



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

Trabajo Fin de Grado
CURSO 2020/21

CUADERNO 13

Grado en Ingeniería Naval y Oceánica

ALUMNA

Carla Fuentes Lorenzo

TUTOR

Marcos Míguez González

FECHA

Septiembre 2021

1 REQUISITOS PREVIOS DE ACTIVIDAD



GRADO EN INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA TRABAJO FIN DE GRADO

CURSO 2.020-2021

PROYECTO NÚMERO 2021-GENO-25

TIPO DE BUQUE: Buque arrastrero congelador 1500m3.

CLASIFICACIÓN, COTA Y REGLAMENTOS DE APLICACIÓN: Bureau Veritas.
Torremolinos, MARPOL.PARA ZONAS POLARES.

CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA: Volumen de bodega de 1500 m³. Bodegas y entrepuentes de carga.

VELOCIDAD Y AUTONOMÍA: 12 nudos en condiciones de servicio, 85% MCR Y 10 % margen de mar. 40 días de autonomía.

SISTEMAS Y EQUIPOS DE CARGA / DESCARGA: Los propios de este tipo de buques.

PROPULSIÓN: Motor diésel acoplado a hélice de paso fijo.

TRIPULACIÓN Y PASAJE: 32 tripulantes.

OTROS EQUIPOS E INSTALACIONES: Hélice transversal de proa y los habituales en este tipo de buques.

Ferrol, 02 Febrero 2021

ALUMNO/A: D^a Carla Fuentes Lorenzo



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

**TRABAJO FIN DE GRADO
CURSO 2020/21**

BUQUE ARRASTRERO CONGELADOR DE 1500m3

Grado en Ingeniería Naval y Oceánica

CUADERNO 13

PRESUPUESTO DE CONSTRUCCIÓN DEL BUQUE

CONTENIDOS

1 REQUISITOS PREVIOS DE ACTIVIDAD.....	3
2 PRESENTACIÓN	6
3 PRESUPUESTO DE CONSTRUCCIÓN DEL BUQUE.....	7
3.1 Costes de construcción	7
3.1.1 Costes de materias primas	7
3.1.2 Costes de mano de obra.....	28
3.1.3 Costes indirectos del astillero (servicios)	37
3.2 Coste de construcción final.....	37
3.2.1 Desglose de costes de construcción	38
3.3 Valor del contrato.....	40
3.4 Gastos del armador	40
3.5 Inversión total del armador	41
4 PRESUPUESTO DE CONSTRUCCIÓN DEL BUQUE.....	42
4.1 Referencia 1	42
4.2 Referencia 2	43
4.3 Referencia 3	44
4.4 Referencia 4	45
4.5 Referencia 5	46
4.6 Referencia 6	47
4.7 Estimación mediante recta de regresión.....	48
5 BIBLIOGRAFÍA.....	50

2 PRESENTACIÓN

En el presente cuaderno se estudia la viabilidad económica del buque proyecto que hemos estudiado a lo largo de estos 12 cuadernos.

Empezaremos por desglosar las partidas más significativas de los costes de construcción del buque. Entre las que diferenciamos el coste de la materia prima y equipos, y el coste que supone la mano de obra.

Una vez calculado el coste de construcción por formulación, compararemos este valor con el coste de construcción de buques similares para comprobar si nuestras estimaciones se aproximan al coste real o si se desvían y por qué.

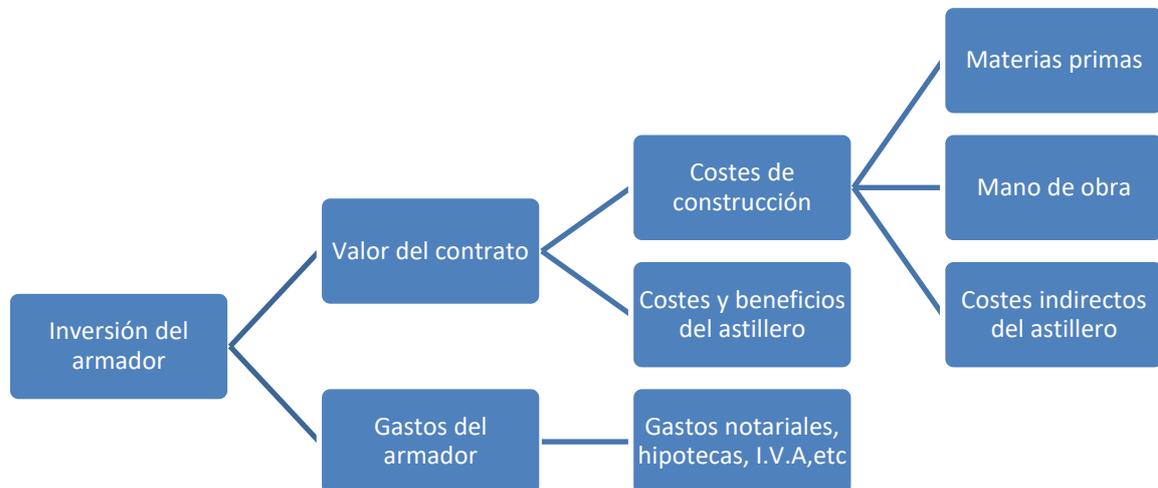
A continuación, recordamos la finalidad de este buque, ya explicada en el cuaderno1.

El buque proyecto es un pesquero arrastrero por popa, que cuenta con unas bodegas de 1500m³ y una planta de procesado a bordo. Se ha diseñado para faenar en los caladeros del Mar del Norte, conocidos como caladeros NAFO, donde sus capturas serán, principalmente bacalao y fletán. Se ha proyectado el casco del buque para habilitar su navegación por dichas zonas polares.

Se han tomado como referencia buques como el "Sunderoy" construido en Gondán, el "Ilivileq" construido en Armón, etc.

3 PRESUPUESTO DE CONSTRUCCIÓN DEL BUQUE

El coste de construcción de un buque se puede dividir de la siguiente manera:



Empezamos por definir los costes de construcción y sus componentes:

3.1 Costes de construcción

3.1.1 Costes de materias primas

3.1.1.1 Casco

El coste del acero necesario para la construcción del casco se calcula con la siguiente fórmula:

$$CC \text{ casco} = ccs * cas * cem * ps * PS + (4 * L * T)$$

Donde:

Donde:

- ccs: % perfiles respecto al total de acero (1,10).
- cas: Coeficiente de aprovechamiento del material (1,15).
- cem: % de acero no estructural y tuberías (1,10).
- ps: precio tonelada de acero calidad A (800 €/t, en agosto de 2021).
- PS: peso del acero calculado en el cuaderno 2: 860,8 t
- L: 67,4m, eslora total
- T:6,37, calado de diseño

Mencionar que la parte de la formulación que es $(4 \cdot L \cdot T)$ se corresponde con las piezas fundidas y forjadas, que las englobamos en el coste de construcción del casco.

$$CC_{\text{casco}} = (1,1 * 1,15 * 1,1 * 800 * 860,8) + (4 * 67,4 * 6,37) = 959.959,91\text{€}$$

3.1.1.1.1 Materiales auxiliares de construcción del casco

Aplicamos la siguiente fórmula:

$$CC_{\text{materiales auxiliares casco}} = 50 * PS = 50 * 860,8 = 43.040,00\text{€}$$

3.1.1.1.2 Timón y accesorios

El coste del timón se calcula de la siguiente manera:

$$CC_{\text{timón}} = 40 * Lt^2 * Ht = 40 * 2,5^2 * 4 = 1.000,00\text{€}$$

Siendo:

Lt la longitud del timón, 2,5m, y Ht la altura del mismo, 4m, ambas medidas debidamente justificadas en el cuaderno 6.

3.1.1.1.3 Preparación de superficies

El coste que nos supondrá preparar el acero del buque para ser pintado se estima de la siguiente manera:

$$C_{\text{preparación superficie casco}} = (Ci + Cg) * S$$

Siendo:

- Ci: coste de imprimación (2 €/m²).
- Cg: Coste de granallado (12 €/m²).
- S la superficie del acero a preparar. Según la siguiente captura de Maxsurf, el área mojada del casco, hasta la cubierta principal (6,6m de altura) es de 1392,6m²:

	Measurement	Value	Units
1	Displacement	4228	t
2	Volume (displaced)	4124,785	m ³
3	Draft Amidships	6,370	m
4	Immersed depth	6,597	m
5	WL Length	64,741	m
6	Beam max extents on WL	14,998	m
7	Wetted Area	1392,666	m ²
8	Max sect. area	93,506	m ²
9	Waterpl. Area	784,653	m ²
10	Prismatic coeff. (Cp)	0,681	
11	Block coeff. (Cb)	0,644	
12	Max Sect. area coeff. (Cm)	0,947	
13	Waterpl. area coeff. (Cwp)	0,808	

Teniendo en cuenta que la obra viva del barco está formada por:

Cubierta principal: cubierta corrida (toda la eslora), altura 2,8m

Cubierta superior: cubierta corrida, altura 2,8m

Cubierta castillo bajo: eslora 34,4m ,altura 2,8m

Cubierta castillo alto: eslora 22,7m, altura 2,8m

Cubierta puente: eslora 11,5m, altura 4,45m

Sumando el área de la obra muerta más el área de la obra viva tenemos una superficie total de uno 2700 m2

$$C \text{ preparación superficie casco} = (2 + 12) * 2700 = 37.800,00\text{€}$$

3.1.1.1.4 Pintura y métodos anticorrosivos

En este caso, el coste que supone pintar la obra viva es de 25€/m2, mientras que la pintura de la obra muerta supone 18€/m2.

Entonces:

$$\text{Coste pintura O.V} = 25 * 1393 = 34.825,00\text{€}$$

$$\text{Coste pintura O.M} = 12 * 1307 = 15.684,00\text{€}$$

$$\text{Coste pintura} = 50.509,00\text{€}$$

El galvanizado y el cementado supondrán un 7,5% del coste total de la pintura del buque:

$$\text{Coste galvanizado y cementado} = 7,5\% * 50509 = 3.788,17\text{€}$$

La protección catódica de la obra viva tendrá un coste de 1,55€/m2:

$$\text{Coste galvanizado y cementado} = 1,55 * 1393 = 2.159,15\text{€}$$

$$\text{Coste total pintura y anticorrosivos} = 56456,32\text{€}$$

3.1.1.2 Equipos, armamento e instalaciones

3.1.1.2.1 Equipos de amarre, fondeo y remolque

Nuestro buque proyecto llevará 3 anclas, una de ellas de respeto, con un peso de 2640kg, cada una, obtenido tras el cálculo del numeral de equipo.

El coste de la tonelada de ancla es de unos 2.500€, por lo que:

$$\text{Coste anclas} = 7,920 * 2500 = 1.980,00\text{€}$$

Para calcular el peso de cadenas:

$$\begin{aligned}\text{Coste cadenas} &= 0,15 * k * d^2 * \text{longitud cadena} = 0,15 * 0,335 * 46^2 * 495 \\ &= 52.632,85\text{€}\end{aligned}$$

Donde k es igual a 0,335 (constante acero de alta resistencia) y los parámetros de diámetro y longitud se conocen tras los cálculos realizados en los cuadernos 2 y 12.

Para el molinete:

$$\text{Coste molinete} = 2 * 300 * d^{\frac{1}{3}} = 2.149,82\text{€}$$

En el caso de los chigres de amarre:

$$\text{Coste chigre} = 7800 * T^{\frac{2}{3}} = 7800 * 0,95^{\frac{2}{3}} = 7.537,78\text{€ coste unitario (x4)}$$

Para los cabrestantes:

$$\text{Coste cabrestante} = 2250 * T^{1,6} = 2250 * 0,95^{1,6} = 2.072,71\text{€ coste unitario (x2)}$$

Entonces:

$$\text{Coste total equipos de amarre, fondeo y remolque} = 91.059,19\text{€}$$

3.1.1.2.2 Medios de salvamento

Para las balsas salvavidas:

$$\text{Coste balsas salvavidas} = K_{ba} * Np^{\frac{1}{3}} * N^{\circ} \text{ balsas}$$

Siendo el coeficiente $K_{ba} = 300$ por tratarse de balsas arriables, el número de balsas 2 y 16 personas por balsa:

$$\text{Coste balsas salvavidas} = 1.511,9\text{€}$$

Coste bote de rescate:

$$\text{Coste bote de rescate} = K_b * Np^{\frac{2}{3}}$$

En este caso, al ser un bote de rescate con un motor fueraborda, el coeficiente K_b es igual a 2000, y la capacidad del mismo es de 6 personas, por tanto:

$$\text{Coste bote de rescate} = 6.603,85\text{€}$$

Para el pescante de este bote de rescate:

$$\text{Coste pescante bote rescate} = K_{pescante} * Np^{\frac{2}{3}}$$

Aquí el coeficiente del pescante es de 2650, por el tipo de embarcación. Entonces:

$$\text{Coste pescante bote rescate} = 8.750,1\text{€}$$

El coste del resto de equipos de salvamento (chalecos, aros, lanzabengalas, etc) se estiman con la siguiente fórmula:

$$\text{Coste otros salvamento} = 2500 + 30 * N = 2500 + 30 * 32 = 3.460,00\text{€}$$

El coste total de esta partida será entonces de :

$$\text{Coste medios de salvamento} = 20.325,75\text{€}$$

3.1.1.2.3 Habilitación

Dentro de esta partida de habilitación, pretendemos estimar el coste que supondrán la habilitación como tal, los equipos de fonda y hotel, las gambuzas, la lavandería y el equipo de aire acondicionado:

Empezamos por definir la superficie de habilitación que tiene nuestro barco, obtenida a partir del plano de disposición general del cuaderno 7.

Cubierta	Superficie (m2)
C puente	116,3
C castillo alto	150,7
C castillo bajo	252
C superior	188
SUPERFICIE TOTAL HABILITACIÓN	707

Entonces, el coste de los camarotes, salones, y demás espacios de habitación viene dado por:

$$\text{Coste alojamientos habitación} = Kh * Sh$$

Conocemos ya la superficie de habitación: $Sh=707m^2$, y la multiplicamos por la constante Kh , que tiene un valor de 220, dado por el nivel de calidad del mobiliario e instalaciones. Este coeficiente suele situarse entre 210 y 250, por lo que cabe recordar que este es un buque de trabajo, en el que buscamos la comodidad de la tripulación pero sin lujos, ya que el armador busca que este buque proyecto sea lo más rentable posible.

$$\text{Coste alojamientos habitación} = 210 * 707 = 148.470,00\text{€}$$

Para los equipos de fonda y hotel:

$$\text{Coste fonda y hotel} = Kco * N$$

Donde:

Kco : 240

N : 32 tripulantes

$$\text{Coste fonda y hotel} = 7.680,00\text{€}$$

Para las gambuzas, tanto de fresco como de congelado:

$$\text{Coste gambuzas} = 1800 * V^{\frac{2}{3}}$$

El volumen de las gambuzas será de $42m^3$ para la gambuza de congelado ($2,8*3*5$) y de $33,6m^3$ para la gambuza de fresco ($2,8*2,4*5$). El volumen total de gambuzas es, por tanto, de $75,6m^3$.

$$\text{Coste gambuzas} = 32.182,54\text{€}$$

El coste que supondrá la lavandería con sus equipos se aproxima de la siguiente manera:

$$\text{Coste lavandería} = 240 * Np$$

Habiendo 32 tripulantes a bordo:

$$\text{Coste lavandería} = 7.680,00\text{€}$$

Como última partida de la habitación calcularemos el coste que supondrá la instalación de aire acondicionado

$$\text{Coste aire acondicionado} = 60 * Sh$$

Conocida la superficie de habilitación, 707m², obtenemos:

$$\text{Coste aire acondicionado} = 42.420,00\text{€}$$

El coste total de la habilitación será entonces de:

$$\text{Coste total habilitación} = 238.432,54\text{€}$$

3.1.1.2.4 Equipos de navegación, comunicaciones y pesca

Empezamos por calcular el coste de los equipos de navegación. Nos apoyamos en el libro de Fernando Junco Ocampo, donde marca unos márgenes de precio máximo y mínimo.

Adjuntamos una tabla con cada equipo del que dispone nuestro buque, así como su coste unitario. Entre los equipos de navegación que se exponen a continuación se encuentran los mínimos requeridos por el *Convenio de Torremolinos, Capítulo X*, por ser un buque con eslora mayor de 45m:

Equipos de navegación y comunicaciones	Unidades	Coste unitario	Coste total
Compás magnético	2	2.000,00 €	4.000,00 €
Girocompás	1	28.000,00 €	28.000,00 €
Consola de radio GMDSS	1	3.000,00 €	3.000,00 €
Sonda	2	4.000,00 €	8.000,00 €
GPS	1	6.200,00 €	6.200,00 €
Radar	3	47.000,00 €	141.000,00 €
Piloto automático	1	6.000,00 €	6.000,00 €
Receptor Navtex	1	5.000,00 €	5.000,00 €
Receptor de socorro	1	2.200,00 €	2.200,00 €
Telégrafo	1	1.400,00 €	1.400,00 €
Radioteléfono	1	3.000,00 €	3.000,00 €
Radiogoniómetro	1	4.800,00 €	4.800,00 €

Sirena	1	2.500,00 €	2.500,00 €
Sonar	1	3.800,00 €	3.800,00 €
Sensores de red	1	12.000,00 €	12.000,00 €
Detector de incendios	1	1.000,00 €	1.000,00 €
Radiodifusión y TV	1	1.000,00 €	1.000,00 €
Sistema de navegación satélite	1	5.000,00 €	5.000,00 €
Corredera	1	4.500,00 €	4.500,00 €
		TOTAL	242.400,00 €

Entonces:

$$\text{Coste equipos navegación y comunicaciones} = 242.400,00\text{€}$$

3.1.1.2.5 Equipo de extinción de incendios por agua nebulizada

En el caso del buque proyecto hemos decidido instalar un sistema de extinción de incendios por agua nebulizada. La norma exige tener un sistema contra incendios en la cámara de máquinas y los locales de maquinaria (como el local del generador de emergencia). De hecho, la sala de máquinas será nuestro volumen de control, ya que, además de ser el más crítico a la hora de que se produzca un incendio, es el espacio más demandante. Los cálculos de volúmenes ya se han realizado en el cuaderno 12, donde explicamos con detalle el funcionamiento de este sistema.

La formulación propuesta para los sistemas de extinción de incendios es la siguiente:

$$\text{Coste equipos extinción incendios} = k \text{ local} * \text{Vol}$$

El coeficiente k depende del local a sofocar, en nuestro caso hemos elegido cámara de máquinas por ser el más demandante y el más crítico, por lo que el factor multiplicativo al volumen será de 8,4.

El volumen será el de cámara de máquinas, que recordamos que tiene una manga máxima de 15m, una eslora de 18, y un puntal de 5,5m, por lo que el volumen será de 1485m³.

$$\text{Coste teórico equipos extinción incendios} = 12.474,00\text{€}$$

Hemos calculado el coste teórico de este sistema, pero el resultado es poco realista. Los equipos de bombeo, las botellas, válvulas, cuadros de control, tuberías, boquillas, etc superan con creces esta cifra. Obviaremos el resultado dado por formulación y aceptaremos que el coste de un equipo de extinción de incendios por agua nebulizada, para un buque con características similares al nuestro, ronda los

300.000€ (información facilitada por el fabricante), sin contar la mano de obra por supuesto.

Entonces

$$\text{Coste equipos extinción incendios} = 300.000,00\text{€}$$

3.1.1.2.6 Grúas de carga

En este apartado evaluaremos el coste de cada grúa de carga:

-La grúa de cubierta, que puede levantar un peso de 10t a 10m de alcance

$$\text{Coste grúa 1} = 2520 * \text{Carga de trabajo}^{0.765} * \text{Longitud pluma}^{0.85}$$

$$\text{Coste grúa 1} = 2520 * 10^{0.765} * 10^{0.85} = 103.848,57\text{€}$$

-Las grúas a babor y estribor, que pueden con 2 toneladas cada una, a una distancia de hasta 10 metros

$$\text{Coste grúas 2} = 2520 * \text{Carga de trabajo}^{0.765} * \text{Longitud pluma}^{0.85}$$

$$\text{Coste grúas 2} = 2520 * 2^{0.765} * 10^{0.85} = 30.317,15\text{€ cada una}$$

-La grúa de la cubierta puente, con capacidad para elevar 1,5 t a 8m de distancia.

$$\text{Coste grúa puente} = 2520 * \text{Carga de trabajo}^{0.765} * \text{Longitud pluma}^{0.85}$$

$$\text{Coste grúa puente} = 2520 * 1.5^{0.765} * 8^{0.85} = 20.125,04\text{€}$$

Entonces, el coste total de las grúas será de:

$$\text{Coste total grúas} = 184.607,91\text{€}$$

3.1.1.2.7 Instalación eléctrica

Esta partida la estimamos del siguiente modo:

$$\text{Coste instalación eléctrica} = 480 * KW^{0.77}$$

Siendo KW =1800 KW (Los generadores entregan 900KW cada uno)

$$\text{Coste instalación eléctrica} = 154.099,44\text{€}$$

3.1.1.2.8 Tuberías

Para calcular el coste de tuberías aplicamos la fórmula que sigue:

Coste tuberías

$$= 2075 * (0,015 * Lcm * Dcm * B + 0,18 * L) + Kt * BHP + 1,5 * (3 * Lcm * Dcm * B + Vol bodegas + 4 * Sh)$$

Donde:

$Lcm=18\text{ m}$: eslora de cámara de máquinas.

$Dcm=5,6\text{ m}$: puntal de cámara de máquinas.

$B=15\text{ m}$: manga del buque.

$L=61\text{ m}$: eslora del buque.

$Kt=8$: para combustibles pesados, ya que consumimos principalmente HFO.

$BHP=3014,4\text{ CV}$: potencia instalada (2973,28 KW)

$Vol\text{ bodegas}=1500\text{ m}^3$: volumen de bodegas.

$Sh=707\text{ m}^2$: superficie de habitación

Coste tuberías

$$= 2075 * (0,015 * 18 * 5.6 * 15 + 0,18 * 61) + 8 * 3014,4 + 1,5 * (3 * 18 * 5.6 * 15 + 1500 + 4 * 707) = 112.324,50\text{€}$$

3.1.1.2.9 Accesorios de equipos, armamento e instalaciones

Coste de ventanas, puertas metálicas y portillos:

$$Coste\text{ ventanas y puertas} = 2705 * Np^{0.48} = 14.277,07\text{€}$$

Coste de escaleras, pasamanos y candeleros:

$$Coste\text{ escaleras} = 22,2 * L^{1.6} = 18.715,80\text{€}$$

Coste de escotillas de acceso, lumbreras y registros:

$$Coste\text{ escotillas} = 12,6 * L^{1.5} = 6.972,04\text{€}$$

$$Coste\text{ total accesorios de equipos, armamento e instalaciones} = 39.964\text{€}$$

3.1.1.3 Maquinaria auxiliar de cubierta

3.1.1.3.1 Servomotor

Para el cálculo del coste del servo primero tenemos que conocer el par de este:

$$Par\ servo = 0,0045 * Ksm * (Htimon * (Htimon + Ltimon)) * (Vel + 0,007 * L^2)$$

Siendo:

Ksm: 0,12 por la tipología de timón

H timón: 4m de altura

L timón: 2,5 m de longitud

Velocidad: 12 nudos

L: 67,4 metros de eslora total del buque

$$Par\ servo = 0,62t/m$$

Conocido el par, procedemos a calcular el coste del equipo:

$$Coste\ servo = 3700 * Par^{\frac{2}{3}} = 2.690.30€$$

3.1.1.4 Instalación propulsora

3.1.1.4.1 Motor propulsor

Estimamos el precio del motor principal con la siguiente ecuación:

$$Coste\ motor\ principal = 40 * Ncilindros^{0.85} * \frac{Diam\ cilind^{2,2}}{RPM^{0,75}}$$

El número de cilindros, su diámetro y las RPMs del motor son valores que podemos justificar adjuntando las características técnicas del motor, que recordamos que es un Wärtsila 6L32:

Wärtsilä 32		IMO Tier II or III	
Cylinder bore	320 mm	Fuel specification: Fuel oil	
Piston stroke	400 mm	700 cSt/50°C	7200 sR1/100°F
Cylinder output	580 kW/cyl	ISO 8217, category ISO-F-RMK 700	
Speed	750 rpm	SFOC 178.8 g/kWh at ISO conditions	
Mean effective pressure	28.9 bar		
Piston speed	10.0 m/s		

Rated power	
Engine type	kW
6L32	3 480
8L32	4 640
9L32	5 220
12V32	6 960
16V32	9 280

Dimensions (mm) and weights (tonnes)								
Engine type	A*	A	B*	B	C	D	F	Weight
6L32	5 570	5 130	2 432	2 295	2 380	2 345	1 155	35
8L32	6 400	6 379	2 457	2 375	2 610	2 345	1 155	44
9L32	6 885	6 869	2 455	2 375	2 610	2 345	1 155	49
12V32	7 098	6 865	2 516	2 430	2 900	2 120	1 210	57
16V32	8 041	7 905	2 516	2 595	3 325	2 120	1 210	71

Conocidos y justificados los datos, sustituimos en la ecuación planteada:

$$\text{Coste motor principal} = 40 * 6^{0.85} * \frac{320^{2.2}}{750^{0.75}} = 415.453,6\text{€}$$

3.1.1.4.2 Línea de ejes y chumacera

El costo de la línea de ejes y la chumacera de apoyo se puede estimar mediante:

$$\text{Coste linea ejes} = 3,6 * BHP$$

El valor de BHP lo calculamos en el cuaderno 6, y el mayor de ellos resultó ser 2973,28

Entonces:

$$\text{Coste linea ejes} = 3,6 * 2973,28 = 13.733,64\text{€}$$

3.1.1.4.3 Hélice

Para calcular el coste de la hélice propulsora:

$$\text{Coste hélice CPP} = 360 * BHP^{0.7} =$$

$$\text{Coste hélice CPP} = 360 * 2973,28^{0.7} = 115.701,95\text{€}$$

3.1.1.4.4 Reductora

Para estimar el coste de la reductora tendremos en cuenta su peso, extraído de la ficha técnica de Wäertsila:

Single input gears, vertical offset, dimensions (mm)

Gear type/size	A	B Std-Max	C	D	E	F	G	H	J	L	N	O SCV/SV	Weight tonnes*
SCV38	380	290	1305	115	465	1000	750	530	340	538	230	650	2.1
SCV42	420	320	1435	125	510	1500	830	585	530	558	255	715	2.7
SCV46	460	350	1570	140	560	1580	910	640	570	595	280	785	3.4
SCV50	500	380	1724	150	590	1340	1024	720	470	592	420	1035	4.2
SCV56	560	410	1848	160	645	1500	1110	800	530	650	450	1100	6.0
SCV62	620	440-470	2210	180	740	1580	1240	880	570	662	350	1150	7.0
SCV68	680	460-510	2370	200	800	1720	1360	960	625	720	370	1250	8.0
SCV75	750	480-530	2460	220	880	1850	1480	1040	660	800	450	1300/1095	10.0
SCV85	850	510-560	2720	250	1000	2100	1680	1178	730	915	550	1470/1220	13.0
SCV95	950	580-630	3025	280	1145	2350	1880	1327	800	1025	450	1640/1350	19.5
SCV105	1050	600	3328	250	1125	2628	2192	1668	1410	624	618	970	24.0
SV112	1120	600	3550	260	1198	2804	2272	1772	1500	660	615	800	24.0
SCV112	1120	700	3650	260	1198	2804	2272	1772	1500	660	595	1800	29.0
SV118	1180	600	3610	300	1190	2824	2268	1758	1520	716	615	827	30.0
SCV118	1180	700	3710	300	1190	2824	2268	1758	1520	716	595	1800	32.0
SV125	1250	600	3805	300	1325	1954	2396	1888	1600	808	615	860	31.0
SCV125	1250	700	3905	300	1325	1954	2396	1888	1600	808	595	1950	36.5
SV132	1320	600	3940	300	1390	3084	2516	2018	1630	850	615	875	34.0
SCV132	1320	700	4040	300	1390	3084	2516	2018	1630	850	610	2020	39.0
SV140	1400	600	4250	350	1500	3250	2600	2150	1700	900	720	920	40.0
SCV140	1400	700	4350	350	1500	3250	2600	2150	1700	900	680	2200	44.0

* Not binding

$$\text{Coste reductora} = 25000 * \text{Peso reductora}^{0.5} = 61.237,24\text{€}$$

3.1.1.4.5 Bocina

Estimamos el coste de la bocina en función a la potencia del buque:

$$\text{Coste bocina} = 7.515 * BHP^{0.85}$$

$$\text{Coste bocina} = 7.515 * 2973,28^{0.85} = 8.321,27\text{€}$$

3.1.1.5 Maquinaria auxiliar de la propulsión

3.1.1.5.1 Generadores

Para calcular el coste que supondrán los dos generadores eléctricos necesitamos conocer ciertas características técnicas que se adjuntan a continuación:

Recordamos que nuestros generadores serán del modelo 16V12, y entregarán una potencia de 900 KW cada uno.

Main data

Wärtsilä 14		IMO Tier II or III	
Cylinder bore	135 mm	Fuel specification: Light fuel oil, maximum sulphur content 0.5% ISO 8217, category ISO-F-DMX, DMA,DMZ SFOC 205,0 g/kWh at ISO condition	
Piston stroke	157 mm		
Cylinder configuration		12V	16V
Nominal power (kWm)		749–1005	1005–1340
Nominal power (kWe)		675–865	900–1155
Nominal speed (rpm)		1500–1900	1500–1900

Engine dimensions (mm) and weights (tonnes)					
Engine type	A	C	B	F	Weight
12V14	2 342	1 470	926	542	2.8
16V14	2 601	1 451	1 019	525	3.8

Without air filter, engine dry weight

Genset dimensions (mm) and weights (tonnes)*					
Engine type	A	C	B	F	Weight
12V14	4 577	1 487	1 163	598	7.8
16V14	5 061	1 461	1 163	598	9.1

Without air filter, engine dry weight

* Dependent on generator type and size

$$\text{Coste generador} = \frac{252 * \text{diam}^{2,2} * N \text{ cilindros}^{0,8}}{\text{RPM}} + 24000 * \left(\frac{\text{KWg}}{\text{RPM}}\right)^{2/3}$$

$$\begin{aligned} \text{Coste generador} &= \frac{252 * 135^{2,2} * 16^{0,8}}{1500} + 24000 * \left(\frac{900}{1500}\right)^{2/3} \\ &= 108.785,38€ \text{ precio unitario (x2)} \end{aligned}$$

3.1.1.5.2 Generador de cola PTO/PTI

$$\text{Coste generador de cola} = 24000 * \left(\frac{KWg}{RPM}\right)^{2/3}$$

$$\text{Coste generador de cola} = 24000 * \left(\frac{900}{1500}\right)^{2/3} = 17.073,08\text{€}$$

3.1.1.5.3 Generador de emergencia

El generador de emergencia, un Volvo Penta D13-MG, tendrá una potencia de 289 KW, y su coste se calcula a continuación:

D13-MG

12.78 liter, in-line 6 cylinder

Technical Data

General

Engine designation	D13-MG
Configuration	in-line 6
Method of operation	4-stroke, direct-injected, turbocharged diesel engine with charge air cooler
Bore/stroke, mm)	131
Displacement, liter	12.78
Compression ratio	18.5:1

Performance & fuel consumption

Engine speed	1500 rpm	1800 rpm	1500 rpm	1800 rpm
Crankshaft power HE, kW	300	360	360	400
Crankshaft power KC, kW	300	360	360	400
Crankshaft power RC, kW	289	341	349	381
Spec. fuel consumption HE/KC, g/kWh				
at 50% load	209	214	204	212
at 75% load	204	212	202	212
at 100% load	203	216	202	209
Recommended fuel to conform to	ASTM-D975 1-D and 2-D, EN 590 or JIS KK 2204			

$$\text{Coste generador emergencia} = 2600 * KWg^{\frac{2}{3}} = 113.650,64\text{€}$$

3.1.1.5.4 Equipo de refrigeración y lubricación

Para nuestro motor principal:

$$\text{Coste refriger y lubr} = 6 * 3,4 * BHP$$

$$\text{Coste refriger y lubr} = 6 * 3,4 * 2973,28 = 77.823,96\text{€}$$

3.1.1.5.5 Equipo de aire de arranque

El sistema de aire de arranque del motor principal contará con 2 compresores, 1 de los cuales es de respeto, y 3 botellas de 250L cada una. El volumen de estos compresores será de 8,2m³/h según cálculos realizados en el cuaderno 10.

Conociendo estos datos, podemos sustituirlos en la siguiente fórmula propuesta:

$$\text{Coste aire arranque} = 78 * N^{\circ} \text{ compresores} * Q \text{ compresores}$$

$$\text{Coste aire arranque} = 78 * 2 * 8,2 = 1.279,2\text{€}$$

3.1.1.5.6 Equipos de trasiego de combustible

Para los equipos de trasiego de combustible:

$$\text{Coste equipos trasiego comb} = 44 * N^{\circ} \text{ bbas} * Q \text{ bbs} + 2,1 * BHP$$

Tendremos 3 bombas, una de ellas de respeto, con un caudal de 7,5m³/h cada una, por lo que:

$$\text{Coste equipos trasiego comb} = 44 * 3 * 7.5 + 2,1 * 2973,28 = 9.001,29\text{€}$$

3.1.1.5.7 Equipos de purificación

Coste equipos purificadores

$$\begin{aligned} &= 1000 * N^{\circ} \text{ pur aceite} * Q \text{ pur aceite} * \text{dens aceite} + 4750 \\ &* N^{\circ} \text{ pur comb} * Q_{\text{pur comb}} * \text{dens comb} = \end{aligned}$$

Para las 2 purificadoras de HFO tendremos un caudal de Q=0,65m³/h y una densidad de 0,9.

Para la purificadora de aceite tendremos un caudal de Q=1,025m³/h y una densidad de 0,95

$$\begin{aligned} \text{Coste equipos purificadores} &= 1000 * 1 * 1.025 * 0.95 + 4750 * 2 * 0.65 * 0.9 \\ &= 6.531,25\text{€} \end{aligned}$$

3.1.1.5.8 Equipos auxiliares del casco

Esta partida engloba el coste del separador de sentinas y el sistema de bombeo

$$\text{Coste aux casco} = 156 * GT^{0,5} + 5100 * Ks = 14.115,66\text{€}$$

Donde ks es igual a 1 y el arqueo bruto del buque es igual a 3035GT.

3.1.1.5.9 Generador de agua dulce

Para calcular el coste del generador de agua dulce necesitamos conocer el caudal del mismo, dato obtenido del cuaderno 12.

$$\begin{aligned} \text{Coste gen AD} &= 1380 * Q \text{ gen AD} \\ \text{Coste gen AD} &= 1380 * \frac{33\text{m}^3}{\text{día}} = 45.540\text{€} \end{aligned}$$

Para estimar el coste del grupo hidróforo solamente tenemos que tener en cuenta la tripulación a bordo, 32 personas, por lo que:

$$\begin{aligned} \text{Coste hidróforos} &= 660 * N^{0,5} \\ \text{Coste hidróforos} &= 660 * 32^{0,5} = 3.733,5\text{€} \end{aligned}$$

El coste total de los equipos de generación de agua dulce será entonces de 49.273,5€

3.1.1.5.10 Tratamiento de residuos

3.1.1.5.10.1 Planta de tratamiento de aguas residuales (planta séptica)

Para calcular el coste de la planta de tratamiento de aguas residuales:

$$\begin{aligned} \text{Coste TAR} &= 2640 * N^{0,4} \\ \text{Coste TAR} &= 2640 * 32^{0,4} = 10.560\text{€} \end{aligned}$$

3.1.1.5.10.2 Incineradora de basuras

El coste del equipo incinerador de residuos sólidos puede estimarse también en función al número de tripulantes:

$$\begin{aligned} \text{Coste inc basura} &= 11400 * N^{0,2} \\ \text{Coste inc basura} &= 11400 * 32^{0,2} = 22.800\text{€} \end{aligned}$$

El coste de los equipos de tratamiento de residuos es entonces de 33.360€

3.1.1.6 Instalaciones especiales

3.1.1.6.1 Sistema de refrigeración

Para calcular el coste de la planta frigorífica que mantiene refrigeradas las bodegas utilizamos la siguiente fórmula:

$$\begin{aligned} \text{Coste planta de conservación bodegas} &= 1200 * \text{Vol bodega}^{\frac{2}{3}} \\ \text{Coste planta conservación bodegas} &= 157.244,5\text{€} \end{aligned}$$

Para estimar el coste de los túneles de congelación:

$$\text{Coste túneles congelación} = 27600 * \text{Capacidad congelación}^{\frac{2}{3}}$$

Como la capacidad de congelación de nuestro túnel de congelado es de 100t/día:

$$\text{Coste túneles congelación} = 594.623,97\text{€}$$

El coste que supondrá el aislamiento de las bodegas se calcula a continuación. Como es un buque pesquero congelador:

$$\text{Coste aislamiento bodegas} = 12200 * \text{Vol bodegas}^{\frac{2}{3}}$$

$$\text{Coste aislamiento bodegas} = 1.598.652,25\text{€}$$

Calculamos ahora el coste del aislamiento de los túneles de congelación:

$$\text{Coste túneles congelación} = 2400 * \text{Capacidad congelación}$$

$$\text{Coste túneles congelación} = 240.000,00\text{€}$$

Entonces, el coste total de la planta frigorífica y la refrigeración de bodegas es igual a :

$$\text{Coste instalacion refrigeracion} = 2.590.493,72\text{€}$$

3.1.1.6.2 Hélice de proa

Para estimar el precio de la hélice de proa, consideremos su potencia, que es de 450KW, lo que

$$\text{Coste hélice proa} = 800 * \text{BHP}^{0,73}$$

$$\text{Coste hélice proa} = 800 * 450^{0,73} = 69.172,76\text{€}$$

3.1.1.6.3 Tobera

Para calcular el coste de la tobera, y sabiendo que el diámetro de la misma es de 1,32m (cuaderno 12):

$$\text{Coste tobera} = 5100 * \text{Diam tobera}^{2,75}$$

$$\text{Coste tobera} = 10.943,3\text{€}$$

3.1.1.6.4 Maquinillas de pesca y sistemas hidráulicos

Para calcular esta partida, tenemos que conocer tanto el tiro como la velocidad de las maquinillas de pesca para así poder estimar su coste.

La fórmula que empleamos para calcularlo es la que sigue:

$$\text{Coste maquinillas pesca} = 85 * \text{Tiro} * \text{Velocidad}$$

	unidades	tiro	velocidad	coste	€
Maquinillas de arraste	2	35	40	238000	€
Maquinillas de lanteón	2	29	25	123250	€
Maquinillas de malleta	4	17	38	219640	€
Maquinilla de copo	1	23	30	58650	€
Maquinilla de largado de copo	1	3,6	42	12852	€
Maquinillas auxiliares	2	1,6	35	9520	€
Tambor de red	1	27	25	57375	€
				TOTAL	719287 €

3.1.1.6.5 Parque de pesca

Para calcular el coste del parque de pesca utilizaremos una fórmula que requiere el número de equipos diferentes que hemos explicado en el cuaderno 12, recordamos que la planta de procesado estará formada por:

-2 descabezadoras

-3 fileteadoras

-15 máquinas “desarrolladoras”, entre las que incluimos 2 lavadoras, 2 corta colas, 2 peladoras, una trituradora de desperdicios, 2 evisceradoras y 6 cintas transportadoras.

$$\text{Coste parque de pesca} = 20100 * N_{\text{descabez}} + 75600 * N_{\text{filet}} + 30000 * N_{\text{otras}}$$

$$\text{Coste parque de pesca} = 20100 * 2 + 75600 * 3 + 30000 * 15 = 717.000,00€$$

3.1.1.7 Desglose coste materias primas

	PARTIDA	COSTE MATERIAS PRIMAS
Casco	Casco	959.959,10 €
	Mat auxiliares del casco	43.040,00 €
	Timón y accesorios	1.000,00 €
	Preparación de superficies	37.800,00 €
	Pintura y anticorrosivos	56.456,32 €
Equipos, armamento e instalaciones	Equipos de amarre, fondeo y remolque	91.059,19 €
	Medios de salvamento	20.325,75 €
	Habilitación	238.432,54 €
	Equipos de navegación, comunicaciones y pesca	242.400,00 €
	Equipo de extinción de incendios por agua nebulizada	300.000,00 €
	Grúas de carga	184.607,91 €
	Instalación eléctrica	154.099,44 €
	Tuberías	112.324,50 €
	Accesorios de equipos, armamento e instalaciones	39.964,00 €
Maquinaria auxiliar de cubierta	Servomotor	2.690,30 €
Insatelación propulsora	Motor principal	415.453,60 €
	Línea de ejes	13.733,64 €
	Hélice	115.701,95 €
	Reductora	61.237,24 €
	Bocina	8.321,27 €
Maquinaria auxiliar de la propulsión	Generadores	217.570,76 €
	PTO/PTI	17.073,08 €
	Gnerador de emergencia	113.650,64 €
	Equipo de refrigeración y lubricación	77.823,96 €
	Equipo de aire de arranque	1.279,20 €

	Equipo de trasiego de combustible	9.001,29 €
	Equipo de purificación	6.531,25 €
	Equipos auxiliares del casco	14.115,66 €
	Generador de agua dulce	49.273,50 €
	Planta séptica /Incinerador	33.360,00 €
Instalaciones especiales	Sistema de refrigeración	2.590.493,72 €
	Hélice de proa	69.172,76 €
	Tobera	10.943,30 €
	Maquinillas de pesca y sistemas hidráulicos	719.287,00 €
	Parque de pesca	717.000,00 €
	TOTAL	7.745.182,87 €

3.1.2 Costes de mano de obra

Para calcular el coste de la mano de obra, consideraremos que el coste hora medio del astillero es de 35€.

3.1.2.1 Casco

3.1.2.1.1 Coste de mano de obra del casco

$$\text{Mano de obra casco} = chm * csg * PS$$

Siendo:

- Chm: Costo horario medio astillero (35€/h)
- Csh: Coeficiente de horas por unidad de peso (50€/h)
- PS: Peso de acero, 860,8 t

$$\text{Mano de obra casco} = 1.506.400€$$

3.1.2.1.2 Coste de mano de obra de materiales auxiliares

Para estimar el coste de la mano de obra que suponen los materiales auxiliares del casco:

$$\text{Mano de obra materiales auxiliares} = 35 * (25 + 30 * L^{\frac{1}{3}} * T * 2)$$

$$\text{Mano de obra materiales auxiliares} = 35 * (25 + 30 * 67,4^{\frac{1}{3}} * 6.37 * 2) = 55.314,2€$$

3.1.2.1.3 Coste de mano de obra de timón y accesorios

Para calcular el coste que supone la mano de obra a llevar a cabo para la instalación del timón y sus accesorios, utilizamos la siguiente fórmula:

$$\text{Mano de obra timón} = chm * 100 * H \text{ timón} * L \text{ timón}$$

$$\text{Mano de obra timón} = 35 * 100 * 4 * 2.5 = 35.000€$$

3.1.2.1.4 Coste de mano de obra de preparación de superficies

En este apartado estimamos el coste que supondrá la mano de obra para llevar a cabo la partida de preparación de superficies:

$$\text{Mano de obra prep superficies} = chm * 0,02 * (A \text{ obra viva} + A \text{ obra muerta})$$

Donde el área de obra viva es igual a 1393 m² y el área de obra muerta se estima en 1307m².

$$\text{Mano de obra prep superficies} = 35 * 0,02 * (1393 + 1307) = 1.890\text{€}$$

3.1.2.1.5 Coste de mano de obra de pintura y anticorrosivos

Aplicamos la siguiente fórmula, sustituyendo los datos que ya justificamos para el coste de la pintura y anticorrosivos:

$$\text{Mano de obra pintura} = chm * (0,25 * Aom * Nom) + (0,35 * AoV * \frac{Nov}{4})$$

Si el área de obra viva es igual a 1393, el área de la obra muerta es igual 1 1307, y el número de capas que se darán es de 4, tanto en la obra viva como en la obra muerta.

$$\text{Mano de obra pintura} = 35 * \left((0,25 * 1307 * 4) + \left(0,35 * 1393 * \frac{4}{4} \right) \right) = 62.809,25\text{€}$$

3.1.2.2 Equipos, armamento e instalaciones

3.1.2.2.1 Coste de mano de obra de equipos de amarre, fondeo y remolque

Será igual a :

$$\text{Mano de obra amarre y fondeo} = chm * 27 * P^{0,4}$$

$$\text{Mano de obra amarre y fondeo} = 35 * 27 * 2640^{0,4} = 22.083,75\text{€}$$

3.1.2.2.2 Coste de mano de obra de medios de salvamento

Esta partida se estima que tenga un coste de mano de obra dado por la siguiente fórmula:

$$\text{Mano de obra salvamento} = chm * (300 + 1,5 * Ntrip)$$

$$\text{Mano de obra salvamento} = 35 * (300 + 1,5 * 32) = 12.180\text{€}$$

3.1.2.2.3 Coste de mano de obra de habilitación

Para el coste de la habilitación:

$$\text{Mano de obra habilitación} = chm * 16 * \text{Sup habilitación}$$

$$\text{Mano de obra habilitación} = 35 * 16 * 707 = 395.920\text{€}$$

Para la mano de obra del equipo de fonda y hotel:

$$\begin{aligned} \text{Mano de obra fonda y hotel} &= chm * 115 * N_{trip} \\ \text{Mano de obra fonda y hotel} &= 35 * 115 * 32 = 103.040\text{€} \end{aligned}$$

Entonces, el coste total de la mano de obra relacionada con la habilitación será igual a 524.720€

3.1.2.2.4 Coste de mano de obra de equipos de navegación, comunicaciones y pesca

Para esta partida:

$$\text{Mano de obra navegacion y comunicaciones} = chm * 330 * N_{equipos}^{\frac{1}{6}}$$

Como tenemos 23 equipos, que ya mencionamos en su apartado correspondiente de este cuaderno y en el cuaderno 12,

$$\text{Mano de obra navegacion y comunicaciones} = 35 * 330 * 23^{\frac{1}{6}} = 19.477,65\text{€}$$

3.1.2.2.5 Coste de mano de obra de equipos de extinción de incendios por agua nebulizada

Para estimar el coste de la instalación de los rociadores de agua empleamos la siguiente fórmula, que lo calcula en función a la eslora del buque ($L_{total}=67,4\text{m}$)

$$\text{Mano de obra contraincendios} = chm * 5,5 * 67,4$$

$$\text{Mano de obra contraincendios} = 35 * 5,5 * 67,4 = 12.974,5\text{€}$$

3.1.2.2.6 Coste de mano de obra de grúas de carga

El coste que supone instalar el sistema hidráulico de cada grúa de carga viene dado por la siguiente fórmula:

$$\text{Mano de obra grúas} = chm * 290 * N^{\circ} \text{ grúas} * SWL^{\frac{1}{3}}$$

Recordamos el número de grúas que vamos a instalar y sus capacidades:

- 1 grúa de cubierta de 10t
- 2 grúas de 2t
- 1 grúa de 1,5t
- Pescante del bote de rescate de 2,5t

Entonces:

$$\text{Mano de obra grúas} = 35 * 290 * 18^{\frac{1}{3}} = 26.600,53\text{€}$$

3.1.2.2.7 Coste de mano de obra de instalación eléctrica

Se calcula en base a la potencia eléctrica instalada y a la superficie de habilitación. Recordamos que estimamos la superficie de habilitación en 707m², la potencia eléctrica que entregan los dos generadores eléctricos es igual a 1800 KW (ya que tenemos 2 generadores Wärtsila 16V14 de 900KW cada uno)

$$\text{Mano de obra instalación eléctrica} = chm * (4 * \text{Sup habilitación} + 6 * KW)$$

$$\text{Mano de obra instalación eléctrica} = 35 * (4 * 707 + 6 * 1800) = 476.980\text{€}$$

3.1.2.2.8 Coste de mano de obra de tuberías

Estimamos esta partida con la siguiente fórmula:

$$\text{Mano de obra tuberías} = chm * 11 * BHP^{0,35}$$

$$\text{Mano de obra tuberías} = 35 * 11 * 2973,28^{0,35} = 6.902,8\text{€}$$

3.1.2.2.9 Coste de mano de obra de accesorios de equipos, armamento, instalaciones

Mano de obra accesorios

$$= chm * ((80 * Ntrip) + (56 * (L - 15)) + (0,9 * L * (B + D)) + (2 * L) + (50 * Nbotes) + (100 * Npescantes) + (100 * Ngruas))$$

Donde el número de tripulantes es 32, tenemos 1 bote de rescate y su pescante, y las grúas de máquinas son tres.

Mano de obra accesorios

$$= 35 * ((80 * 32) + (56 * (67,4 - 15)) + (0,9 * 67,4 * (15 + 6.37)) + (2 * 67,4)) + (50 * 1) + (100 * 1) + (100 * 3) = 247.723,66\text{€}$$

3.1.2.3 Maquinaria auxiliar de cubierta

3.1.2.3.1 Coste de mano de obra de servomotor

Las estimamos según:

$$\text{Mano de obra servo} = chm * 3 * L^{\frac{2}{3}}$$

$$\text{Mano de obra servo} = 35 * 3 * 67.4^{\frac{2}{3}} = 1.738,9\text{€}$$

3.1.2.4 Instalación propulsora

3.1.2.4.1 Coste de mano de obra de motor principal

El coste que supondrá la mano de obra dedicada a la instalación del motor propulsor se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Mano de obra motor principal} = chm * 10 * BHP^{\frac{2}{3}}$$

$$\text{Mano de obra motor principal} = 35 * 10 * 2973,28^{\frac{2}{3}} = 85.452,25\text{€}$$

3.1.2.4.2 Coste de mano de obra de línea de ejes

Para esta partida:

$$\text{Mano de obra línea de ejes} = chm * Kle * BHP$$

Donde Kle es igual a 0,85, ya que nuestro motor tiene una reductora

$$\text{Mano de obra línea de ejes} = 35 * 0.85 * 2973,28 = 113493,25\text{€}$$

3.1.2.4.3 Coste de mano de obra de hélice

Estimamos la mano de obra para la instalación de la hélice de paso variable (CPP):

$$\text{Mano de obra hélice} = chm * (700 + 0,44 * BHP)$$

$$\text{Mano de obra hélice} = 28 * (700 + 0,44 * 2973,28) = 83249,45\text{€}$$

3.1.2.5 Maquinaria auxiliar de la propulsión

3.1.2.5.1 Coste de mano de obra de generadores

Para los 2 motores auxiliares, o generadores:

$$\text{Mano de obra generadores} = chm * 52 * N^{\circ}gen * KW^{0,43}$$

$$\text{Mano de obra generadores} = 35 * 52 * 2 * 900^{0,43} = 67830.6\text{€}$$

3.1.2.5.2 Coste de mano de obra de PTO/PTI

Para el generador de cola:

$$\text{Mano de obra generador de cola} = chm * 52 * KW^{0,43}$$

$$\text{Mano de obra generador de cola} = 35 * 52 * 900^{0,43} = 33.915,3\text{€}$$

3.1.2.5.3 Coste de mano de obra de generador de emergencia

A falta de formulación para esta partida concreta, estimaremos el coste de la instalación del generador de emergencia con la misma fórmula que utilizamos para los generadores de la planta eléctrica:

$$\text{Mano de obra MAE} = chm * 52 * KW^{0,43}$$

$$\text{Mano de obra MAE} = 35 * 52 * 300^{0,43} = 21.146,25\text{€}$$

3.1.2.5.4 Coste de mano de obra de equipo de refrigeración y lubricación

Para esta partida:

$$\text{Mano de obra refr y lubr} = chm * (2250 + 0,18 * BHP)$$

$$\text{Mano de obra refr y lubr} = 35 * (2250 + 0,18 * 2973,28) = 102.783,75\text{€}$$

3.1.2.5.5 Coste de mano de obra de aire de arranque

El coste que suponen las horas empleadas en el sistema de aire de arranque de los motores se estima según:

$$\text{Mano de obra aire arranque} = chm * N^{\circ} \text{ compr} * (40 + 3,5 * Q \text{ compr})$$

$$\text{Mano de obra aire arranque} = 35 * 2 * (40 + 3,5 * 8,2) = 4.808,75\text{€}$$

3.1.2.5.6 Coste de mano de obra de equipo de trasiego de combustible

Se estima según:

$$\text{Mano de obra trasiego comb} = chm * 0,27 * BHP$$

$$\text{Mano de obra trasiego comb} = 35 * 2 * 0,27 * 2973,28 = 55.514,59\text{€}$$

3.1.2.5.7 Coste de mano de obra de purificación

Para esta partida:

$$\text{Mano de obra purif} = chm * (90 + 0,056 * BHP) * (N_{pa} + N_{pmdo})$$

$$\text{Mano de obra purif} = 35 * (90 + 0,056 * 2973,28) * (1 + 3) = 42.508,75\text{€}$$

3.1.2.5.8 Coste de mano de obra de equipos auxiliares del casco

El coste que supone la mano de obra dedicada a los equipos auxiliares del casco se estima según:

$$\begin{aligned} \text{Mano de obra aux casco} &= chm * (1400 + 0,005 * BHP) \\ \text{Mano de obra aux casco} &= 35 * (1400 + 0,005 * 2973,28) = 49.520,3\text{€} \end{aligned}$$

3.1.2.6 Instalaciones especiales

3.1.2.6.1 Coste de mano de obra de hélice de proa

Para esta partida:

$$\begin{aligned} \text{Mano de obra hélice proa} &= 35 * 14,5 * BHP^{0,7} \\ \text{Mano de obra hélice proa} &= 35 * 14,5 * 450^{0,7} = 36.532,88\text{€} \end{aligned}$$

3.1.2.6.2 Coste de mano de obra de tobera hélice de proa

Se estima según:

$$\begin{aligned} \text{Mano de obra tobera hélice proa} &= chm * 22 * D^{2,8} \\ \text{Mano de obra tobera hélice proa} &= 35 * 22 * 1.32^{2,8} = 1.675,25\text{€} \end{aligned}$$

3.1.2.6.3 Coste de mano de obra de maquinillas de pesca y sistemas hidráulicos

Para esta partida nos apoyamos en la siguiente fórmula:

$$\begin{aligned} \text{Mano de obra maquinillas pesca} &= chm * Kmaq * L^{\frac{2}{3}} \\ \text{Mano de obra maquinillas pesca} &= 35 * 30 * 67,4^{\frac{2}{3}} = 17.389,85\text{€} \end{aligned}$$

3.1.2.7 Desglose coste mano de obra

PARTIDA	COSTE DE MANO DE OBRA
Casco	1.506.400,00 €
Mat auxiliares del casco	55.314,20 €
Timón y accesorios	35.000,00 €
Preparación de superficies	1.890,00 €
Pintura y anticorrosivos	62.809,25 €
Equipos de amarre, fondeo y remolque	22.083,85 €
Medios de salvamento	12.180,00 €
Habilitación	524.720,00 €
Equipos de navegación, comunicaciones y pesca	19.477,65 €
Equipo de extinción de incendios por agua nebulizada	12.974,50 €
Grúas de carga	26.600,50 €
Instalación eléctrica	476.980,00 €
Tuberías	6.902,80 €
Accesorios de equipos, armamento e instalaciones	247.723,66 €
Servomotor	1.738,90 €
Motor principal	85.452,25 €
Línea de ejes	113.493,25 €
Hélice	83.249,45 €
Reductora	
Bocina	
Generadores	67.830,60 €
PTO/PTI	33.915,30 €
Gnerador de emergencia	21.146,25 €
Equipo de refrigeración y lubricación	102.783,75 €
Equipo de aire de arranque	4.808,75 €
Equipo de trasiego de combustible	55.514,59 €
Equipo de purificación	42.508,75 €
Equipos auxiliares del casco	49.520,30 €
Generador de agua dulce	

Planta séptica /Incinerador	
Sistema de refrigeración	
Hélice de proa	36.532,88 €
Tobera	167,25 €
Maquinillas de pesca y sistemas hidráulicos	17.389,85 €
Parque de pesca	
TOTAL	3.727.108,53 €

3.1.3 Costes indirectos del astillero (servicios)

Los costes varios del astillero se estiman en un 10% del coste de construcción, es decir, coste de materias primas (equipos) + coste de la mano de obra.

La suma de las partidas “coste de materias primas” más “coste de mano de obra” es igual a 11.472.291,4€, entonces

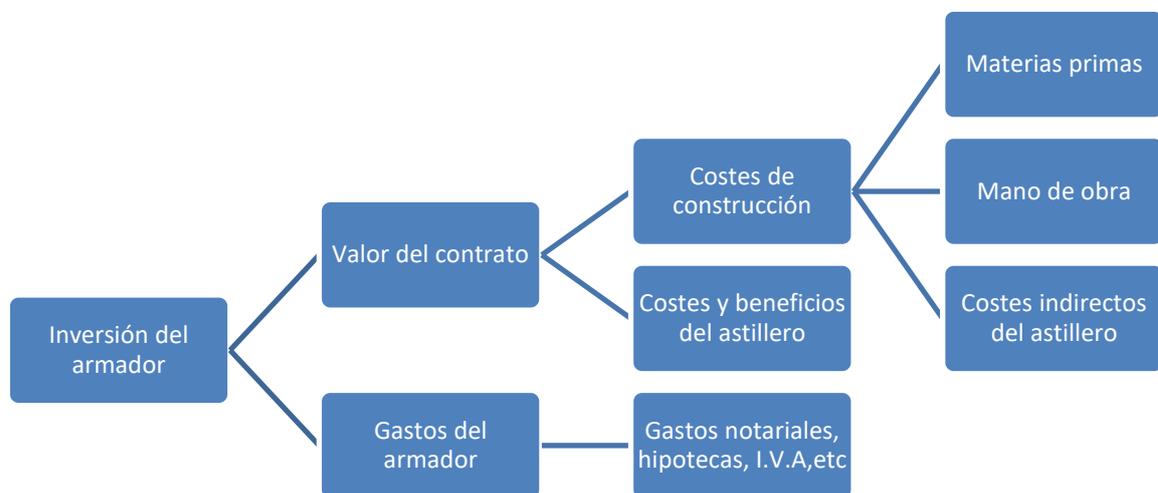
$$\text{Costes indirectos astillero} = 11.472.291,4\text{€} * 1,1 = 12.619.520,54\text{€}$$

Dentro de estos gastos se incluyen: servicios auxiliares durante la construcción como el andamiaje, limpieza, suministro eléctrico, los gastos de capitanía y clase, gastos derivados de la emisión de certificados (certificado navegabilidad, libro de estabilidad, inventario de materiales peligrosos, etc), gastos de ingeniería (planos del buque proyecto), gastos de inspección, botadura, practicaje, pruebas y ensayos, seguro de construcción, etc

3.2 Coste de construcción final

El coste de construcción del buque es la suma del coste de materiales y equipos, el coste de la mano de obra y el coste de los servicios del astillero.

Recordamos el esquema inicial:



Entonces, el coste de construcción es igual a:

$$\text{Coste construcción} = C \text{ materias primas} + C \text{ mano obra} + C \text{ indirectos astillero}$$

$$\text{Coste construcción} = 7.745.182,87 + 3.727.108,53 + 1.147.229,14 = 12.619.520,54\text{€}$$

3.2.1 Desglose de costes de construcción

Se adjunta la tabla con el desglose de todos los gastos, para justificar así el coste total de construcción del buque:

	PARTIDA	COSTE MATERIAS PRIMAS	COSTE DE MANO DE OBRA	COSTES INDIRECTOS ASTILLERO	TOTAL COSTE DE CONSTRUCCIÓN
Casco	Casco	959.959,10 €	1.506.400,00 €	246.635,91 €	2.712.995,01 €
	Mat auxiliares del casco	43.040,00 €	55.314,20 €	9.835,42 €	108.189,62 €
	Timón y accesorios	1.000,00 €	35.000,00 €	3.600,00 €	39.600,00 €
	Preparación de superficies	37.800,00 €	1.890,00 €	3.969,00 €	43.659,00 €
	Pintura y anticorrosivos	56.456,32 €	62.809,25 €	11.926,56 €	131.192,13 €
Equipos, armamento e instalaciones	Equipos de amarre, fondeo y remolque	91.059,19 €	22.083,85 €	11.314,30 €	124.457,34 €
	Medios de salvamento	20.325,75 €	12.180,00 €	3.250,58 €	35.756,33 €
	Habilitación	238.432,54 €	524.720,00 €	76.315,25 €	839.467,79 €
	Equipos de navegación, comunicaciones y pesca	242.400,00 €	19.477,65 €	26.187,77 €	288.065,42 €
	Equipo de extinción de incendios por agua nebulizada	300.000,00 €	12.974,50 €	31.297,45 €	344.271,95 €
	Grúas de carga	184.607,91 €	26.600,50 €	21.120,84 €	232.329,25 €
	Instalación eléctrica	154.099,44 €	476.980,00 €	63.107,94 €	694.187,38 €
	Tuberías	112.324,50 €	6.902,80 €	11.922,73 €	131.150,03 €
	Accesorios de equipos, armamento e instalaciones	39.964,00 €	247.723,66 €	28.768,77 €	316.456,43 €
Maquinaria auxiliar de cubierta	Servomotor	2.690,30 €	1.738,90 €	442,92 €	4.872,12 €
Insatención propulsora	Motor principal	415.453,60 €	85.452,25 €	50.090,59 €	550.996,44 €

	Línea de ejes	13.733,64 €	113.493,25 €	12.722,69 €	139.949,58 €
	Hélice	115.701,95 €	83.249,45 €	19.895,14 €	218.846,54 €
	Reductora	61.237,24 €		6.123,72 €	67.360,96 €
	Bocina	8.321,27 €		832,13 €	9.153,40 €
Maquinaria auxiliar de la propulsión	Generadores	217.570,76 €	67.830,60 €	28.540,14 €	313.941,50 €
	PTO/PTI	17.073,08 €	33.915,30 €	5.098,84 €	56.087,22 €
	Gnerador de emergencia	113.650,64 €	21.146,25 €	13.479,69 €	148.276,58 €
	Equipo de refrigeración y lubricación	77.823,96 €	102.783,75 €	18.060,77 €	198.668,48 €
	Equipo de aire de arranque	1.279,20 €	4.808,75 €	608,80 €	6.696,75 €
	Equipo de trasiego de combustible	9.001,29 €	55.514,59 €	6.451,59 €	70.967,47 €
	Equipo de purificación	6.531,25 €	42.508,75 €	4.904,00 €	53.944,00 €
	Equipos auxiliares del casco	14.115,66 €	49.520,30 €	6.363,60 €	69.999,56 €
	Generador de agua dulce	49.273,50 €		4.927,35 €	54.200,85 €
	Planta séptica /Incinerador	33.360,00 €		3.336,00 €	36.696,00 €
Instalaciones especiales	Sistema de refrigeración	2.590.493,72 €		259.049,37 €	2.849.543,09 €
	Hélice de proa	69.172,76 €	36.532,88 €	10.570,56 €	116.276,20 €
	Tobera	10.943,30 €	167,25 €	1.111,06 €	12.221,61 €
	Maquinillas de pesca y sistemas hidráulicos	719.287,00 €	17.389,85 €	73.667,69 €	810.344,54 €
	Parque de pesca	717.000,00 €		71.700,00 €	788.700,00 €
	TOTAL	7.745.182,87 €	3.727.108,53 €	1.147.229,14 €	12.619.520,54 €

3.3 Valor del contrato

El valor de contrato es la suma de los costes de construcción, anteriormente calculados y justificados, más los beneficios del astillero menos las primas o subvenciones.

El valor del contrato es lo que el armador paga al astillero a cambio del buque.

$$\text{Valor de contrato} = C \text{ Construcción} + \text{Beneficio Industrial} - \text{Primas}$$

El beneficio industrial, que es lo que gana el astillero con la venta del buque, se estima en un 10% del coste total del buque:

$$\text{Beneficio industrial} = 10\% \text{ Coste total}$$

$$\text{Beneficio industrial} = 10\% * 12.619.520,54 = 1.261.952,05\text{€}$$

Las primas y ayudas a la construcción naval se estiman en un 5% del coste total del buque

$$\text{Primas construcción naval} = 5\% \text{ Coste total} = 630.976,03\text{€}$$

Entonces:

$$\text{Valor de contrato} = 12.619.520,54 + 1.261.952,05 - 630.976,03 = 13.250.496,57\text{€}$$

3.4 Gastos del armador

Los gastos del armador son aquellos gastos necesarios para poner al buque en explotación. Dentro de los gastos del armador encontramos los gastos notariales, hipoteca, intereses, inspección, formación de la tripulación, respetos que no se incluyen en el contrato y el IVA.

Los estimamos a continuación:

En gastos notariales para la constitución de la hipoteca, la escritura de entrega, el impuesto por actos jurídicos documentales y gastos notariales en general, estimamos un 1% del valor de contrato

$$\text{Gastos notariales} = 1\% * 13.250.496,57 = 1.325.049,6\text{€}$$

Para los intereses intercalarios durante la construcción se estima un 4% del valor del contrato, lo que viene siendo:

$$\text{Intereses intercalarios} = 4\% * 13.250.496,57\text{€} = 530.019,86\text{€}$$

En el adiestramiento de la tripulación se estima gastar un 0,3% el valor del contrato, por lo que:

$$\text{Adiestramiento tripulación} = 0,3\% * 13.250.496,57\text{€} = 39.751,49\text{€}$$

El impuesto sobre valor añadido (IVA) será un gasto que deba asumir el comprador del buque, es decir el armador:

$$\text{IVA} = 21\% * 13.250.496,57\text{€} = 2.782.604,28\text{€}$$

La suma del valor de contrato más todas estas partidas, será igual a la inversión del armador.

$$\begin{aligned}\text{Gastos armador} &= 132.504,97 + 530.019,86 + 39.751,49 + 2.782.604,28 \\ &= 3.484.880,6\text{€}\end{aligned}$$

3.5 Inversión total del armador

La inversión total del armador será la suma del valor de contrato más los gastos del armador:

$$\text{Inversión total armador} = 13.250.496,57 + 3.484.880,6 = 16.735.377,16\text{€}$$

El coste que le supondrá al armador, comprar nuestro buque proyecto, será entonces de 16.735.337,16€.

Concluimos pues que:

Coste de construcción=12.619.520,54€

Valor del contrato=13.250.496,57€

Inversión del armador=16.735.377,16€

La relación entre el coste que le supone al armador comprar el buque, y el coste de construcción, es de

$$1 - \frac{12.619.520,54}{16.735.377,16} = 1 - 0,75 = 25\%$$

Se estima la relación entre el coste de construcción y la inversión del armador, porque la información que tendremos sobre el coste real de los buques, será de precio de venta o de coste que le supone a los armadores.

4 PRESUPUESTO DE CONSTRUCCIÓN DEL BUQUE

Conocido el coste de construcción del buque, 12.619.520,54€, en este apartado pretendemos compararlo con el coste de construcción de buques de características similares, con la finalidad de estudiar si la aproximación que hemos hecho se corresponde con la realidad.

4.1 Referencia 1

A continuación, se muestra una tabla del Anexo I de “Techno-economic performance of marine capture fisheries”, publicado por el FAO.

Podemos ver que el coste estimado para un buque pesquero español de 69m de eslora es de 15.631.700€, cifra ligeramente superior al dato que se obtuvo para el buque proyecto, pero razonable ya que tiene mayores dimensiones que nuestro buque proyecto y es un atunero, que tiene algunos sistemas de pesca y rastreo diferentes.

TABLE 44
Economic and financial performance of Spanish fishing units (in US\$)

Investment costs

	Trawler 30 m 236 GRT	Trawler 37 m 242 GRT	Pole and liner	Tuna seiner 69m
Hull	90 790	178 870		
Equipment	268 540	470 860		
Main engine	255 750	779 750		
Fishing gear	129 800	88 150		
Electronic devices	35 200	110 190		
Handwork	575 440	693 830		
Total	1 355 520	2 321 650	1 102 000	15 631 700

4.2 Referencia 2

Se adjunta a continuación una captura de un artículo de “La Voz de Galicia” sobre el buque Argos Cíes, que es un buque arrastrero congelador:

El astillero Nodosa entregará hoy uno de los mayores buques arrastreros construidos en la factoría de Marín. El constructor naval ha finalizado el Argos Cíes para la Jupiter Fishing Company, una sociedad participada por Amadora Pereira y la malvina Argos Group. Con 75 metros de eslora y 14 de manga, es el mayor buque construido hasta la fecha para el caladero de las islas Malvinas.

El pesquero, un arrastrero congelador de altura de última generación, está equipado con moderna tecnología y se destinará fundamentalmente a la pesca del calamar patagónico en las islas Malvinas. El buque ha sido valorado en unos 23 millones de euros.

La ingeniería y el diseño del Argos Cíes son el resultado de una estrecha colaboración entre la casa armadora y la oficina técnica del astillero de Marín, quienes han trabajado de forma conjunta en todas las etapas del proceso constructivo, buscando el mayor grado de operatividad, eficiencia y respeto al medio ambiente.

La construcción del barco se inició en la primavera del año pasado en el astillero marinense.

Vemos que el valor del buque es de unos 23.000.000€, precio que compararíamos con los 16.735.377€ de inversión total del armador.

Para introducir el precio de este buque en nuestra base de datos le restaremos el 25%, diferencia entre valor de venta del buque y el coste de construcción, tal y como calculamos en el apartado 3.5.

Por lo que suponemos que el coste de construcción del buque Argos Cíes sería de unos 17.250.000€, valor que concuerda con nuestra estimación, ya que el buque Argos Cíes es un buque de 75m de eslora, mayor que el nuestro.

4.3 Referencia 3

Se adjunta una captura de un artículo del periódico digital “La Nueva España”

La constructora naval asturiana Armón botó ayer en su astillero de Navia dos barcos pesqueros encargado por Iberconsa. El grupo gallego, que tiene una flota de 50 buques, incorporará por primera vez naves nuevas y tiene avanzadas negociaciones con Armón para la construcción de un tercer barco pesquero a entregar en 2022.

Los buques botados en Navia, bendecidos por el párroco de la localidad, Manuel Álvarez, **tienen más de 43 metros de eslora y capacidad para 36 tripulantes**. La construcción requirió más de 13 meses de trabajo, un equipo de más de 30 personas y una inversión que supera los 26 millones de euros. Iberconsa, con presencia en cinco continentes, es el primer operador pesquero en Argentina. Para allí pondrán rumbo los dos nuevos buques cuando se entreguen en marzo. Se dedicarán a la pesca de gambón salvaje.

Entendemos que este último buque botado por Armón, tiene 43 metros de eslora y el armador ha invertido 26.000.000 millones en él.

Igual que en el caso anterior, estimamos el coste de construcción en base a la inversión del armador (coste construcción = 75% inversión armador).

Entonces, el coste de construcción habrá sido de unos 19.500.00€

4.4 Referencia 4

Se adjunta una captura del periódico "20 minutos":

El presidente de la Cooperativa de Armadores de Pesca de Vigo (Arvi), Javier Touza, ha comunicado que astilleros de las rías de Vigo y Marín están inmersos en la construcción y entrega de seis buques pesqueros "por encima de los 20 millones de euros", y ha confirmado que la estimación es que en los próximos tres o cuatro años puedan construirse "al menos 15 o 20 unidades".

Como se habla de un coste superior a los 20 millones de euros, aceptamos 21 millones, a los que restamos el 25% para así estimar el coste de construcción:

Entonces: Coste construcción =15.750.000€

4.5 Referencia 5

Se adjunta artículo de “Cinco días El País”:

Así, compañías como **Royal Greenland** (perteneciente al Gobierno de Groenlandia), **Niisa Trawl Aps**, **Polar Seafood** o **Qajak Trawl A/S** han confiado en el buen hacer de los astilleros españoles, que han incorporado a su cartera de pedidos 6 grandes buques pesqueros congeladores por valor de 300 millones de euros, que dotan de una carga de trabajo de 1,8 millones de horas a los astilleros españoles y a su industria auxiliar. El último barco se entregará en 2021. No es descartable que se suscriban más contratos próximamente, informan a Cinco Días en fuentes de Pymar, la asociación que aglutina a los 19 astilleros privados de España.

Si el valor de estos 6 buques es de 300 millones de euros, estimamos el coste de cada uno de ellos en 50 millones, pero tenemos que mencionar que son buques mucho más grandes que el nuestro, con mayor capacidad de bodegas:

Así, las mayores **capacidades de carga** (bodegas de entre 2.000 y 2.300 metros cúbicos) y autonomía permiten alcanzar los caladeros más alejados y reducen los tiempos de viaje. La capacidad de congelación también es destacable, de entre 50 y 120 toneladas de pescado al día.

Como no tenemos datos de eslora, nos apoyamos en nuestra base de datos, y concluimos que los buques con capacidades de 2000 a 2300 m³, tienen unas esloras de 80 a 83 metros de eslora.

4.6 Referencia 6

En el siguiente artículo de “El Faro de Vigo” se habla sobre la construcción de un buque de características similares por el artillero Armón Gijón. Podemos ver en el siguiente extracto que el valor es de unos 43 millones de euros, pero que también se trata de un buque más grande que nuestro buque proyecto, concretamente de 81 metros de eslora:

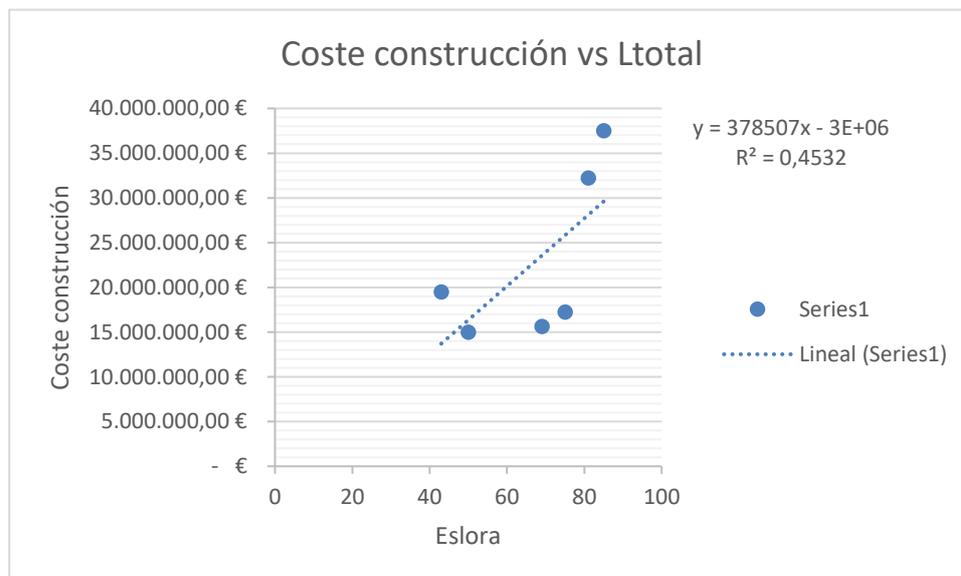
La factoría de Gijón del grupo naval asturiano Armón (Armón Gijón) construirá un gran arrastrero de 81 metros de eslora para la compañía islandesa HB Grandi por un valor aproximado de 43 millones de euros (unos 47 millones de dólares), según anunció la propia casa armadora. El barco será entregado a lo largo del año 2019.

4.7 Estimación mediante recta de regresión

Se adjunta una tabla con los datos que hemos explicado anteriormente, y a continuación, la recta de regresión resultante de enfrentar el coste de construcción estimado frente a la medida de las esloras.

Buque	Eslora	Inversión armador	Coste de construcción estimado
Referencia 1	69		15.631.700,00 €
Referencia 2	75	23.000.000,00 €	17.250.000,00 €
Referencia 3	43	26.000.000,00 €	19.500.000,00 €
Referencia 4	60	20.000.000,00 €	15.000.000,00 €
Referencia 5	83	50.000.000,00 €	37.500.000,00 €
Referencia 6	81	43.000.000,00 €	32.250.000,00 €

Obtenemos la siguiente recta de regresión:



Tenemos un $R < 0,5$, por lo que no podemos decir que sea una estimación muy fiable, pero la realidad es que no hay muchos datos sobre el coste de construcción ni los precios de venta de este tipo de buques, ya que es información muy sensible

La ecuación que resulta es:

$$\text{Coste construcción} = 378507 * L_{total} - 3E6$$

$$\text{Coste construcción} = 378507 * 67.4 - 3E6 = 22.511.371,8€$$

El valor que obtuvimos mediante estimación de las diferentes partidas fue de 12.619.520,54€

La diferencia entre los resultados obtenidos mediante estimación de costes y los datos del mercado actual es notable, pero también tenemos que considerar que nuestra estimación se ha calculado mediante formulación, que, además del hecho de ser poco precisa dadas las singularidades de cada buque, esta formulación no está actualizada con el mercado actual, por lo que es probable que de ahí venga este desfase de costes. Habrá costes que surgirán en la obra de construcción de nuestro buque que no se hemos considerado, porque son impredecibles o difíciles de estimar.

Ante esta diferencia de resultados poco podemos hacer para resolverlo, ya que no conocemos más datos sobre precios de venta de los buques ni el coste que le suponen la construcción de los mismos a los astilleros. Son estos, los astilleros, quienes sí tienen información sobre lo que les ha costado construir un buque de características similares, y de ahí pueden hacer una estimación mucho más realista de lo que podemos aproximar nosotros en un trabajo de fin de grado.

Para este cuaderno, que busca una estimación del coste de construcción, podemos concluir que el de un buque pesquero de estas características, se acercará más a los 22 millones que a los 12,6 millones.

5 BIBLIOGRAFÍA

https://www.lavozdeg Galicia.es/noticia/pontevedra/marin/2018/10/17/nodosa-bota-hoy-mayores-barcos-construidos-marin-pesquero-75-metros/0003_201810P17C4993.htm

https://www.lavozdeg Galicia.es/noticia/somosmar/2018/08/20/pesqueros-gama-alta-lideran-cartera-pedidos-naval-gallego/0003_201808G20P22991.htm

<https://www.lne.es/economia/2021/01/16/armon-bota-navia-pesqueros-iberconsa-28854346.html>

<https://www.20minutos.es/noticia/2755946/0/arvi-anuncia-que-astilleros-vigo-marin-estan-inmersos-construccion-seis-buques-por-20-millones/>

<https://www.farodevigo.es/economia/2017/05/05/armon-gijon-hara-arrastrero-81-16320830.html>

https://cincodias.elpais.com/cincodias/2019/06/20/companias/1561060298_145140.html

<http://www.fao.org/3/y6982e/y6982e05.htm>

<http://www.fao.org/3/y2786e/y2786e05.pdf>

JUNCO OCAMPO, F. PROYECTOS DE BUQUES Y ARTEFACTOS.
CRITERIOS DE EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DEL PROYECTO DE UN
BUQUE.