 4.807.287 \text{ €}$$

6-COSTE DE CONSTRUCCIÓN Y DE ADQUISICIÓN

El coste de construcción lo podemos definir como todos los costes de materiales (CM), mano de obra (CMo) y costes varios del astillero(CV) con unos costes variables añadidos (3%).

$$CC = CM + CMo + CV$$

$$CC = 165.050.160 \text{ €}$$

El coste de adquisición (CA) lo calcularemos con la siguiente expresión:

$$CA = CC + BI - BCN$$

En donde:

-BI: es un porcentaje del coste de construcción que para el caso de construcción naval se puede considerar un 5 %. La suma del coste de construcción y del beneficio neto industrial es el valor total del buque.

-BCN, son primas a la construcción naval, podemos considerar aproximadamente un 9% del valor total del buque.

Por tanto, el coste de adquisición del buque será de:

$$CA = 158.448.154 \text{ €}$$

7-INVERSIÓN TOTAL DEL ARMADOR

Ahora procederemos a calcular la inversión total del armador. Para ello será necesario conocer la inversión a hacer por el armador, las condiciones del crédito, así como la cantidad que de esta inversión procederá de capital propio y cual de capital ajeno.

La inversión total a realizar por el armador consta del coste de adquisición del buque y de una serie de gastos en los que incurre. Estos gastos se calculan como un porcentaje del valor total del buque y serán:

- Coste del estudio de la solicitud del crédito: 0.15%.
- Aval por los tres primeros plazos del préstamo: 1.00%.
- Gastos de constitución de la hipoteca: 0.30%.
- Impuestos de actos jurídicos documentados: 0.80%.
- Inspección durante la construcción: 1.25%.
- Varios: 2.5%.

De esta manera, los gastos adicionales del armador son:

$$GA = 9.506.890 \text{ €}$$

Por lo tanto la inversión total es de:

$$IT = 167.955.044 \text{ €}$$

8-ESTUDIO DE VIABILIDAD. COSTES E INGRESOS

Vamos a definir el escenario de mercado de nuestro buque. Realizamos una serie de hipótesis de partida:

Tiempo de construcción

Se ha supuesto que el tiempo de construcción será de 2 años. Dicho valor se ha estimado a partir de datos de buques LNG construidos o en construcción

Ruta del buque

En el caso de nuestro buque, como ya calculamos al principio del presente documento, tenemos una autonomía de 12.000 millas, con lo que traducido a días:

$$t = 12000/19,5 \cdot 24 = 25,64 \text{ días}$$

La distancia entre Ferrol y Trinidad y Tobago es de 3.943,85 millas, por tanto, cada viaje nos supondrá:

$$t = 3943,85/19,5 \cdot 24 = 8,42 \text{ días}$$

El sistema de carga y descarga del buque está diseñado para cargar o descargar gas natural licuado en 12 horas. En este tiempo no está incluido el remolque hacia la terminal ni la conexión y desconexión de las líneas de carga y descarga.

El tiempo en puerto se estima en 18 horas, que se reparten entre 12 de carga o descarga, 4 horas de conexión y desconexión de las líneas de carga y descarga y 2 de remolque.

Es decir, tenemos un total de 9,67 días/viaje

De los 365 días del año, un 75 % serán navegables, esto es, 273 días.

Por lo tanto, debido al tiempo que tarda en realizar cada viaje, el buque podrá hacer 28 viajes (ida y vuelta)

Actividad del buque

Según datos de la "International Gas Union" el transporte de gas natural licuado mueve 327 millones de toneladas anualmente (datos de 2012).

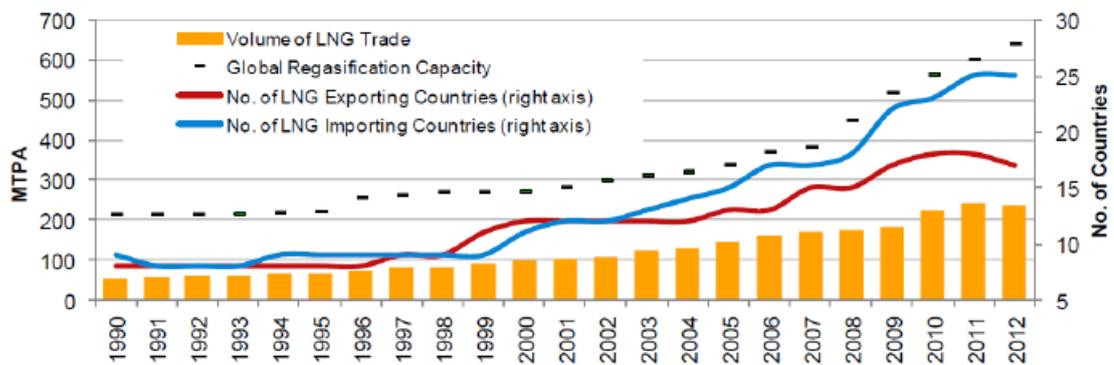


Figure 3.1: LNG Trade Volumes, 1980-2012

El mercado de LNG es un mercado al alza en los últimos años, como podemos ver en la gráfica anterior.

El buque de proyecto en plena ocupación tiene una capacidad de carga de 145.000 m³, lo que supone un total de 62.350 toneladas de carga (densidad del gas: 0,43 t/m³), con lo que al realizar los 14 viajes al año, la capacidad total de transporte por año vendrá dada por:

$$14 \frac{\text{viajes}}{\text{año}} \cdot 62.350 \frac{t}{\text{viaje}} = 872.900 t/\text{año}$$

Teniendo en cuenta que la flota actual de buques de transporte de LNG de más de 60000 m³ a nivel mundial es de 363 barcos, nuestro barco tendría un 0,275% del mercado global y un 0,68% del mercado entre Oriente medio y Europa, según la gráfica anterior.

Ocupación

El ratio de ocupación en el tiempo lo tendremos en cuenta de la siguiente manera:

Años							
Cuota de mercado (%)	0	5	0	5	0	5	5

Flete

Para calcular el valor del flete, se va a tener en cuenta los datos publicados por la consultora "Drewry Maritime Research":

Cost-Head	Low	Average	High
Gas at liquefaction plant producer/exporter	0.85	1.55	2.25
Liquefaction cost infrastructure, local factors	1.95	2.35	2.80
Transport cost distance / size of ships employed	0.23	1.05	1.88
Regasification cost and storage	0.55	0.85	1.10
Total	3.58	5.80	8.03

Source: Drewry Maritime Research

Estimaremos que el viaje es de una duración media/alta, por lo que tomaremos un valor de 1,55 \$/MMBtu, lo que pasado a euros hacer un total de 1,29 €/

En una tonelada de LNG hay 52 MMBtu (lo que es, en castellano, millones de unidades térmicas británicas), por lo que el precio del flete será: 67,08 €/t.

Amortizaciones

En el cálculo de las amortizaciones, consideramos éstas lineales, puesto que nos facilita mucho el cálculo. Dichas amortizaciones se caracterizan por tener cuotas anuales constantes y representan la pérdida de valor que experimentan los bienes de inmovilizado de por razón de su uso, disfrute u obsolescencia. En este caso, el bien es el buque. Sus cuotas se calculan con la siguiente expresión:

$$\text{Amortización} = \frac{\text{Valor inicial} - \text{valor residual}}{\text{N}^\circ \text{ de años}}$$

Vamos a estudiar la amortización del buque a 20 años, con un valor residual del 10 %.

Según el Plan General Contable español, el buque se puede amortizar hasta en 20 años y con un valor no superior al 10% anual del coste total del buque, 18.000.000 €.

Gastos operativos anuales

Primeramente vamos a realizar la definición de una serie de conceptos importantes para este apartado:

-Valor actual del buque, es la variación del valor del buque debido a la actualización del dinero con el tiempo.

-Valor contable del buque, es la forma de representar el valor del buque desde el punto de vista contable, es decir, teniendo en cuenta su depreciación.

-Costes fijos directos: Son los gastos directamente relacionados con la explotación del buque y que no varían con el volumen de actividad.

-Costes variables directos: Son los gastos directamente relacionados con la explotación del buque y, lógicamente, varían con la actividad del buque.

-Costes indirectos: Son costes que no están directamente relacionados con la operación del buque. No los vamos a considerar.

Como se ha indicado anteriormente, el valor actual del buque representa la variación del valor del buque debido a la actualización del dinero con el tiempo.

Inicialmente dicho valor es el coste total del buque, el cual se ha actualizado progresivamente a lo largo de los años con la variación del IPRI.

Valor actual (VA)

Como se ha indicado anteriormente, el valor actual del buque representa la variación del valor del buque debido a la actualización del dinero con el tiempo.

Inicialmente dicho valor es el coste total del buque, el cual se ha actualizado progresivamente a lo largo de los años con la variación del IPRI.

Valor contable (VC)

Como se ha indicado anteriormente es la forma de representar el valor del buque desde el punto de vista contable. Dicho valor se ha calculado mediante la siguiente expresión:

$$VC = \text{Coste de construcción} - \text{Amortización} \cdot n^{\circ} \text{ año estudiado}$$

Costes fijos directos

Estos son un tipo de gastos directamente relacionados con la operación del buque y cuyo valor no varía en función del volumen de actividad del buque.

Dichos gastos incluyen los siguientes:

Mantenimiento

El buque tiene que someterse periódicamente a un mantenimiento, el cual implica un coste que se ha calculado utilizando la siguiente expresión:

La tasa de mantenimiento se considera constante y con un valor del 0,5 % anual. Cada cuatro años iremos intercambiando hasta 2 % por entradas en dique y reparaciones mayores.

$$CMant = VA \cdot \text{tasa de mantenimiento}$$

Tripulación

Para el cálculo de los costes debidos a la tripulación indicada anteriormente se han utilizado los siguientes datos de tripulación y sueldos:

Rango	Nº personas	€/año
Capitán	1	95.00
Oficiales	19	56.00
Trip.(eq. Especiales)	6	40.00

Rango	Nº personas	€/año
Trip. (subalternos)	9	30.00 0
		TOTA L

Seguro

El coste del seguro depende de distintos factores como pueden ser valor contable del buque, la edad del mismo, situación del mercado de fletes y también del historial del armador.

Valor asegurado: 80% del valor contable del buque.

Margen de la aseguradora: Este margen representa los beneficios que obtiene la aseguradora y supone un 0.02% del valor contable del buque.

Tasa pura: Es una tasa sobre el valor asegurado que depende de la capacidad y del tipo de buque.

$$Tasa\ pura = 0,1 + 0,02 \cdot t$$

Tasa por otros riesgos

$$Tasa\ otros\ riesgos = \alpha \cdot \frac{TPM}{Valor\ asegurado}$$

Donde:

$$\alpha = 70 + 3 \cdot t$$

TPM: toneladas de peso muerto del buque

t: tiempo que lleva en explotación el buque

Costes variables directos

Son los gastos directamente relacionados con la explotación del buque y, lógicamente, varían con la actividad del buque.

Costes variables directos

Combustible

El buque tiene un Peso Muerto total de 71.568 t. y 95.959 GTs

El buque quemará fuel-oil marino, con una densidad de 970 g/l.

La propulsión del buque es diésel - eléctrica, con 4 generadores. Dos generadores 16V50 de 15200 kW y dos generadores 18V50 de 17100 kW.

Aunque solamente funcionarán tres motores de manera simultánea con un régimen de servicio del 85% MCR y con un consumo de 189 g/kWh por motor.

Tal y como se describió en el Cuaderno 11, la situación de mayor consumo de combustible se produce a plena carga, vamos a suponer que funcionan dos generadores 18V50 y uno 16V50, generando un total de 49400 kW.

El precio del HFO según Bunkerworld es de 320 \$/t, esto es, aproximadamente: 266 €/t.

Escala

Las tasas varían en función del arqueo bruto del barco (para el puerto de Ferrol):

-Remolque: 6.380,39 €

-Amarre: 1.400,78 €

-Práctico: 3.448 €

-Atraque: 13.346,84 €

-Tasa de mercancía: 1.723,55

Inversiones

Vamos a definir una serie de conceptos que van a ser utilizados en los cálculos:

El fondo de maniobra (FM) es la parte del activo circulante que es financiada con recursos de carácter permanente. Es una medida de la capacidad que tiene una empresa para continuar con el normal desarrollo de sus actividades en el corto plazo. Es la diferencia entre el activo circulante (que es el dinero disponible en ese momento) y el pasivo circulante (que es el dinero que se deben a los proveedores).

El cash flow extraoperativo (CFE) es, por tanto, el flujo de dinero que se genera de todos los cobros y pagos que no tienen que ver con la explotación del buque propiamente dicho pero son consecuencia de ella, como pueden ser la construcción, la venta o los recursos del fondo de maniobra.

El cash flow (CF) se calcula sumando el total de inversiones fijas y la inversión en el fondo de maniobra, que son los recursos acumulados de que dispone la empresa para hacer financiar recursos permanentes una vez satisfechos los pagos a corto. Por tanto,

$$CFE = Inversiones fijas + inversión en fondo de maniobra$$

Inversiones fijas

Las inversiones fijas están constituidas por el coste total del buque, que se ha dividido entre los años 0 y 1 de la siguiente forma:

-Año 0: 60 % del coste total del buque.

-Año 1: 40 % del coste total del buque.

Activo circulante (AC)

Es la parte del activo compuesta por los clientes, la tesorería y las existencias, aunque en este caso solo se han considerado los dos primeros.

Como activo circulante se consideran también las existencias a bordo como el combustible de los tanques en un viaje.

Clientes

Es la parte del activo circulante formada con aquellos a los que se les ha proporcionado un servicio y aún no han pagado.

Se calcula de la siguiente forma:

$$Clientes = \frac{Ventas}{360} \cdot días de pago$$

Donde:

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

Donde:

Flete: valor del flete en el mercado

T: toneladas anuales máximas que puede transportar el buque

Tesorería

La empresa, en este caso el buque, tiene que tener una tesorería suficiente para cubrir la totalidad de los gastos operativos durante un cierto período de tiempo.

La tesorería se calcula como sigue:

$$Tesorería = \frac{Gastos operativos anuales}{360} \cdot días tesorería$$

Pasivo circulante (PC)

Dicha partida está constituida por los proveedores, para el cálculo de los cuales se ha considerado la fórmula siguiente:

$$Proveedores = \frac{Coste combustible}{360} \cdot días proveedores$$

Fondo de maniobra (FM)

El fondo de maniobra es la capacidad que tiene una empresa de autofinanciarse, y se ha calculado con la siguiente expresión:

$$FM = AC - PC$$

Inversión en fondo de maniobra (IFM)

Para el año 3, que es el primer año de explotación del buque, la inversión en el fondo de maniobra es igual al fondo de maniobra calculado en el punto anterior.

Para el resto de los años de explotación del buque, la inversión en el fondo de maniobra se ha calculado utilizando la siguiente fórmula:

$$IFM = FM_i - FM_{i-1}$$

Cash Flow Extraoperativo

Es la suma de las inversiones fijas y la inversión en el fondo de maniobra.

Cash Flow Total

Es la suma del Cash Flow Operativo más el Cash Flow Extraoperativo

$$CFO = BDI + Amortizaciones$$

Beneficio Después de Impuestos (BDI)

$$BDI = BAI - I$$

-BAI: Beneficio Antes de Impuestos

-I: Impuestos

Beneficio Antes de Impuestos (BAI)

$$BAI = MC - CF - CCapital$$

-MC: Margen de Contribución

-CF: Costes Fijos

-CCapital: amortización + intereses.

Margen de contribución

Es la diferencia entre los ingresos por ventas y los costes variables

PROYECTO FINANCIADO

Características

- Autofinanciación: 50 %
- Principal (capital a desembolsar): 50 %
- Tipo de interés: 7,5 %
- Plazo de la deuda: 10 años
- Corretaje: 0,10 %
- Comisiones: 2 %

Cash Flow Extraoperativo

$$CFE = Entradas - Gastos - Principal$$

-Entradas: es la entrada del capital pedido a la entidad bancaria

-Gastos: son los gastos del crédito

-Principal: es la cuota de devolución del principal

Cash Flow Operativo

El CFO es el flujo de caja debido al pago de los intereses del crédito y al escudo fiscal

$$\text{Escudo fiscal} = \text{Impuesto de sociedades} \cdot \text{Intereses}$$

Otros valores

Capital aportado

$$\text{Capital aportado} = \text{Inversión fija total} - \text{Capital ajeno}$$

Coste de capital exigido

$$\text{Coste capital exigido} = \frac{\text{Capital aportado} \cdot \text{coste de capital} + \text{cap ajeno} \cdot \text{Inter.}}{\text{Capital aportado} + \text{capital ajeno}}$$

A continuación se muestran los cálculos de viabilidad. Debemos tener en cuenta que:

Si $VAN > 0$ se acepta el proyecto, si $VAN < 0$, se rechaza. Si $TIR > k$ (rentabilidad mínima exigida), se acepta el proyecto, si $TIR < k$, se rechaza.

El período de recuperación para el proyecto sin financiar es de 6 años, y financiado, de 4.

Viendo los resultados, podemos decir que nuestro buque es viable. Debemos decir, eso sí, que hemos supuesto un escenario favorable de ocupación. Entendemos que va a ser explotado por un armador con experiencia en el sector. Asimismo, el interés del crédito, por ejemplo, lo hemos tomado alto (7,5 %), con lo que en ese caso, suponemos una situación más desfavorable.

9-BIBLIOGRAFÍA

-“Proyectos de Buques y Artefactos”, Fernando Junco Ocampo.

“Diverso material web”.

ANEXO I

Cálculos de viabilidad

I. MERCADOS

Tn/viaje maximas buque	62.350																					
Días máximos de operación al año	273																					
Años	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Cuota de mercado sobre capacidad máxima			70%	75%	80%	85%	90%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%
Nº de fletes	28																					
Flete capacidad máxima (€)	4.182.438,00 €																					

II. INVERSIÓN

CARACTERISTICAS DEL BUQUE

Tipo de buque	Gasero LNG
TPM buque	71.568
volumen bodegas (m3)	145.000
Densidad de la carga tn/m3	0,43
GTs(brutos)	95.959
Autonomía (millas nauticas)	12.000
Nº motores principales en operación	2
Nº motores auxiliares en operación	4
potencia media MMPP (KW)	44.000
punto de operación del motor para la velocidad de servicio	85%
potencia media DDGG (KW)	49.200
consumo motor principal (gr/Kw.h)	0,00
consumo DDGG (l/h)	189,00
densidad HFO (g/l)	970,00

MCR

VIAJE

Distancia a recorrer (millas nauticas)	3.943,85
Velocidad del buque (Nudos)	19,50
tiempo invertido en trayecto de viaje	202,25

(horas/viaje)	
tiempo invertido en operaciones portuarias (h)	18

INVERSIÓN EN INMOVILIZADO

coste construcción del buque (€)	167.955.044		
(%) valor residual del buque respecto coste construcción	10%		
Amortización buque	20,00 años		
Concepto	EN CONSTRUCCIÓN	OPERACIÓN	
Años	0	1	2
construcción del buque	60%	40%	0%
Abanderamiento		0,02%	

INVERSIÓN EN CORRIENTE

Concepto	OPERACIÓN	
Años	2	
Clientes	30	días de las VENTAS
Tesorería	45	días de GASTOS FIJOS (DIRECTOS E INDIRECTOS)
Proveedores combustible	60	días de gastos de COMBUSTIBLE

III. OPERACIÓN

GASTOS FIJOS DESEMBOLSABLES (CF)

DIRECTOS	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
-----------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

III. 1. MANTENIMIENTO

mantenimiento EN OPERACION % respecto al valor de construcción actualizado del buque			0,50%	0,50%	0,50%	2,00%	0,50%	0,50%	0,50%	2,00%	0,50%	0,50%	0,50%	2,00%	0,50%	0,50%	0,50%	2,00%	0,50%	0,50%	0,50%	2,00%
--	--	--	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

III. 2. TRIPULACIÓN

TRIPULACION EN OPERACIÓN	Número	€/año
capitán	1	95.000
oficiales	19	56.000
equipos especiales	6	40.000
subalternos	9	

		30.000
indice de rotacion	1,55	

III. 3. SEGUROS

valor asegurado sobre el valor contable del buque	80%						
margen de la aseguradora	0,020%						
coeficiente prima por otros riesgos	proporcional a la edad del buque y al historial del armador						
tasa pura	proporcional a la edad del buque						
NAVIERA	tpm	RUTA	vservicio (Kn)	Millas náuticas	h invertido/viaje	viajes estimados/año	flete €/Tn
Flete	145.000	Ferrol - Trinidad	19,5	3.943,85	202,2487179	28	67,08

INDIRECTOS

III.4. COSTES GENERALES

Oficinas(€/año)	150.000 €
Ingeniería (€/año)	200.000 €
Calidad (€/año)	160.000 €
Dirección y administración (€/año)	250.000 €

GASTOS VARIABLES (CV)

III.5. COMBUSTIBLE	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
IPC esperado			2,60%	3,00%	4,00%	4,00%	3,60%	0,80%	2,60%	-0,20%	-3,40%	6,50%	2,80%	5,50%	5,10%	0,80%	2,60%	-0,20%	-3,40%	6,50%	2,80%	5,50%
IPRI esperado			-3,40%	6,50%	2,80%	5,50%	5,10%															
Precio fuel marino IFO 380 (€/l)	0,95							7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
evolucion esperada del precio del Brent			15,76%	2,92%	-30,95%	-12,24%	25,83%	7,82%	0,15%	23,88%	15,76%	2,92%	30,95%	12,24%	25,83%	7,82%	0,15%	23,88%	15,76%	2,92%	30,95%	12,24%

Precio refineria propia (€/tonelada)	266,00 €
--------------------------------------	----------

III.6. ESCALA

Tasas de utilizacion servicios especiales	0,0695
---	--------

Tasas directas de puerto por flete	
Tasas de atraque	13.346,84 €
Tasas de mercancía	1.723,55 €
Tasas indirectas de puerto por flete	

(A) ACTIVO NO CORRIENTE (ANC)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
I. Inmovilizado intangible																						
Abanderamiento, registro y notaría		-																				
(1) TOTAL INMOVILIZADO INTANGIBLE	-	12.814	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
II. Inmovilizado material																						
Construcción del buque	100.773.026	67.182.018	-																			16.795.504
(2) TOTAL INMOVILIZADO MATERIAL	100.773.026	67.182.018	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16.795.504
(3) TOTAL GASTOS AMORTIZABLES (ACTIVO NO CORRIENTE) = (1) + (2)	100.773.026	67.194.832	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16.795.504
(B) ACTIVO CORRIENTE (AC)																						
I. Existencias																						
Comerciales (mercaderías)																						
Materias primas y otros aprovisionamientos (p.e.: combustibles, repuestos, embalajes, material de oficina, etc.)																						
Productos en curso																						
Productos terminados																						
Subproductos, residuos y materiales recuperados																						
Anticipos a proveedores																						
II. Deudores comerciales y otras cuentas a cobrar																						
Clientes por ventas y prestaciones de servicios			6.831.315	7.319.267	7.807.218	8.295.169	8.783.120	9.271.071	9.271.071	9.271.071	9.271.071	9.271.071	9.271.071	9.271.071	9.271.071	9.271.071	9.271.071	9.271.071	9.271.071	9.271.071	9.271.071	9.271.071
Deudores varios																						
III. Efectivo y otros activos líquidos equivalentes																						
Tesorería (caja (efectivo) y bancos c/c)			609.553	638.149	661.044	1.055.701	721.357	754.052	762.322	1.252.619	925.678	962.484	787.706	1.195.731	679.838	702.296	710.036	1.253.353	816.271	850.092	727.305	1.252.619
(4) TOTAL ACTIVO CORRIENTE = Existencias + Deudores comerciales + Efectivo			7.440.868	7.957.415	8.468.261	9.350.870	9.504.477	10.025.123	10.033.393	10.523.690	10.196.749	10.233.555	10.058.777	10.466.802	9.950.909	9.973.367	9.981.107	10.524.424	10.087.342	10.121.163	9.998.375	10.523.690
(C) PASIVO CORRIENTE (PC)																						

SOCIEDADES (-)																						
(17) BENEFICIO DESPUÉS DE IMPUESTOS (BDI) = (15) + (16)	42.672.877	46.892.862	51.147.051	53.170.666	59.568.293	63.763.683	63.714.059	60.772.280	62.733.927	62.513.090	63.561.757	61.113.606	64.208.963	64.074.220	64.027.780	60.767.875	63.390.369	63.187.443	63.924.167	60.825.325		
(18) CASH FLOW OPERATIVO (CFO) = (17) - (13)	50.232.533	54.452.518	58.706.708	60.730.323	67.127.949	71.323.339	71.273.715	68.331.937	70.293.584	70.072.746	71.121.413	68.673.263	71.768.620	71.633.876	71.587.436	68.327.531	70.950.026	70.747.099	71.483.823	68.384.982		

Años	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
(20) Entradas		83.977.522										
(21) Corretaje		-83.978										
(22) Comisiones		-1.679.550										
(23) Devolución de principal (Amortización)			-5.936.029	-6.381.231	-6.859.824	-7.374.310	-7.927.384	-8.521.937	-9.161.083	-9.848.164	-10.586.776	-11.380.784
(24) CASH FLOW EXTRAOPERATIVO DEL CRÉDITO = (20) + (21) + (22) + (23)		82.213.994	-5.936.029	-6.381.231	-6.859.824	-7.374.310	-7.927.384	-8.521.937	-9.161.083	-9.848.164	-10.586.776	-11.380.784
(25) Intereses			-6.298.314	-5.853.112	-5.374.520	-4.860.033	-4.306.960	-3.712.406	-3.073.261	-2.386.179	-1.647.567	-853.559
(26) Escudo fiscal			1.574.579	1.463.278	1.343.630	1.215.008	1.076.740	928.101	768.315	596.545	411.892	213.390
(27) CASH FLOW OPERATIVO DEL CRÉDITO = (25) + (26)			-4.723.736	-4.389.834	-4.030.890	-3.645.025	-3.230.220	-2.784.304	-2.304.945	-1.789.634	-1.235.675	-640.169
(28) CASH FLOW TOTAL DEL CRÉDITO = (24) + (27)		82.213.994	-10.659.765	-10.771.065	-10.890.713	-11.019.335	-11.157.603	-11.306.242	-11.466.028	-11.637.798	-11.822.451	-12.020.953

Años	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
(19) CASH FLOW TOTAL PROYECTO SIN FINANCIAR	-100.773.026	-67.194.832	44.776.023	53.935.972	58.195.862	59.847.714	66.974.343	70.802.693	71.265.445	93.141.458	70.293.584	70.072.746	71.121.413	68.673.263	71.768.620	71.633.876	71.587.436	68.327.531	70.950.026	70.747.099	71.483.823	68.384.982
(28) CASH FLOW TOTAL CRÉDITO	0	82.213.994	-10.659.765	-10.771.065	-10.890.713	-11.019.335	-11.157.603	-11.306.242	-11.466.028	-11.637.798	-11.822.451	-12.020.953	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(29) CASH FLOW TOTAL PROYECTO FINANCI	-100.773.026	15.019.162	34.116.258	43.164.906	47.305.148	48.828.379	55.816.740	59.496.452	59.799.417	81.503.660	58.471.132	58.051.793	71.121.413	68.673.263	71.768.620	71.633.876	71.587.436	68.327.531	70.950.026	70.747.099	71.483.823	68.384.982

