



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

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

---

*MEGAYATE DE LUJO*

---

**Grado en Ingeniería Naval y Oceánica**

**Cuaderno 13**

**PRESUPUESTO CONSTRUCCIÓN DE UN BUQUE**

ALUMNA: ROSA PÉREZ RAMÓN

TUTOR: RAÚL VILLA CARO

# ÍNDICE

## CUADERNO 13

1 INTRODUCCIÓN .....	6
2 DEFINICIÓN ZONA NAVEGACIÓN .....	7
2.1 NAVEGACIÓN EN LA ANTÁRTIDA.....	8
2.2 NAVEGACIÓN EN EL ÁRTICO .....	8
3 CAMBIO CLIMÁTICO .....	9
3.1 EVOLUCIÓN DEL DESHIELO EN EL ÁRTICO .....	9
3.2 EVOLUCIÓN DEL DESHIELO EN LA ANTÁRTICA.....	9
4 PRESUPUESTO DE COSTE DE CONSTRUCCIÓN .....	10
5 CÁLCULO COSTE DE CONSTRUCCIÓN .....	11
5.1 COSTE MATERIAS PRIMAS.....	11
5.1.1 CASCO.....	11
5.1.2 TIMÓN Y ACCESORIOS .....	12
5.1.3 MATERIALES AUXILIARES DE CONSTRUCCIÓN DEL CASCO .....	12
5.1.4 PREPARACIÓN SUPERFICIES .....	12
5.1.5 PINTURA Y CONTROL CORROSIÓN .....	13
5.1.6 GALVANIZADO Y CEMENTADO .....	13
5.1.7 PROTECCIÓN CATÓDICA.....	13
5.2 EQUIPOS, ARMAMENTO E INSTALACIONES.....	14
5.2.1 AMARRE, FONDEO Y REMOLQUE.....	14
5.2.2 MEDIOS DE SALVAMENTO .....	14
5.2.3 HABILITACIÓN.....	15
5.2.4 EQUIPOS NAVEGACIÓN Y COMUNICACIÓN .....	16
5.2.5 MEDIOS AGUA NEBULIZADA .....	17
5.2.6 GRÚAS GARAJE.....	17
5.2.7 INSTALACIÓN ELÉCTRICA.....	18
5.2.8 TUBERÍAS.....	18
5.2.9 ACCESORIOS DE EQUIPO Y ARMAMENTO .....	18
5.3 MAQUINAS AUXILIARES.....	19
5.3.1 SERVOMOTOR.....	19
5.3.2 EQUIPO DE AMARRE Y FONDEO .....	19

5.4 INSTALACIÓN PROPULSORA .....	20
5.4.1 MOTORES PROPULSORES.....	20
5.4.2 LÍNEAS DE EJES .....	20
5.4.3 HÉLICES PROPULSORAS .....	21
5.5 MAQUINARIA AUXILIAR PROPULSIÓN .....	21
5.5.1 MOTORES AUXILIARES.....	21
5.5.2 GENERADOR DE EMERENCIA.....	21
5.5.3 EQUIPOS REFRIGERACIÓN Y LUBRICACIÓN .....	21
5.5.4 EQUIPO ARRANQUE DE MOTORES .....	22
5.5.5 EQUIPOS TRASIEGO COMBUSTIBLE.....	22
5.5.6 SEPARADOR DE SENTINAS.....	22
5.5.7 EQUIPO SANITARIO .....	22
5.6 INSTALACIONES ESPECIALES .....	23
5.6.1 HÉLICE DE MANIOBRA.....	23
5.7 COSTES MANO DE OBRA .....	23
5.7.1 CASCO.....	23
5.7.2 EQUIPOS Y ARMAMENTO .....	25
5.7.3 MAQUINARIA AUXILIAR.....	26
5.7.4 INSTALACIÓN PROPULSORA .....	27
5.7.5 MAQUINARIA AUXILIAR PROPULSIÓN.....	27
5.7.6 INSTALACIONES ESPECIALES .....	28
6 INSTALACIONES Y EQUIPOS DE OCIO .....	29
6.1 CONCLUSIONES .....	30
6.2 COSTES INDIRECTOS ASTILLERO.....	31
7 VALOR DE CONTRATO.....	32
8 GASTOS DEL ARMADOR: INVERSIÓN TOTAL .....	33
9 COSTES OPERATIVOS ANUALES DEL BUQUE .....	34
9.1 COSTES FIJOS.....	34
9.1.1 COSTES TRIPULACIÓN.....	34
9.1.2 COSTES TÉCNICOS.....	35
9.1.3 COTE SEGURO .....	36
9.2 COSTES VARIABLES .....	36
9.2.1 COMBUSTIBLE Y LUBRICANTE .....	36
9.2.2 VÍVERES.....	36
9.2.3 COSTES DE PUERTO .....	36
9.3 COSTES OPERATIVOS ANUALES .....	37
10 ANÁLISIS DE COSTES E INGRESOS. ESTUDIO VENTAS.....	38

11 ANÁLISIS DEL PRESUPUESTO DE CONSTRUCCIÓN.....	39
BIBLIOGRAFÍA.....	40

Escola Politécnica Superior



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

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

*CURSO 2018-2019*

**PROYECTO NÚMERO 19-19**

**TIPO DE BUQUE:** MEGAYATE DE LUJO DE DESPLAZAMIENTO, DE 114 M DE ESLORA. TIPO WORLD GRAND EXPLORER

**CLASIFICACIÓN, COTA Y REGLAMENTOS DE APLICACIÓN:** BUQUE DE PASAJE, OCEÁNICO, SOLAS MARPOL MCA, ZONA ECA POLAR CODE B ICE. RUTAS DE LA ANTÁRTIDA PERIODOS RESTRINGIDOS Y ÁRTICO (VERANO). PANAMÁ.

**CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA:** PERSONAS EN CRUCEROS TURÍSTICOS DE GRAN LUJO

**VELOCIDAD Y AUTONOMÍA:** 17 KNOTS AL 90% MCR Y 10% MM. AUTONOMÍA A 3500 MILLAS.

**SISTEMAS Y EQUIPOS DE CARGA / DESCARGA:** GRÚA A BORDO, JACUZZI, GARAJE PARA MOTOS DE AGUA, PISCINA

**PROPULSIÓN:** UNO O DOS MOTORES DIESEL

**TRIPULACIÓN Y PASAJE:** 50 PASAJEROS Y 42 TRIPULANTES.

**OTROS EQUIPOS E INSTALACIONES:** GARAJE, WATERMAKER x 2, STABILIZER TRAC, AIR CONDITIONING CRUISAIR, HELIPUERTO (NO CERTIFICADO). MARINA EN POPA Y LATERALES, BOTES TENDER.

Ferrol, diciembre 2019

ALUMNO/A: **Rosa Pérez Ramón**

TUTOR: **Raúl Villa Caro**

## 1 INTRODUCCIÓN

En el siguiente cuaderno se va a realizar el estudio económico del buque proyecto y su actividad. Estos cálculos se corresponden con el estudio del presupuesto de construcción del buque proyecto. Los resultados que se obtendrán van a proporcionar información sobre las opciones de financiamiento y el periodo de recuperación de la inversión realizada.

Para la realización de estos cálculos se tomará como base las dimensiones principales del buque, obtenidas en el Cuaderno 1: "Dimensionamiento Preliminar y elección de la cifra de mérito".

<i>L (m)</i>	<i>B (m)</i>	<i>D (m)</i>	<i>T (m)</i>
111,15	21,63	8,77	5,17

Después de la realización de todos los datos, se han obtenido los siguiente valores para cada una de las dimensiones del buque:

<b>DIMENSIÓN</b>	<b>VALOR</b>	<b>UNIDAD</b>
<i>LOA</i>	113	m
<i>LPP</i>	107,74	m
<i>LWL</i>	111,15	m
<i>B</i>	21,63	m
<i>DPPL</i>	8,77	m
<i>DSUP</i>	11,17	m
<i>T</i>	5,17	m
<i>LPP/B</i>	4,981045	
<i>LPP/DPPL</i>	12,28506	
<i>B/T</i>	4,183752	
<i>CB</i>	0,497	
<i>FN</i>	0,262649	
$\Delta$	6288	t
<i>PR</i>	4653,6	t
<i>PM</i>	1062,89	t
<i>CM</i>	0,895	
<i>CP</i>	0,589	
<i>CF</i>	0,786	
<i>V SERVICIO</i>	17	kn

## 2 DEFINICIÓN ZONA NAVEGACIÓN

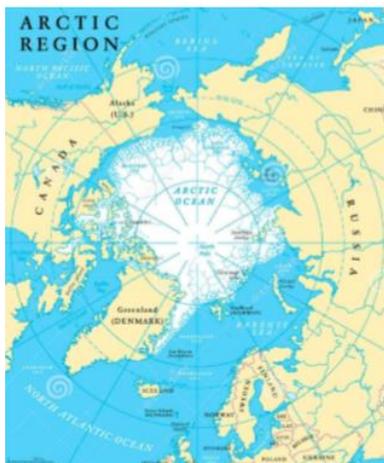
El buque proyecto tendrá la capacidad de navegar por cualquier ruta existente, aunque su navegación principal cruzará las aguas de las zonas polares. Se entiende por navegación polar, la que se realiza por aguas polares:



- Área de navegación Antártica: la navegación se hace en latitudes superiores a los 60° sur.

Imagen 1. Región Polar Antártica

Fuente: [www.worldatlas.com](http://www.worldatlas.com)



- Área de navegación Ártica: la navegación se hace en aguas que se encuentran encima de la latitud 60° norte.

Imagen 2. Región Polar Ártica

Fuente: [www.worldatlas.com](http://www.worldatlas.com)

## 2.1 NAVEGACIÓN EN LA ANTÁRTIDA

La navegación que se lleva a cabo en esta zona es principalmente turística o científica. La Antártida no se encuentra cerca de centros de producción o países con una gran industria o fuente de materias primas.

Los buques que cruzan estas aguas son cruceros que realizan recorridos por Ushuaia, Argentina-Bluff, Nueva Zelanda... Los buques oceanográficos de organizaciones gubernamentales navegan por esta zona por razones científicas.

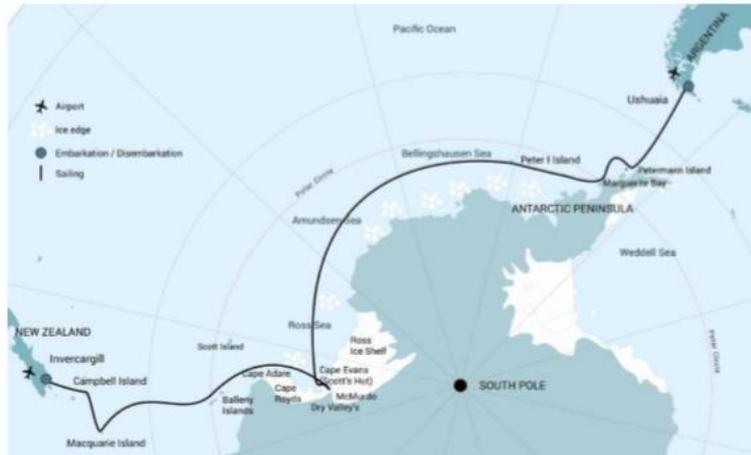


Imagen 3. Ruta Antártica  
Fuente: OCENWIDE EXPEDITIONS

## 2.2 NAVEGACIÓN EN EL ÁRTICO

El Ártico está en el punto de mira de muchas compañías navieras, debido al acercamiento entre el continente asiático y el europeo. Una ruta marítima por esta zona representa una alternativa a las rutas comerciales convencionales.

Las rutas del Ártico actualmente son transitables desde finales de Julio a noviembre. Debido al calentamiento global, se incrementarán estos periodos. El deshielo está causando la apertura de rutas que hasta hace poco eran imposibles de transitar.

El Canal de Suez es la opción más popular para el tráfico marítimo ya que 17550 buques lo transitaron en 2018, pero 24 buques ya utilizaron la ruta del norte. Por lo que con el paso del tiempo puede tomar una gran importancia el tráfico marítimo por la zona ártica.



Imagen 4. Ruta Marítima Pacífico-Atlántico

Fuente: El país.

### 3 CAMBIO CLIMÁTICO

El cambio climático durante los últimos 30 años ha estado jugando un papel fundamental en las zonas polares, tanto en el Ártico como en el Antártico por consecuencia del aumento global de las temperaturas.

El calentamiento global está causando el deshielo de estas áreas, lo cual permite la navegación por estas regiones. En las zonas Árticas ha aumentado la navegación de buques destinados al comercio, y en la zona Antártica la destinada al turismo.

El deshielo de las zonas polares tiene lugar entre los meses de junio y septiembre, volviéndose a congelar en invierno. Esta tendencia está cambiando debido al calentamiento global, y el hielo no se está volviendo a formar en la temporada de invierno.

Las principales causas del derretimiento de los polos son las emisiones de gases y el efecto invernadero. Las emisiones de gases provocan el aumento de temperaturas del planeta, alterando la temperatura de los océanos y mares, lo cual afecta a las zonas polares. El efecto invernadero causa también que el planeta incremente su temperatura, ya que los gases capaces de absorber la radiación y mantenerla en la atmósfera provocará el aumento de temperaturas.

#### 3.1 EVOLUCIÓN DEL DESHIELO EN EL ÁRTICO

En la zona ártica, en una franja temporal de 1970 a 2005 se observa una reducción de un 30% del área cubierta por hielo marino. Actualmente esa franja de deshielo corresponde a 4,26 millones de Km<sup>2</sup> Lo cual supone un 8% menos desde 2005.

La previsión es que en 2100 no habrá hielo en la región del Ártico.

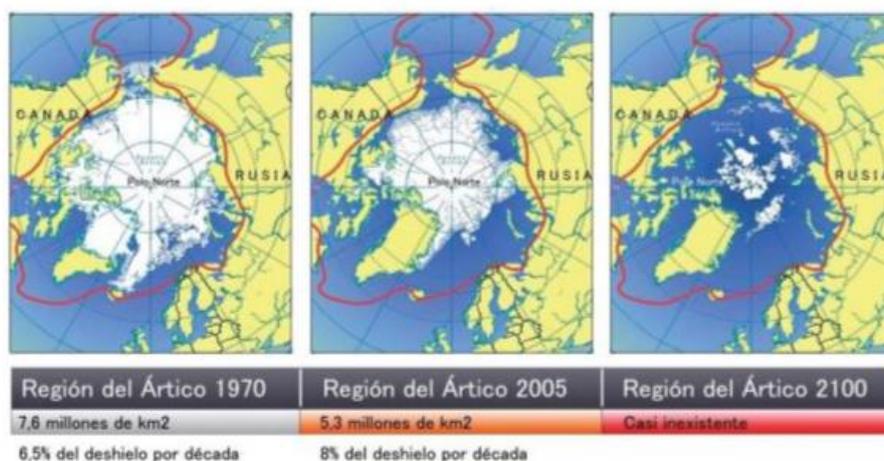


Imagen 5. Deshielo Zona Ártica  
Fuente: [www.sostenibilidad.com](http://www.sostenibilidad.com)

#### 3.2 EVOLUCIÓN DEL DESHIELO EN LA ANTÁRTICA

La tendencia al deshielo es igual de preocupante que en la zona Ártica. El Gobierno de Chile hizo pública recientemente la noticia de que el mayor glaciar de la región Antártica (Totten) con 130 km de largo y 30 km de ancho se está derritiendo debido al incremento de temperaturas de las aguas. Otro de los grandes glaciares (Smith) ha perdido ya 35 km<sup>2</sup> de superficie.

## 4 PRESUPUESTO DE COSTE DE CONSTRUCCIÓN

Se va a proceder a lo largo de los siguientes apartados el coste de construcción del buque, se debe tener en consideración que no habrá una solución única. Pueden existir diferentes resultados para la estimación de coste de un proyecto, ya que dependerá del astillero que lo construya, el país constructor y adquisición de equipos.

Se procede a continuación con el estudio económico del buque, partiendo de la estimación del coste de construcción. La inversión total del armador se va a dividir en:

- Coste de Construcción: se calcula para poder tener un valor de contrato en base a un porcentaje de beneficio previamente fijado por el astillero.
  - Materias Primas.
  - Coste de Mano de Obra.
  - Costes Indirectos del Astillero.
    - Costes Ingeniería.
    - Coste de Clasificación.
    - Coste de Pruebas.
    - Coste de Garantía.
- Gastos de puesta en explotación.

Para el análisis económico de la viabilidad del proyecto es necesario determinar los costes operativos anuales, los cuales se dividen en:

- Costes fijos:
  - Capital (CAPEX):
    - Amortización Contable.
    - Costes Financieros:
      - Intereses.
      - Devolución.
  - Operación (OPEX):
    - Tripulación.
    - Técnicos.
    - Seguros.
    - Costes de Administración.
- Costes Variables:
  - Proporcionales a la actividad :
    - Combustibles y Aceites.
    - Víveres.
  - No proporcionales a la actividad:
    - Tasas y servicios Portuarios.
    - Coste de paso de canales.

## 5 CÁLCULO COSTE DE CONSTRUCCIÓN

Se procede a calcular el coste de construcción según la siguiente expresión:

$$CC = CM + CM_o + CV_a$$

Donde:

$CC$  : Coste de Construcción.

$CM$  : Coste de Materias Primas.

$CM_o$  : Coste de Mano de Obra.

$CV_a$  : Costes Indirectos del Astillero.

### 5.1 COSTE MATERIAS PRIMAS

#### 5.1.1 CASCO

##### 5.1.1.1 MATERIALES

Chapas y perfiles de acero.

El buque proyecto se construirá con chapas de acero de grado A, utilizando para las zonas expuestas a bajas temperaturas de aire la Clase I AH36. Esto se ha definido de este modo por similitud con otros buques similares destinados a trabajar a bajas temperaturas.

Para visualizar la estructura del buque, consultar Cuaderno 8: "Cuaderna Maestra".

El precio del acero naval clase A se estima en 600 €/ton, según el libro de referencia para los cálculos " Fernando Junco Ocampo, Evaluación Técnica y Económica del Proyecto de un buque – Proyectos de Buques y Artefactos Marinos". El precio de la clase I AH36 se estima partiendo del precio de la clase A:

Calidad.....	Recargo ( /T)
B ....	... 24
C y D ....	... 48
E ....	90
AH32 ....	. 54
AH36 y DH 32 .	66
DH36 y EH32...	78
EH36 ....	96

Imagen 6. Precio Acero

Fuente: Fernando Junco Ocampo – Evaluación Técnica y Económica de Proyecto de un buque.

Para obtener el costo de materiales se debe multiplicar los precios unitarios del acero por los pesos brutos correspondientes.

Tomando el peso de acero obtenido en el Cuaderno 2: "Cálculo del Peso en Rosca", y asignándole un porcentaje de éste a cada calidad de acero, se obtiene el coste total de acero del casco. Se calculará mediante la siguiente expresión:

$$C_{Acero} = (ccs \cdot cas \cdot cem \cdot ps) \cdot PS + (4 \cdot L \cdot T)$$

Para acero de calidad A, suponiendo un 80% del peso total, se obtiene:

$$C_{Acero A} = (ccs \cdot cas \cdot cem \cdot ps_A) \cdot 0.8 \cdot PS + (4 \cdot L \cdot T) = 2.800.159,70 \text{ €}$$

Para acero de calidad AH 36, suponiendo un 20% del peso total, se obtiene:

$$C_{Acero AH36} = (ccs \cdot cas \cdot cem \cdot ps_D) \cdot 0.2 \cdot PS + (4 \cdot L \cdot T) = 778.654,09 \text{ €}$$

Donde:

$ccs$  ( $1.05 < ccs < 1.50$ ) = 1.1 : Coeficiente de coste ponderado de chapas y perfiles de las diferentes calidades de acero.

$cas$  ( $1.05 < cas < 1.15$ ) = 1.1 : Coeficiente de aprovechamiento del acero.

$cem$  ( $1.03 < cem < 1.10$ ) = 1.07 : Coeficiente de incremento por equipo metálico incluido en la estructura.

$ps_A = 900 \text{ €/ton}$  : Precio unitario del acero de referencia para calidad A.

$ps_D = 999 \text{ €/ton}$  : Precio unitario del acero de referencia para calidad D.

$PS = 3001,48 \text{ ton}$  : Peso del acero, extraído del Cuaderno 2: "Cálculo del Peso en Rosca", con el incremento de peso de acero por hielo IC.

$L = 107,74 \text{ m}$  : Eslora entre perpendiculares del buque.

$T = 5,17 \text{ m}$  : Calado de diseño.

Por tanto, el precio total del peso de acero del casco es:

$$C_{Acero} = C_{Acero A} + C_{Acero D} = 3.578.813,79 \text{ €}$$

### 5.1.2 TIMÓN Y ACCESORIOS

Se estima el coste mediante la siguiente expresión:

$$C_{TIMÓN} = 40 \cdot L_{TIMÓN}^2 \cdot H_{TIMÓN} = 1.268,52 \text{ €}$$

Donde:

$L_{TIMÓN} = 3,10 \text{ m}$  : Longitud del timón.

$H_{TIMÓN} = 3,3 \text{ m}$  : Altura del timón.

### 5.1.3 MATERIALES AUXILIARES DE CONSTRUCCIÓN DEL CASCO

El coste se estima en 50 €/ton de acero estructural:

$$C_{MAUX} = 50 \cdot PS = 150.074,00 \text{ €}$$

Donde:

$PS = 3001,48 \text{ ton}$  : peso total de acero estructural.

### 5.1.4 PREPARACIÓN SUPERFICIES

El coste de la preparación de las superficies se puede obtener a partir de los siguientes valores:

- Imprimación: 2€/m<sup>2</sup>.
- Granallado:
  - Superficie externa: 8€/m<sup>2</sup>.
  - Superficies internas: 15 €/m<sup>2</sup>.

Para obtener la superficie externa a tratar se obtendrán unas hidrostáticas en Maxsurf con un puntal equivalente al valor del puntal a la cubierta superior. Obteniéndose una superficie de 3754,20 m<sup>2</sup>. La superficie superior a la cubierta principal se medirá sobre el plano de AutoCAD, tomando un valor de 820 m<sup>2</sup>. Por lo que finalmente se tiene una superficie de 4574 m<sup>2</sup>.

$$S_E = 3754,20 \text{ m}^2 + 820 \text{ m}^2 \cong 4574 \text{ m}^2 : \text{superficie exterior.}$$

La superficie interna a tratar se obtendrá mediante una estimación porcentual aplicada sobre el valor de la superficie externa:

$$S_I = 0.3 \cdot 4574 \text{ m}^2 = 1372,26 \text{ m}^2 : \text{superficie interior.}$$

Por tanto, el costo de preparación de superficies supone:

$$C_{PREP.SUP.} = 2 \cdot (S_E + S_I) + 8 \cdot S_E + 15 \cdot S_I = 69.070,42\text{€}$$

### 5.1.5 PINTURA Y CONTROL CORROSIÓN

Para la estimación del coste de la pintura se tiene que diferenciar entre pintura de obra viva, obra muerta y pintura de interiores:

- Obra viva: 25 €/m<sup>2</sup>.
- Obra muerta: 18 €/m<sup>2</sup>.
- Zonas Interiores: 12 €/m<sup>2</sup>.

Para obtener el valor de la superficie de la obra viva se realizará el cálculo de hidrostáticas al calado máximo, obteniéndose un valor de 2375,544 m<sup>2</sup>. Para determinar el valor de la obra muerta, se restará el valor de la obra viva a la superficie exterior calculada en el apartado anterior, obteniéndose un valor de 2198,76 m<sup>2</sup>.

Las superficies interiores coinciden con el valor obtenido en el apartado anterior, 1372,26 m<sup>2</sup>.

Por tanto, el coste de esta partida es:

$$C_{PINTURA} = 25 \cdot S_{O.V.} + 18 \cdot S_{O.M.} + 12 \cdot S_I = 115.430,80 \text{ €}$$

### 5.1.6 GALVANIZADO Y CEMENTADO

Se considera que representa un 7.5% del costo total de  $C_{PINTURA}$ . Por tanto:

$$C_{GALV.Y CEMENT.} = 0.075 \cdot C_{PINTURA} = 8.657,31 \text{ €}$$

### 5.1.7 PROTECCIÓN CATÓDICA

Se estima según la siguiente fórmula:

$$C_{PROT.CAT.} = 1.55 \cdot S_{O.V.} = 3.681,93 \text{ €}$$

## 5.2 EQUIPOS, ARMAMENTO E INSTALACIONES

### 5.2.1 AMARRE, FONDEO Y REMOLQUE

El buque contará a bordo con 3 anclas, 2 operativas y 1 de respeto. Del Cuaderno 12: "Equipos y Servicios" se obtiene que el peso de cada ancla de 3540 kg.

Se estima un coste unitario de 2500€/t, por tanto:

$$C_{ANCLAS} = 3 \cdot 3.54 \text{ ton} \cdot 2500 \text{ €/ton} = 26.550,00 \text{ €}$$

El coste de cadenas, cables y estachas corresponde a:

$$C_{CCE} = 0,15 \cdot k \cdot d^2 \cdot L_0 = 70.995,21 \text{ €}$$

Siendo;

$k = 0.335$  : constante acero de alta resistencia.

$d = 52 \text{ mm}$  : diámetro de cadena definido en el Cuaderno 12: "Equipos y Servicios".

$L_0 = 19 \text{ largos} = 522,5 \text{ m}$  : longitud total de cadenas definida en el Cuaderno 12: "Equipos y Servicios".

El coste de los dos molinetes se estima en función del diámetro de cadena:

$$C_{MOLINETE} = 2 \cdot 300 \cdot d^{\frac{1}{3}} = 2.239,51 \text{ €}$$

El costo total de todas las partidas referidas a equipos de amarre y fondeo del buque corresponde a:

$$C_{AMARRE Y FONDEO} = C_{ANCLAS} + C_{CCE} + C_{MOLINETE} = 99.784,72 \text{ €}$$

### 5.2.2 MEDIOS DE SALVAMENTO

El buque estará equipado con 5 balsas salvavidas con capacidad para 25 personas. El coste de cada balsa salvavidas se estima según la siguiente formulación:

$$C_{BALSAS} = 5 \cdot K_{BALSA} \cdot N_p^{\frac{1}{3}} = 17.544,11 \text{ €}$$

Se cuenta a bordo con un bote tender de rescate con capacidad para 15 personas, estimando el coste según la siguiente expresión:

$$C_{BOTE} = K_{BOTE} \cdot N_p^{\frac{2}{3}} = 12.164,40 \text{ €}$$

Donde:

$K_{BOTE} = 2000$  : constante para botes de rescate.

$N_p = 15$  : número de personas de capacidad del bote.

El costo de materiales varios de salvamento como son aros, chalecos, señales, lanzacabos y demás elementos se estiman según:

$$C_{VARIOS} = 2500 + 30 \cdot N = 5.260,00 \text{ €}$$

Donde:

$N = 92$  : número total de personas a bordo.

Por tanto, el costo total de todas las partidas referidas a medios de salvamento del buque proyecto es:

$$C_{TOTAL\ SALVAMENTO} = C_{BOTE} + C_{BALSAS} + C_{VARIOS} = 34.968,51 \text{ €}$$

### 5.2.3 HABILITACIÓN

El costo de la habilitación corresponde a la suma de las siguientes subpartidas:

- Costo Habilitación.
- Coste fonda y hotel.
- Coste gambuzas secas y frigoríficas.
- Coste lavandería.
- Coste calefacción y aire acondicionado.

El costo de la habilitación de alojamientos puede estimarse según la fórmula:

$$C_H = K_H \cdot S_H = 62.165.902,23 \text{ €}$$

Donde:

$K_H = 10000$  : se tomará el valor de 10.000€/m<sup>2</sup> por la alta calidad que se pretende aportar a buque proyecto.

$S_H = 6.169,1411 \text{ m}^2$  : área de habilitación medida en el plano de disposición general del buque proyecto por cubiertas en el software *AutoCAD*.

$$S_{H\ C\ CREW} = 811,0367 \text{ m}^2$$

$$S_{H\ C\ LOWER} = 1846,0361 \text{ m}^2$$

$$S_{H\ C\ MAIN} = 1464,2509 \text{ m}^2$$

$$S_{H\ C\ SWIMMING} = 1147,8051 \text{ m}^2$$

$$S_{H\ C\ BRIDGE} = 514,9498 \text{ m}^2$$

$$S_{H\ C\ SUN} = 385,0625 \text{ m}^2$$

El costo de equipos de fonda y hotel, haciendo referencia a cocina y oficios los que engloba tanto habilitación de locales, equipos de cocina como electrodomésticos, se estima mediante la siguiente expresión:

$$C_{CO} = K_{CO} \cdot N = 27.600,00 \text{ €}$$

Siendo;

$K_{CO} = 300$  : constante que corresponde a 240 para buques de servicio costero, 420 para buques oceánicos en general y 300 para buques de pasaje.

$N = 92$  : número total de personas a bordo.

El costo de gambuzas se estima mediante la siguiente expresión:

$$C_{GF} = 1800 \cdot V^{\frac{2}{3}} = 31.863,90 \text{ €}$$

Donde:

$V = 167,3511 \text{ m}^3$  : es el volumen de las gambuzas. Se ha obtenido midiendo el área en el plano de disposición general del buque proyecto y multiplicándolo por el puntal entre cubiertas que es 3 m. El área obtenida para el conjunto de la gambuza de congelados y

la gambuza refrigerada en AutoCAD es de 55,7837 m<sup>2</sup>. La gambuza se encuentra dividida en dos zonas, una se sitúa en la Crew Deck, y la otra en la Main Deck.

El costo de los equipos de lavandería y varios, se va a estimar como 240€ por personas a bordo, por lo que:

$$C_{LV} = 240 \text{ €} \cdot N = 22.080,00 \text{ €}$$

Donde:

$N = 92$  : número de personas a bordo.

El costo de los equipos de calefacción y aire acondicionado en los espacios del buque puede tomarse como referencia un costo de 60€/m<sup>2</sup> de habitación:

$$C_{AC} = 60 \frac{\text{€}}{\text{m}^2} \cdot S_H = 370.148,47 \text{ €}$$

Donde:

$S_H = 6169,1411 \text{ m}^2$  : área de habitación medida en el plano de disposición general del buque proyecto por cubiertas en el software AutoCAD.

Sumando todas las subpartidas se obtiene finalmente un costo de la habitación de:

$$C_{TOTAL \text{ HABILITACIÓN}} = C_H + C_{CO} + C_{GF} + C_{LV} + C_{AC} = 1.831.702,27 \text{ €}$$

#### 5.2.4 EQUIPOS NAVEGACIÓN Y COMUNICACIÓN

EL coste de esta partida engloba los siguientes elementos:

- Equipos de Navegación.
- Equipos auxiliares de navegación.
- Comunicaciones externas.
- Comunicaciones internas

El costo total de la partida de equipos de navegación será la suma de las anteriores subpartidas. Se muestra a continuación el número de equipos a bordo con su respectivo precio estimado:

<i>Equipo</i>	<i>Unidades</i>	<i>Precio/unidad</i>	<i>Total</i>
<i>Giroscópica</i>	1	30.000,00 €	30.000,00 €
<i>Piloto Automático</i>	1	6.000,00 €	6.000,00 €
<i>Radar</i>	3	40.000,00 €	120.000,00 €
<i>Sonda</i>	2	7.000,00 €	14.000,00 €
<i>GPS</i>	1	6.000,00 €	6.000,00 €
<i>Consola de Radio</i>	1	3.000,00 €	3.000,00 €
<i>Servicio NAVTEX</i>	1	4.800,00 €	4.800,00 €
<i>Servicio INMARSAT</i>	1	4.800,00 €	4.800,00 €
<i>Receptor de Socorro</i>	1	2.000,00 €	2.000,00 €
<i>Telégrafo de órdenes</i>	1	1.500,00 €	1.500,00 €

<i>Altavoces de órdenes</i>	1	1.200,00€	1.200,00€
<i>Radioteléfono VHF Canal 70</i>	1	3.000,00 €	3.000,00 €
<i>Radioteléfono HF</i>	1	3.000,00 €	3.000,00 €
<i>Radiogoniómetro</i>	1	6.800,00 €	6.800,00 €
<i>Sirena eléctrica de niebla</i>	1	3.000,00 €	3.000,00 €
<i>Sonar</i>	1	4.000,00 €	4.000,00 €
<i>Detector de incendios</i>	1	1.500,00 €	1.500,00 €
<i>Radiodifusión y TV</i>	2	1.000,00 €	2.000,00 €
<i>Limpiaparabrisas</i>	6	500.00 €	3.000,00 €

Esto resulta un total de costo por equipos de navegación y comunicaciones de:

$$C_{NC} = 221.400,00 \text{ €}$$

### 5.2.5 MEDIOS AGUA NEBULIZADA

El buque proyecto cuenta con un sistema contraincendios formado por medios de extinción de agua nebulizada, consultar Cuaderno 12: "Equipos y Servicios".

El costo de la instalación se estimará en función del espacio que pretende abarcar la misma. Para obtener el volumen requerido para el sistema de contraincendios se sacará del software AutoCAD la superficie de cada cubierta y se multiplicará por el puntal de cada una. Obteniéndose lo siguiente:

$$V_{C \text{ CREW}} = 1211,0367 \cdot 3,17$$

$$V_{C \text{ LOWER}} = 1846,0361 \cdot 3$$

$$V_{C \text{ MAIN}} = 1464,2509 \cdot 3$$

$$V_{C \text{ SWIMMING}} = 1147,8051 \cdot 3$$

$$V_{C \text{ BRIDGE}} = 514,9498 \cdot 3$$

$$V_{C \text{ SUN}} = 385,0625 \cdot 3,70$$

Se tiene un total de ( $V_{AN}$ ) 20290,80 m<sup>3</sup>. Por lo que se va a calcular el costo de la instalación de agua nebulizada mediante la siguiente expresión:

$$C_{AN} = 6 \cdot V_{AN} = 156.856,37 \text{ €}$$

### 5.2.6 GRÚAS GARAJE

En el buque proyecto se instalarán 4 grúas "Tender Garage Cranes", como las mostradas en el Cuaderno 2: "Cálculo Peso en Rosca". El coste de cada grúa se va a estimar mediante la siguiente expresión:

$$C_{GR} = 2520 \cdot SWL^{0,765} \cdot L_G^{0,85}$$

Donde:

$SWL = 5$  : carga de trabajo de la grúa [ton].

$L_G = 6,5$  : longitud de la pluma de la grúa [m].

Haciendo el cálculo del coste para 4 grúas se obtiene:

$$C_{TOTAL GR} = 169.491,90 \text{ €}$$

### 5.2.7 INSTALACIÓN ELÉCTRICA

Su costo puede estimarse según la siguiente ecuación:

$$C_{IE} = 480 \cdot kW^{0,77} = 228.362,40 \text{ €}$$

Donde:

$kW = 3000kW$  : es la potencia total instalada extraída del Cuaderno 11: "Instalación Eléctrica".

### 5.2.8 TUBERÍAS

El coste de esta partida se puede estimar con la siguiente expresión:

$$C_T = 2075 \cdot (0.015 \cdot L_m \cdot D_m \cdot B + 0,18 \cdot L) + K_t \cdot BHP + 1.5 \cdot (3 \cdot L_m \cdot D_m \cdot B + Q_B + 4 \cdot S_H)$$

Donde:

$L_m = 27,25 \text{ m}$  : eslora de cámara de máquinas.

$D_m = 3 \text{ m}$  : puntal de cámara de máquinas.

$B = 21,63 \text{ m}$  : manga del buque.

$L = 113 \text{ m}$  : eslora del buque.

$K_t = 5,7$  : constante que depende del combustible (5,7 para combustibles ligeros u 8 para combustibles pesados). El buque proyecto consume principalmente HDO.

$BHP = 6772,16 \text{ CV}$  : potencia instalada 5050 kW.

$Q_B = 680 \text{ m}^3$  : volumen de bodegas.

$S_H = 6169,1411 \text{ m}^2$  : superficie de habitación.

Por tanto, el costo de tuberías supone:

$$C_T = 181.827,10 \text{ €}$$

### 5.2.9 ACCESORIOS DE EQUIPO Y ARMAMENTO

En esta partida se engloban las siguientes subpartidas:

- Puertas metálicas, ventanas y portillos
- Escaleras, pasamanos y candeleros
- Escotillas de acceso, lumbreras y registros
- Accesorios de amarre y fondeo
- Escalas reales, planchas de desembarco y escalas de práctico

El coste de las puertas, ventanas y portillos se puede aproximar mediante la expresión:

$$C_{PVP} = 2705 \cdot N^{0,48} = 23.702,02 \text{ €}$$

$N = 92$  : personas a bordo.

El coste de escaleras, pasamanos y candeleros puede aproximarse mediante la fórmula:

$$C_{EPC} = 22.2 \cdot L^{1.6} = 42.783,71 \text{ €}$$

$L = 113 \text{ m}$  : eslora del buque.

El coste de escotillas de acceso, lumbreras y registros puede aproximarse mediante la fórmula:

$$C_{ELR} = 12.6 \cdot L^{1.5} = 15.135,20 \text{ €}$$

El coste de accesorios de amarre y fondeo puede aproximarse mediante la fórmula:

$$C_{AF} = e^{3.1} \cdot 6 \cdot (L \cdot (B + D))^{0,815} = 101.453,04 \text{ €}$$

El coste de escalas reales, planchas de desembarco y escalas de práctico puede aproximarse mediante la fórmula:

$$C_{EPE} = 2000 + 1350 \cdot (D - 0.03 \cdot L) \cdot N_{ER} = 16.526,00 \text{ €}$$

Donde:

$N_{ER} = 2$  : número de escalas reales.

## 5.3 MAQUINAS AUXILIARES

### 5.3.1 SERVOMOTOR

El costo del servo puede evaluarse mediante la fórmula que sigue:

$$C_{SM} = 3700 \cdot M^{\frac{2}{3}} = 209.284,93 \text{ €}$$

Donde:

$M$  : par del servo. Si se desconoce se utiliza la siguiente fórmula para estimarlo:

$$M = 0.0045 \cdot K_{SM} \cdot (H_{TIM} \cdot (H_{TIM} + L_{TIM})) \cdot (V_p + 0.007 \cdot L^2) = 1,21 \text{ ton/m}$$

Donde:

$K_{SM} = 0.12$  : vale 0.1 para timones de cuerno y 0.12 para otro tipo de timones.

$H_{TIM} = 3,3 \text{ m}$  : altura del timón.

$L_{TIM} = 3,1 \text{ m}$  : longitud del timón.

$V_p = 17 \text{ nudos}$  : velocidad en pruebas.

$L = 113 \text{ m}$  : eslora del buque.

### 5.3.2 EQUIPO DE AMARRE Y FONDEO

En este apartado se procede a calcular el coste de molinetes y cabrestantes para el fondeo. El buque proyecto cuenta con dos anclas operativas, por lo que habrá dos molinetes y dos cabrestantes.

El costo unitario de cada molinete puede estimarse como:

$$C_M = 300 \cdot d^{\frac{1}{3}} = 1.119,75 \text{ €}$$

Donde:

$d = 52 \text{ mm}$  : diámetro de cadena.

Como el buque proyecto cuenta con dos molinetes, el coste total equivale a 2.239,51€.

## 5.4 INSTALACIÓN PROPULSORA

### 5.4.1 MOTORES PROPULSORES

El coste de los motores propulsores de 4 tiempos puede estimarse mediante la siguiente expresión:

$$C_{MP} = 40 \cdot N_c^{0,85} \cdot \frac{DIA^{2,2}}{RPM^{0,75}} = 237.059,93 \text{ €}$$

Donde:

$N_c = 16$  : número de cilindros del motor propulsor.

$DIA = 215 \text{ mm}$  : diámetro de los cilindros del motor.

$RPM = 1500 \text{ rpm}$  : revoluciones del motor.

Todos los datos se han extraído del Cuaderno 10: "Cámara de Máquinas".

Como el buque cuenta con dos motores propulsores principales, el coste final será de 474.119,85 €.

### 5.4.2 LÍNEAS DE EJES

En este apartado se engloban las siguientes subapartados:

- Acoplamiento elástico con embrague
- Reductora
- Eje y chumacera
- Bocina y cierre

El costo de un acoplamiento elástico con embrague puede estimarse:

$$C_{AEE} = 10000 \cdot \frac{BHP}{RPM} = 45.147,73 \text{ €}$$

El buque proyecto contará con dos, por lo que el coste final será de 90.295,47€.

El costo unitario de la reductora puede estimarse como:

$$C_R = 25000 \cdot P_R^{0,5} = 24.366,99 \text{ €}$$

Donde:

$P_R = 0,95 \text{ ton}$  : peso del reductor extraído del Cuaderno 2: "Cálculo del Peso en Rosca".

El buque proyecto contará con dos, por lo que el coste final será de 48.733,97 €.

El costo de eje y chumacera puede estimarse como:

$$C_{EC} = 3.6 \cdot BHP = 24.379,78 \text{ €}$$

El costo de bocina y cierre puede estimarse como:

$$C_{BC} = 7.515 \cdot BHP^{0,85} = 13.553,36 \text{ €}$$

Por tanto, el costo total de los equipos de línea de ejes supone:

$$C_{LE} = C_{AEE} + C_R + C_{EC} + C_{BC} = 176.962,58 \text{ €}$$

### 5.4.3 HÉLICES PROPULSORAS

El coste de las hélices de paso variable puede estimarse según la siguiente expresión:

$$C_{HCPP} = 360 \cdot BHP^{0.7} = 172.906,59 \text{ €}$$

## 5.5 MAQUINARIA AUXILIAR PROPULSIÓN

### 5.5.1 MOTORES AUXILIARES

El costo de los grupos generadores puede estimarse mediante la siguiente fórmula:

$$C_{DG} = \frac{252 \cdot DIA^{2.2} \cdot N_C^{0.8}}{RPM} + 24000 \cdot \left(\frac{kWg}{RPM}\right)^{\frac{2}{3}}$$

Donde:

$DIA = 145 \text{ mm}$  : diámetro de cilindro.

$N_C = 12$  : número de cilindros del generador.

$kWg = 1200 \text{ kW}$  : potencia eléctrica del generador.

$RPM = 1500 \text{ rpm}$  : revoluciones del generador.

El buque proyecto cuenta con 3 grupos generadores Diesel, por tanto:

$$C_{TOTAL DG} = 3 \cdot C_{DG} = 90.451,80 \text{ €}$$

### 5.5.2 GENERADOR DE EMERENCIA

El costo del generador de emergencia puede estimarse en función de su potencia:

$$C_{GE} = 2600 \cdot (kWg)^{\frac{2}{3}} = 150.409,45 \text{ €}$$

Donde:

$kWg = 440 \text{ kW}$  : potencia eléctrica del generador de emergencia.

### 5.5.3 EQUIPOS REFRIGERACIÓN Y LUBRICACIÓN

El coste para dos motores de cuatro tiempos se puede estimar a partir de la siguiente fórmula:

$$C_{RL} = 6 \cdot 3.4 \cdot BHP \cdot 2 = 138.152,06 \text{ €}$$

#### 5.5.4 EQUIPO ARRANQUE DE MOTORES

El coste del equipo de arranque de aire comprimido puede estimarse mediante la fórmula:

$$C_{AM} = 78 \cdot N_{CO} \cdot Q_{CO} = 124,80 \text{ €}$$

Donde:

$N_{CO} = 2$  : número de compresores.

$Q_{CO} = 0,8 \text{ m}^3/h$  : caudal unitario por compresor.

Todos los datos se han extraído del Cuaderno 10: "Cámara de Máquinas".

#### 5.5.5 EQUIPOS TRASIEGO COMBUSTIBLE

El coste del equipo de trasiego de combustible puede estimarse mediante la fórmula:

$$C_{TC} = 44 \cdot N_{BT} \cdot Q_{BT} + 2.1 \cdot BHP = 14.661,54 \text{ €}$$

Donde:

$N_{BT} = 1$  : número de bombas de trasiego.

$Q_{BT} = 10 \text{ m}^3/h$  : caudal unitario por bomba.

Todos los datos se han extraído del Cuaderno 10: "Cámara de Máquinas".

#### 5.5.6 SEPARADOR DE SENTINAS

En esta partida se estima el costo de las separadoras de sentinas con sus bombas y alarmas según la siguiente fórmula:

$$C_{SS} = 156 \cdot GT^{0.5} + 5100 \cdot K_{SS} = 18.600,99 \text{ €}$$

Donde:

$GT = 7490GT$  : Arqueo bruto del buque proyecto, extraído del Cuaderno 9: "Francobordo y Arqueo"

$K_{SS} = 1$  : siendo 1 o 0 según haya control automático de descargas.

#### 5.5.7 EQUIPO SANITARIO

El coste de equipos sanitarios engloba:

- Generador de agua dulce.
- Planta de tratamiento de aguas residuales.

El costo unitario del generador de agua dulce puede estimarse mediante:

$$C_{GAD} = 1380 \cdot Q_{GAD} = 16.560,00 \text{ €}$$

Donde:

$Q_{GAD} = 12 \text{ t/día}$  : caudal del generador, extraído del Cuaderno 12: "Equipos y Servicios".

El buque cuenta con dos potabilizadoras, por lo que el coste se eleva a 33.120,00 €

El costo unitario de la planta de tratamiento de aguas residuales puede estimarse mediante:

$$C_{TAR} = 2640 \cdot N^{0.4} = 16.110,87 \text{ €}$$

El coste total de esta partida supone:

$$C_{ES} = C_{GAD} + C_{TAR} = 49.230,87 \text{ €}$$

## 5.6 INSTALACIONES ESPECIALES

### 5.6.1 HÉLICE DE MANIOBRA

El costo de la hélice de maniobra será proporcional a su potencia. El buque proyecto está equipado con un propulsor transversal de 880 kW. Se puede estimar el coste mediante la siguiente expresión:

$$C_{TRANSVERSAL} = 900 \cdot BHP_{TR}^{0,73} = 118.787,33 \text{ €}$$

Donde:

$$BHP_{TR} = 590,60 \text{ kW} \cdot 1,36 = 803,216 \text{ CV} : \text{potencia de la hélice transversal.}$$

## 5.7 COSTES MANO DE OBRA

La estimación del costo de mano de obra se realiza con una formulación que aproxima un número de horas de mano de obra a la construcción del buque. Para obtener el costes, es necesario multiplicar esas horas por el coste de la hora de la mano de obra; por ser diferente para cada tarea, se utilizará un valor medio:

$$C_{MO} = C_{MOD} \cdot (1 + G_{GG})$$

Donde:

$C_{MO}$  : coste de la mano de obra.

$C_{MOD}$  : coste de la mano de obra directa.

$G_{GG}$  : coeficiente de gastos generales.

La estimación del costo de la mano de obra se realizará con menor grado de detalle que el apartado anterior, ya que generalmente se calcula de forma general, sin entrar a un nivel mayor de partidas.

### 5.7.1 CASCO

#### 5.7.1.1 ACERO LAMINADO Y RESTO DE MATERIALES

Las horas de elaboración, prefabricación y montaje del casco se puede estimar mediante:

$$H_C = K_{BA} \cdot P_{AC} \cdot (1 + K_F \cdot (1 - C_F)) \cdot (1 + K_B) \cdot (1 + K_E \cdot C_E) \cdot (1 + K_C \cdot (N_C - 1))$$

Donde:

$K_{BA} = 70 \text{ h/ton}$  : índice de la mano de obra que depende de la productividad del astillero.

$P_{AC} = 3001,48 \text{ ton}$  : peso del acero.

$K_F = 0.3$  : índice de coeficiente de forma.

$C_F = 0.497$  : coeficiente de forma. Se toma el coeficiente de bloque.

$K_B = 0.04$  : índice de complejidad del bulbo.

$K_E = 0.5$  : índice de complejidad de acero especial.

$C_E = 0.4$  : coeficiente de peso de acero especial expresado en tanto por uno.

$K_C = 0.05$  : coeficiente de número de cubiertas.

$N_C = 5$  : número de cubiertas fuera de cámara de máquinas y zonas extremas.

Por tanto:

$$H_C = 362132 h$$

### 5.7.1.2 TIMÓN Y ACCESORIOS

Las horas correspondientes se estiman como:

$$H_{TIMÓN} = 100 \cdot N_{TIM} \cdot L_{TIM} \cdot H_{TIM} = 1023 h$$

Se tienen dos timones, por lo que las horas corresponden a 2046.

### 5.7.1.3 PREPARACIÓN DE SUPERFICIES

Las horas de preparación de superficies están relacionadas con el área a trabajar. Un dato común es 0.02 h/m<sup>2</sup>. Las superficies que se toman en cuenta son las calculadas en los apartados de costes correspondientes, por tanto:

$$H_{CHORREO} = 0.02 \cdot (S_{O.V.} + S_{O.M.} + S_I) = 119 h$$

Donde:

$S_{O.V.} = 2375,44 m^2$  : superficie de obra viva.

$S_{O.M.} = 2198,76 m^2$  : superficie de obra muerta.

$S_I = 1372,26 m^2$  : superficie interior.

### 5.7.1.4 PINTURA Y CONTROL DE CORROSIÓN

El tiempo dedicado a la pintura y al control de la corrosión puede estimarse como:

$$H_P = 0.25 \cdot S_{O.M.} \cdot (1 + 0.3 \cdot N_{O.M.}) + 0.35 \cdot S_{O.V.} \cdot \frac{N_{O.V.}}{4} + 0.4 \cdot S_I \cdot N_I = 3139 h$$

Donde:

$N_{O.M.} = 4$  : número de manos aplicadas a la obra muerta.

$N_{O.V.} = 4$  : número de manos aplicadas a la obra viva.

$N_I = 2$  : número de manos aplicadas a la superficie interior.

### 5.7.1.5 GALVANIZADO Y CEMENTADO

Se estiman 200 horas para estos procesos. Por tanto:

$$H_{GALV.Y CEMENT.} = 200 h$$

### 5.7.1.6 PROTECCIÓN CATÓDICA

Se estiman 75 horas para estos procesos. Por tanto:

$$H_{PROT.CAT.} = 75 h$$

## 5.7.2 EQUIPOS Y ARMAMENTO

### 5.7.2.1 EQUIPOS DE FONDEO Y AMARRE

Las horas que corresponden a la instalación de estos equipos pueden estimarse como:

$$H_{AMARRE Y FONDEO} = 27 \cdot P_A^{0.4} = 59 h$$

Donde:

$P_A = 2 \cdot 3.54 ton$  : peso de anclas de servicio.

### 5.7.2.2 MEDIOS DE SALVAMENTO

Las horas que corresponden a la instalación de estos equipos pueden estimarse como:

$$H_{SALVAMENTO} = 300 + 1.5 \cdot N = 438 h$$

Donde:

$N = 92$  : número de personas a bordo

### 5.7.2.3 HABILITACIÓN

Las horas que corresponden a acondicionamiento de habitación pueden estimarse en función de la superficie de habitación. Se toman 16 h/m<sup>2</sup> para habitación de alojamientos y 2 h/m<sup>2</sup> para acondicionamiento de estos alojamientos:

$$H_{HAB} = (16 + 2) \frac{h}{m^2} \cdot S_H = 111045 h$$

Donde:

$S_H = 6169,1411 m^2$  : área de habitación.

Para estimar las horas de trabajo en espacios de fonda y hotel se puede tomar como referencia 115 h por tripulante. Por tanto:

$$H_{FONDA Y HOTEL} = 115 \frac{h}{trip.} \cdot N = 10580 h$$

Por tanto:

$$H_{HABILITACIÓN} = 121625 h$$

### 5.7.2.4 EQUIPOS DE NAVEGACIÓN

Las horas de instalación de estos equipos pueden estimarse como:

$$H_{NCP} = 330 \cdot N_C^{\frac{1}{6}} = 578 h$$

Donde:

$N_C = 29$  : número de equipos. En el desglose realizado en el apartado 6.1.2.4. del presente cuaderno, para el buque proyecto se tienen 29 equipos correspondientes a esta partida.

### 5.7.2.5 MEDIOS DE AGUA NEBULIZADA

Las horas destinadas a la instalación de este sistema se han aproximado con la fórmula estimativa para horas de instalación de rociadores automáticos, por tanto:

$$H_{AN} = 0,35 \cdot S_{AN} = 482 h$$

Donde:

$S_{AN} = 998 m^2$  : superficie a abarcar por el sistema de agua nebulizada.

### 5.7.2.6 GRÚA DE CARGA

Las horas correspondientes a la instalación de grúas pueden estimarse mediante la fórmula:

$$H_{GRÚAS} = 290 \cdot N \cdot SWL^{1/3}$$

El tiempo estimativo dedicado a la instalación de grúas es:

$$H_{GRÚAS} = 7 h$$

### 5.7.2.7 INSTALACIÓN ELÉCTRICA

Las horas de trabajo previstas para la instalación eléctrica pueden estimarse como:

$$H_{IE} = 4 \cdot S_H + 6 \cdot kW = 42677 h$$

Donde:

$S_H = 6169,1411 m^2$  : superficie de habilitación.

$kW = 5050 kW$  : potencia total instalada.

### 5.7.2.8 TUBERÍAS

Las horas correspondientes a instalación de tuberías se pueden estimar según:

$$H_T = 11 \cdot BHP^{0.35} = 241 h$$

## 5.7.3 MAQUINARIA AUXILIAR

### 5.7.3.1 SERVOMOTOR

Las horas de trabajo en el equipo de gobierno pueden estimarse:

$$H_{SERVO} = 3 \cdot L^{\frac{2}{3}} = 68 h$$

### 5.7.3.2 EQUIPO AMARRE Y FONDEO

Las horas de instalación se estos equipos pueden estimarse:

$$H_{AF} = L \cdot (1.75 \cdot N_M + 1.6 \cdot N_{CA}) = 757 h$$

Donde:

$N_M = 2$  : número de molinetes.

$N_{CA} = 2$  : número de cabrestantes.

## 5.7.4 INSTALACIÓN PROPULSORA

### 5.7.4.1 MOTORES PROPULSORES

El tiempo destinado a la instalación del motor propulsor se estima según:

$$H_{MP} = 10 \cdot BHP^{\frac{2}{3}} \cdot N_{MP} = 3579 h$$

Donde:

$N_{MP} = 2$  : número de motores propulsores.

### 5.7.4.2 LÍNEAS DE EJES

Las horas correspondientes a esta partida pueden estimar mediante:

$$H_{LE} = K_{LE} \cdot BHP \cdot N_{LE} = 5756 h$$

Donde:

$K_{LE} = 0.85$  : constante para motores con reductor.

$N_{LE} = 1$  : número de líneas de ejes.

### 5.7.4.3 HÉLICES PROPULSORAS

Las horas de trabajo correspondientes a esta partida pueden estimarse según:

$$H_H = K_1 \cdot K_2 \cdot BHP \cdot N_H = 208583 h$$

Donde:

$K_1 = 700$  : constante para hélices de paso variable.

$K_2 = 0,44$  : constante para hélices de paso variable.

$N_H = 2$  : número de hélices.

## 5.7.5 MAQUINARIA AUXILIAR PROPULSIÓN

### 5.7.5.1 MOTORES AUXILIARES

Las horas de instalación de esta partida se estiman como:

$$H_{GA} = 52 \cdot N_G \cdot kW^{0.43} = 3290h$$

Donde:

$N_G = 3$  : número de grupos generadores.

$kW = 1200 kW$  : potencia unitaria por generador.

### 5.7.5.2 GENERADOR DE EMERGENCIA

Se estiman 600 horas para la instalación del generador de emergencia del buque proyecto, por tanto:

$$H_{GE} = 600 h$$

### 5.7.5.3 EQUIPO DE REFRIGERACIÓN Y LUBRICACIÓN

Para motores de 4 tiempos, el tiempo puede estimarse según la siguiente fórmula:

$$H_{RL} = 2250 + 0.18 \cdot BHP = 3469 h$$

### 5.7.5.4 EQUIPO DE ARRANQUE DE LOS MOTORES

Las horas para la instalación de los equipos de arranque de aire comprimido se estiman mediante:

$$H_{AM} = N_{CO} \cdot (40 + 3.5 \cdot Q_{CO}) = 86 h$$

Donde:

$N_{CO} = 2$  : número de compresores.

$Q_{CO} = 0,8 \text{ m}^3/h$  : caudal unitario del compresor.

### 5.7.5.5 EQUIPO TRASIEGO COMBUSTIBLE

Las horas de la instalación de equipos de trasiego de combustible pesado se estima como:

$$H_{CO} = K_{CO} \cdot BHP = 880h$$

Donde:

$K_{CO} = 0,13$  : constante para combustible no pesado.

### 5.7.5.6 EQUIPOS AUXILIARES DE CASCO

El tiempo dedicado a estos equipos puede estimarse según:

$$H_{EAC} = 420 + 0.47 \cdot L \cdot (B + D) = 1927 h$$

### 5.7.5.7 EQUIPOS SANITARIOS

Las horas de instalación de estos equipos se estiman en:

$$H_{ES} = 280 + 2 \cdot 8 \cdot Q_A + 200 + 3.5 \cdot N + 410 + 3.9 \cdot N + 400 = 2162,8 h$$

Donde:

$Q_A = 12 \text{ t/día}$  : capacidad del generador de agua dulce.

## 5.7.6 INSTALACIONES ESPECIALES

### 5.7.6.1 HÉLICE DE MANIOBRA

Se puede estimar el tiempo de instalación del propulsor transversal como:

$$H_{TRANSVERSAL} = 14.5 \cdot BHP_{TR}^{0.7} = 1566h$$

Donde:

$BHP_{TR} = 803,216CV$  : potencia de la hélice transversal.

## 6 INSTALACIONES Y EQUIPOS DE OCIO

Se van a enumerar a continuación las diferentes salas de ocio que se encontrarán a bordo:

	<i>Cubierta</i>	<i>Precio estimado</i>
<i>Mess Room</i>	Crew Deck	20.000,00 €
<i>Cine</i>	Lower Deck	500.000,00 €
<i>Laser Game</i>	Lower Deck	500.000,00 €
<i>Laberinto</i>	Lower Deck	200.000,00 €
<i>Zona de Juegos</i>	Lower Deck	800.000,00 €
<i>Sala de Música y Tetería</i>	Lower Deck	200.000,00 €
<i>Sala Videojuegos</i>	Lower Deck	500.000,00 €
<i>Actividades Acuáticas</i>	Main Deck	500.000,00 €
<i>Boat Game</i>	Main Deck	500.000,00 €
<i>Terraza con Acuario</i>	Main Deck	250.000,00 €
<i>Piscina</i>	Swimming Deck	800.000,00 €
<i>Sauna</i>	Swimming Deck	500.000,00 €
<i>Zona de Masajes</i>	Swimming Deck	100.000,00 €
<i>Baño Turco</i>	Swimming Deck	200.000,00 €
<i>Jacuzzi</i>	Swimming Deck	200.000,00 €
<i>Salón con Acuario</i>	Swimming Deck	250.000,00 €
<i>Biblioteca</i>	Bridge Deck	800.000,00 €
<i>Red Suspensión</i>	Bridge Deck	250.000,00 €
<i>Sala de Música y Escenario</i>	Bridge Deck	200.000,00 €
<i>Jardín Interior</i>	Bridge Deck	1.000.000,00 €
<i>Observatorio</i>	Sun Deck	1.000.000,00 €
<i>Pista de Baile</i>	Sun Deck	200.000,00 €
<i>Galería de Arte</i>	Sun Deck	1.000.000,00 €
<i>Tienda Alta Costura</i>	Sun Deck	1.000.000,00 €

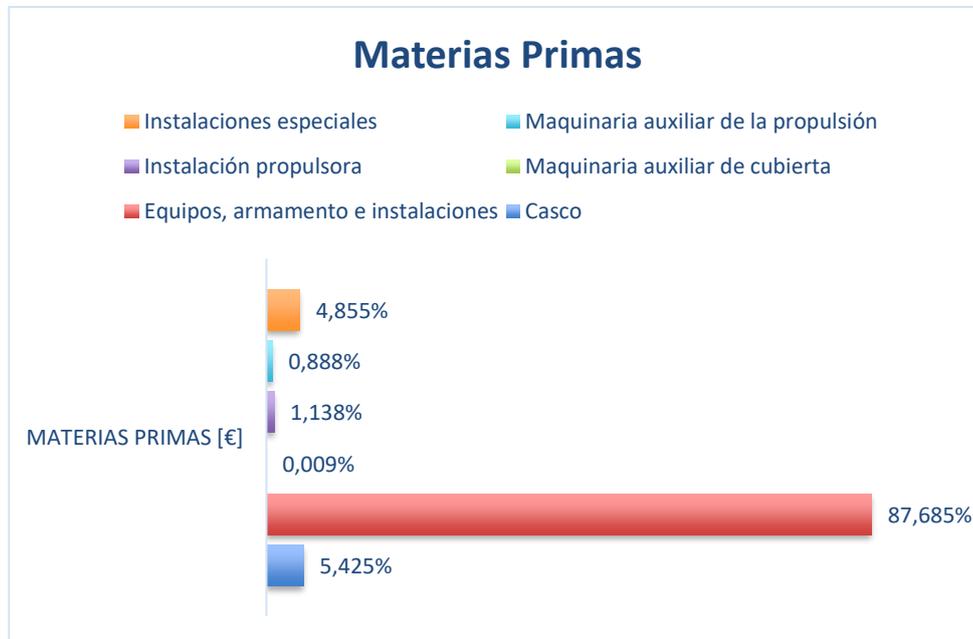
El costo unitario de todos los equipos de ocio puede estimarse en:

$$C_{EO} = 11.470.000,00 \text{ €}$$

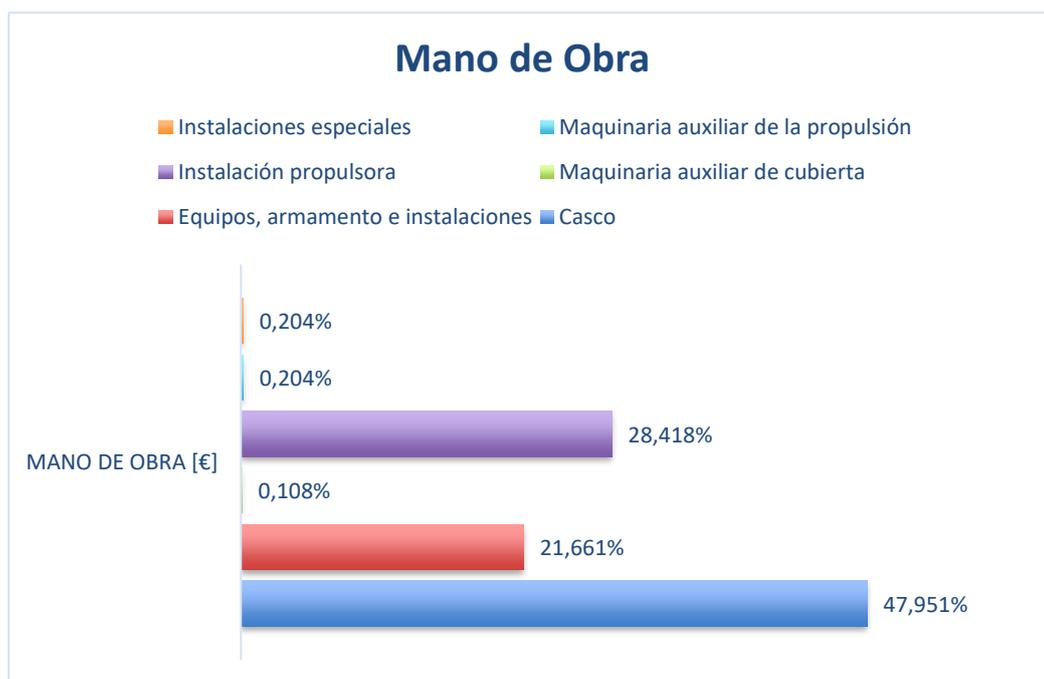
## 6.1 CONCLUSIONES

Se muestra a continuación un resumen global de los costes anteriormente calculados:

Se muestra primero un gráfico en el que se pueden observar los porcentajes de precio de cada una de las partidas del coste de materias primas. La partida de equipos y armamento es la que supone un mayor porcentaje sobre el coste de las materias primas.



Se muestra primero un gráfico en el que se pueden observar los porcentajes de precio de cada una de las partidas del coste de mano de obra. La partida de construcción del casco es la que supone un mayor porcentaje sobre el coste de las materias primas.



## 6.2 COSTES INDIRECTOS ASTILLERO

Inicialmente se indicó que el coste de la construcción incluye los costes varios del astillero:

$$CC = CM + CM_o + CV_a$$

Donde:

$CC$  : Coste de Construcción.

$CM$  : Coste de Materias Primas.

$CM_o$  : Coste de Mano de Obra.

$CV_a$  : Costes Indirectos del Astillero.

En los costes indirectos del astillero se incluyen las siguientes partidas:

- Gastos de Ingeniería:
  - Proyecto Contratado en el exterior.
  - Ensayos en Canales.
  - Estudios contratados en el exterior.
- Clasificación, Reglamentos y Certificados:
  - Sociedad de Clasificación.
  - Entidades Reguladoras.
  - Inspección de buques.
  - Colegio Oficial de Ingenieros Navales.
- Pruebas y Garantía:
  - Botadura.
  - Práctico y remolcadores.
  - Varada.
  - Pruebas, ensayos, montadores y supervisores.
  - Garantía.
- Armador y Entrega.
- Servicios Auxiliares durante la Construcción.

Los costes varios del astillero se obtienen a partir de un porcentaje (8%-15%) de los costes de materiales y mano de obra. Se va a considerar un 10%. Los costes de construcción del buque proyecto, son finalmente los siguientes:

	<i>Materias Primas</i>	<i>Mano de Obra</i>
<i>Coste Construcción</i>	72.381.959,84 €	23.005.192,48 €
<i>Coste Construcción</i>	95.387.152,32 €	
<i>Coste Equipos Ocio</i>	11.470.000,00 €	
<i>5% Margen</i>	5.342.857,62 €	
<i>15% Costes Varios del Astillero</i>	16.028.572,85 €	
<i>Total Costes Construcción</i>	<b>200.610.542,62€</b>	

## 7 VALOR DE CONTRATO

El valor de contrato es el coste de adquisición (CA) del buque, y se define como el coste de construcción total más el porcentaje de beneficio obtenido por el astillero.

El beneficio del astillero es la diferencia entre los ingresos derivados de la construcción del buque y los costes totales correspondientes. Se va a considerar un beneficio del 25 %, por lo que el valor de contrato será:

<i>Coste Construcción + Eq. Ocio</i>	106.857.152,32 €
<i>5% Margen</i>	5.342.857,62 €
<i>15% Costes Varios del Astillero</i>	16.028.572,85 €
<i>25% Beneficio</i>	18.095.489,96 €
<i>Valor de Contrato (CA)</i>	<b>218.706.032,57 €</b>

## 8 GASTOS DEL ARMADOR: INVERSIÓN TOTAL

Los gastos del armador hacen referencia a todos los gastos generados por la puesta en explotación y los derivados de las condiciones del crédito. Así:

$$Inversión\ Total = C_A + G_{Armador}$$

Se incluyen los siguientes:

- Gastos Notariales. Hipotecas:
  - Gastos de constitución de hipoteca.
  - Escritura de entrega e Impuesto por Actos Jurídicos Documentados.
  - Gastos notariales.
- Intereses.
- Inspección y Adiestramiento de la Tripulación:
  - Inspección del armador.
  - Adiestramiento de la tripulación.
- Gastos y Respetos no incluidos en el Contrato de Construcción:
  - Cargos, pertrechos y respetos extra.
  - Gastos para puesta en explotación.
- Impuesto sobre el Valor Añadido (I.V.A.):

Se muestra a continuación un desglose de los gastos anteriormente descritos, junto con un valor en porcentaje para cada uno de ellos. Los porcentajes se van a aplicar sobre el coste de construcción antes del beneficio.

ÍTEM	Porcentaje	Gasto
<b>GASTOS NOTARIALES - HIPOTECAS</b>	1,0%	2.006.105,43 €
<i>Gastos de constitución de hipoteca</i>		
<i>Escritura de entrega e Impuesto por Actos Jurídicos Documentales</i>		
<i>Gastos notariales</i>		
<b>INTERESES</b>	4,0%	8.024.421,70 €
<b>INSPECCIÓN Y ADIESTRAMIENTO DE LA TRIPULACIÓN</b>	0,3%	601.831,63 €
<i>Inspección del armador</i>		
<i>Adiestramiento de la tripulación</i>		
<b>IMPUESTO SOBRE VALOR AÑADIDO (I.V.A.)</b>	21,0%	42.128,213,95 €
<b>COSTE TOTAL DE CONSTRUCCIÓN CC</b>		200.610.542,62 €
<b>GASTOS TOTALES DEL ARMADOR GA</b>		52.760.572,71€
<b>VALOR DE CONTRATO CA</b>		218.706.032,57 €
<b>INVERSIÓN TOTAL CA+GA</b>		<b>271.466.605,28 €</b>

## 9 COSTES OPERATIVOS ANUALES DEL BUQUE

Se procede a calcular los costes operativos anuales del buque proyecto. Estos costes se desglosan en costes fijos y variables.

Dentro de los costes fijos se encuentran:

- Costes Tripulación
- Costes Técnicos:
  - Pertrechos.
  - Mantenimiento.
  - Reparaciones.
- Coste Seguro:

Dentro de los costes variables se encuentran:

- Combustible y lubricante.
- Víveres.
- Costes Puerto.

### 9.1 COSTES FIJOS

Los coste fijos cubren el mantenimiento y la propiedad del buque proyecto en condiciones de navegabilidad.

#### 9.1.1 COSTES TRIPULACIÓN

Los costes de tripulación varían en función de:

- Nacionalidad de la tripulación.
- Cargo a considerar.
- Servicio del buque.
- Número de tripulantes.

El buque proyecto cuenta con una tripulación de 42 personas, se muestra a continuación un desglose de los puestos que cubrirán junto con el salario anual y mensual obtenido del Boletín Oficial del Estado Convenio Colectivo de los Buques del Instituto Social de la Marina.

Puesto	Salario Anual BOE	Personas con el cargo	Salario Mensual
Capitán	48.801,62	1	4.066,80
Oficial	34.235,18	4	2.852,93
Jefe de Máquinas	45.842,42	1	3.820,20
Ingeniero	46.203,86	2	3.850,32
Marinero en Cubierta	17.967,18	6	1.497,27
Cocinero	20.832,76	5	1.736,06
Entrenador Personal	17.967,18	1	1.497,27
Socorrista	17.967,18	1	1.497,27
Músico	20.832,76	5	1.736,06
Asistentes	18.470,82	16	1.539,24

La autonomía de este buque proyecto es de 7 días, y se va a considerar que pase en puerto un día para operaciones de descarga y otro día para operaciones de carga. Lo que supone 9 días.

La temporada de trabajo en zonas polares comienza en junio y termina en octubre. Lo que supone un total de 5 meses de trabajo en zonas polares. Teniendo en cuenta los días de mes en esos meses, se tienen 153 días de trabajo en zonas polares.

Este reparto temporal hace posible 17 salidas anuales del buque a zonas polares. Con 119 días del buque en la mar y 34 en puerto.

Los meses de mayo y noviembre el buque estará sometido a actividades de mantenimiento, proporcionando a los tripulantes vacaciones.

El resto de meses, el buque realizará cruceros por zonas diferentes al área polar. Los meses que el buque no esté destinado a viajar por zonas polares suman 151 días, la carga de trabajo será menor, por lo que se estima la realización de 12 salidas en esos meses. Este dato supone que el buque pase 84 días en alta mar.

El balance anual suponer un total de 29 salidas anuales.

Teniendo en cuenta todos estos datos, se muestra a continuación el coste que supone anualmente la tripulación de manera desglosada atendiendo a la función a desempeñar.

<i>Puesto</i>	<i>Costes Tripulación</i>
<i>Capitán</i>	4066,80 €
<i>Oficial</i>	11411,72 €
<i>Jefe de Máquinas</i>	3820,201 €
<i>Ingeniero</i>	7700,64 €
<i>Marinero en Cubierta</i>	8983,59 €
<i>Cocinero</i>	8680,31 €
<i>Entrenador Personal</i>	1497,26 €
<i>Socorrista</i>	1497,26 €
<i>Músico</i>	8680,31 €
<i>Asistentes</i>	24627,76 €

La suma supone un total de 80.965,89 €

### 9.1.2 COSTES TÉCNICOS

Los costes técnicos anuales se estiman como un porcentaje de la inversión inicial de la siguiente manera:

- Pertrechos: 1%
- Mantenimiento y reparaciones: 1.5% - 2.0%

Por tanto, para el buque proyecto:

$$C_{TÉCNICOS ANUALES} = (0.1 + 1.8) \cdot Inversión Total = 7.601.064,95 €$$

### 9.1.3 COTE SEGURO

El coste anual de seguros se estima como un porcentaje de la inversión inicial tal que:

- Seguros: 1.0% - 1.5%

Por tanto, para el buque proyecto:

$$C_{SEGUROS\ ANUALES} = 1.3 \cdot Inversión\ Total = 3.529.065,87\ €$$

## 9.2 COSTES VARIABLES

Los costes variables son los ocasionados por la operación del buque.

### 9.2.1 COMBUSTIBLE Y LUBRICANTE

El coste de combustible y lubricante es proporcional a la actividad del buque. Para su estimación se toma en consideración los consumos de los motores principales y auxiliares.

Se tiene por tanto un consumo de combustible de 350 m<sup>3</sup> por viaje y 1,2 m<sup>3</sup> de aceite, teniendo en consideración un total de 29 viajes al año:

	€/m <sup>3</sup>	Precio por viaje	Precio anual
<i>Combustible</i>	545,08	190.778,00 €	5.532.562,00 €
<i>Aceite</i>	703,55	884,26 €	24.483,00 €
<i>Puerto</i>			166.711,35 €

Se obtiene finalmente un consumo de combustible anual que alcanza la cifra de:

$$C_{COMBUSTIBLE} = 5.723.756,35\ €$$

### 9.2.2 VÍVERES

Se va a estimar un coste aproximado de 100€/día por pasajero y 20 €/día por tripulante. El buque trabaja 203 días al año y a bordo van 50 pasajeros y 42 tripulantes.

Por tanto:

$$C_{VÍVERES} = 1.185.520,00\ €$$

### 9.2.3 COSTES DE PUERTO

El buque realizará 29 viajes al año, por lo que se supondrán 29 entradas a puerto, con un coste de 50.000 € por entrada. Por tanto:

$$C_{PUERTO} = 1.450.0000,00\ €$$

### 9.3 COSTES OPERATIVOS ANUALES

Se muestra a continuación un desglose de los costes operativos anuales calculados en apartados anteriores:

<b>COSTES FIJOS</b>	Tripulación	80.965,89 €
	Costes técnicos	7.601.064,955 €
	Seguros	3.529.065,87 €
	<b>Subtotal</b>	<b>11.794.405,75 €</b>
<b>COSTES VARIABLES</b>	Combustibles y lubricante	5.723.756,35 €
	Víveres	1.185.520,00€
	Costes de puerto	1.450.000,00 €
	<b>Subtotal</b>	<b>11.611.826,25 €</b>
	<b>TOTAL COSTES OPERATIVOS ANUALES</b>	<b>19.570.373,05 €</b>

## 10 ANÁLISIS DE COSTES E INGRESOS. ESTUDIO VENTAS

El buque proyecto está destinado a navegar por las zonas polares durante la temporada de deshielo (junio - octubre) realizando un total de salidas.

Los meses de mayo y noviembre el buque estará sometido a actividades de mantenimiento, proporcionando a los tripulantes vacaciones.

El resto de meses, el buque realizará cruceros por zonas diferentes al área polar, realizando un total de 12 salidas.

La autonomía de este buque proyecto es de 7 días, y se va a considerar que pase en puerto un día para operaciones de descarga y otro día para operaciones de carga. Lo que supone 9 días.

El balance anual suponer un total de 29 salidas anuales.

Haciendo un análisis de mercado, se obtiene un precio estimado por viaje de 17.000,00 € por viaje y por persona. Lo que equivaldría a 34.000,00 € por habitación en un crucero de alta gama. Dado que el buque proyecto es un mega yate de lujo, que presenta altas calidades de confort y ocio; además incluirá en el precio del viaje el coste de todas las actividades y eventos disponibles a bordo, se va a establecer un precio de 40.000,00 € por habitación, lo que supone 20.000,00€ por persona.

La fijación de este precio por habitación se ha establecido tras hacer un estudio de las ofertas de <https://luxury.cruiselines.com> a zonas polares y a zonas diversas del mundo.

Teniendo todo esto en cuenta, en caso de 100% de ventas anuales se obtendría una cifra de ventas de 29.000.000 € al año. Restando los gastos anteriormente calculados, las ventas darían lugar a un beneficio de 9.429.626,95 € al año.

Suponiendo una situación de 80% de ventas al año se obtendría una cifra de ventas de 23.200.000€, siendo 3.629.626,95€ beneficios.

Se contará además con el alquiler de la galería de arte o el jardín interior a diferentes marcas de moda, para la realización de los desfiles de temporada. Esta actividad podría suponer ingresos extra durante las semanas de la moda de primavera-verano y otoño-invierno.

## 11 ANÁLISIS DEL PRESUPUESTO DE CONSTRUCCIÓN

Se ha hecho un estudio de mercado con el objetivo de poder comparar el precio de venta del buque proyecto con otros buques del mercado. Los yates ofertados son de esloras muy inferiores, que rondan los 50 m.

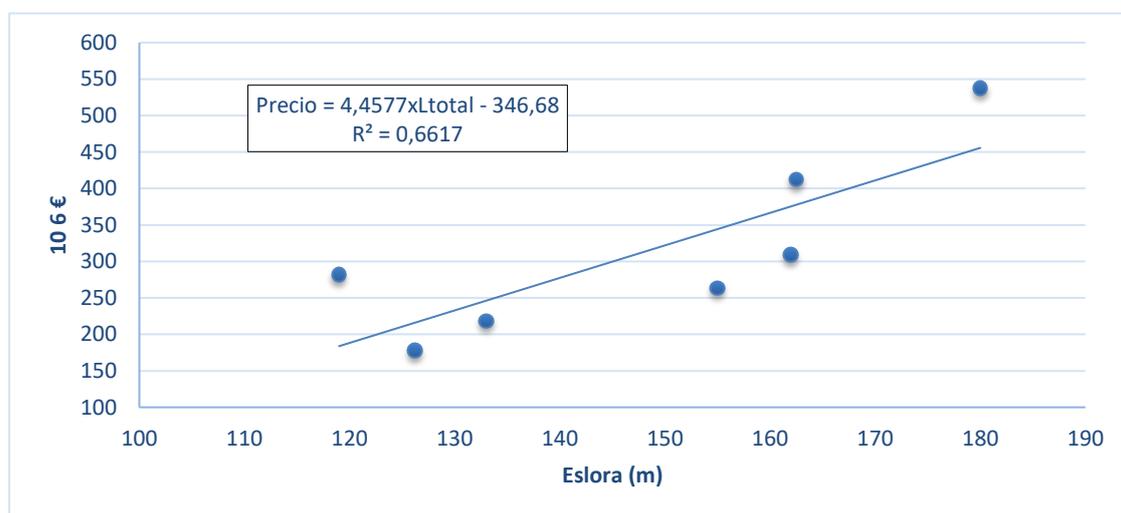
La investigación realizada a través de páginas web de venta general de buques, de mano de las páginas <https://es.boats.com/barcos-en-venta>, <https://www.cosasdebarcos.com>, <http://www.worldyachtgroup.com/es/venta-de-yates> y <https://www.topbarcos.com> no ha dado lugar a cifras válidas, ya que primero por tamaño son muy diferentes, y segundo, tampoco ofrecen los servicios de este buque proyecto.

Cambiando el sector de búsqueda, y con cifras obtenidas de <https://www.yachtworld.es> se han obtenido las siguientes referencias:

Mega yate	L total (m)	Precio €
Octopus	126,2	178.000.000
Al Miraq	133	218.000.000
Al Said	155	263.000.000
Superyate A	119	282.000.000
Dubai	162	309.000.000
Eclipse	162,5	412.000.000
Azzam	180	537.000.000

Estos buques se han considerado válidos para comparar con el buque proyecto, ya que tienen características similares, y la gran mayoría se encuentran en la Base de Datos del Cuaderno 1: "Dimensionamiento Preliminar y Elección de la Cifra de Mérito".

A partir de estos valores se ha hecho una recta de regresión, que es la que se muestra a continuación:



El valor final de venta del buque proyecto es de **271.466.605,28 €** contando los gastos del armador y un margen de beneficio es de 25%. Este valor se va a considerar válido, ya que teniendo en cuenta la tabla de datos anterior, en buques de esloras similares puede llegar a haber una diferencia de casi 100.000.000 €.

Si se aplicara la ecuación obtenida con la recta de regresión el valor de venta sería inferior; pero este buque cuenta a bordo con numerosos servicios de alto precio y novedad, por ello el precio de venta de **271.466.605,28 €** se considera válido.

## BIBLIOGRAFÍA

F. J. Ocampo, Criterios de Evaluación Técnica y Económica del Proyecto de un Buque, Universidad de la Coruña.

C. Santos, Tema 9 - Viabilidad de Proyectos, 2006.

«Región Polar Ártica,» [En línea]. Available: [www.worldatlas.com](http://www.worldatlas.com).

B. O. d. Estado, Anexo III Ministerio de trabajo e inmigración, abril 2009.