



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

Trabajo Fin de Grado

CURSO 2020/21

*BUQUE PORTACONTENEDORES DE 20000 TEUS
ADAPTADO A RUTA ASIA - EUROPA*

Grado en Ingeniería Naval y Oceánica

ALUMNO

Miguel Ángel Rodríguez González

TUTOR

Luis Manuel Carral Couce

FECHA

Septiembre 2021



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

TRABAJO FIN DE GRADO

CURSO 2020/21

*BUQUE PORTACONTENEDORES DE 20000 TEUS
ADAPTADO A RUTA ASIA - EUROPA*

Grado en Ingeniería Naval y Oceánica

Cuaderno 13

“PRESUPUESTO”

ÍNDICE

1 RPA.....	6
2 Resumen	7
2.1 Castellano.....	7
2.2 Gallego	7
2.3 Inglés	7
3 Introducción.....	6
4 Coste de los Equipos y Materiales	9
4.1 Casco	9
4.1.1 Acero laminado	9
4.1.2 Resto de materiales de acero	10
4.1.3 Resumen de Costes del Casco	16
4.2 Equipo, Armamento e Instalaciones	16
4.2.1 Equipos de fondeo, amarre y remolque	16
4.2.2 Medios de salvamento.....	17
4.2.3 Habilitación y alojamientos	19
4.2.4 Equipos de navegación y comunicaciones.....	23
4.2.5 Medios Contraincendios	24
4.2.6 Ventilación de los espacios de carga	25
4.2.7 Medios de accionamiento de escotillas.....	26
4.2.8 Instalación eléctrica	26
4.2.9 Tuberías.....	27
4.2.10 Accesorios de equipos, armamento e instalaciones	27
4.2.11 Resumen de equipo, armamento e instalaciones	29
4.3 Maquinaria	30
4.3.1 Equipos de gobierno	30
4.3.2 Equipos de amarre y fondeo.....	30
4.3.3 Resumen de maquinaria	32
4.4 Instalación propulsora	32
4.4.1 Máquinas propulsoras	32
4.4.2 Líneas de ejes	33
4.4.3 Hélice y respeto	34
4.4.4 Resumen de Instalación Propulsora	34
4.5 Maquinaria auxiliar de la propulsora	35
4.5.1 Generadores accionados por motor diésel	35
4.5.2 Equipo de refrigeración y lubricación	35
4.5.3 Equipo de manejo de combustible	36
4.5.4 Equipos de purificación.....	36
4.5.5 Equipos de tratamientos de lodos, trasiegos y lastre.....	37
4.5.6 Equipos sanitarios	37
4.5.7 Equipos de tratamiento por aditivos de limpieza.....	39
4.5.8 Bombas de Lastre, Sentinas y Cl	39
4.5.9 Separador de sentinas	40
4.5.10 Taller de máquinas.....	40

4.5.11 Resumen de Maquinaria Auxiliar propulsora	41
4.6 Instalaciones especiales	41
4.6.1 Estructuras guías de contenedores	41
4.6.2 Hélices de proa	42
4.6.3 Equipos de detección de incendios en cámara de máquinas.....	42
4.6.4 Elementos de trincado	43
4.6.5 Elementos de trincado de cubierta	43
4.6.6 Dispositivos de automatización y control reglamentarios	44
4.6.7 Dispositivos restantes de automatización y control.....	44
4.6.8 Equipos suministradores de fluidos de control y accionamiento	44
4.6.9 Instalación contra incendios estructural	45
4.6.10 Instalación contra incendios fija en cubierta.....	45
4.6.11 Resumen de instalaciones especiales.....	46
4.7 Resumen total de costes de equipos y materiales	46
5 Costes de mano de obra	47
5.1 Casco	47
5.1.1 Acero laminado	47
5.1.2 Resto de los materiales del casco	48
5.1.3 Timones y accesorios	48
5.1.4 Preparación de superficies	49
5.1.5 Pintura y control de corrosión	49
5.1.6 Resumen horas de mano de obra del casco.....	50
5.2 Equipo, armamento e instalaciones	50
5.2.1 Equipos de amarre y fondeo.....	50
5.2.2 Medios de salvamento.....	50
5.2.3 Alojamientos	51
5.2.4 Equipos de fonda y hotel	51
5.2.5 Equipos de acondicionamiento en alojamientos.....	52
5.2.6 Equipos de navegación y comunicaciones.....	52
5.2.7 Medios contra incendios convencionales	52
5.2.8 Ventilación de bodegas.....	53
5.2.9 Montajes de cierres de escotillas	53
5.2.10 Instalación eléctrica	54
5.2.11 Tuberías	54
5.2.12 Accesorios de equipo, armamento e instalaciones	55
5.2.13 Resumen de equipo de armamento e instalaciones	55
5.3 Maquinaria auxiliar de cubierta	56
5.3.1 Equipo de gobierno.....	56
5.3.2 Equipo de fondeo y amarre	56
5.3.3 Resumen de maquinaria auxiliar de cubierta	57
5.4 Instalación propulsora	57
5.4.1 Motor propulsor	57
5.4.2 Línea de ejes	57
5.4.3 Hélice	58
5.4.4 Resumen instalación propulsora	58
5.5 Maquinaria auxiliar de la propulsión	59
5.5.1 Grupos electrógenos.....	59
5.5.2 Equipo de circulación, refrigeración y lubricación.....	59
5.5.3 Equipos auxiliares del casco.....	60
5.5.4 Equipos sanitarios	60
5.5.5 Ventiladores y equipos de desmontaje en cámara de máquinas.....	61

5.5.6 Cargos, pertrechos y respetos	61
5.5.7 Resumen de maquinaria auxiliar de propulsión	62
5.6 Instalaciones especiales	62
5.6.1 Estructuras guías de contenedores	62
5.6.2 Hélices de proa	62
5.6.3 Equipos de detección de incendios en cámara de máquinas.....	63
5.6.4 Elementos de trincados	63
5.6.5 Resumen de instalaciones especiales.....	64
5.7 Resumen total de horas de mano de obra	64
6 Costes varios del astillero	65
6.1.1 Gastos de Ingeniería	65
6.1.2 Clasificación, reglamentos y certificados.....	65
6.1.3 Pruebas y garantía	65
6.1.4 Armador y entrega.....	65
6.1.5 Servicios auxiliares durante la construcción.....	66
6.1.6 Otros costes generales.....	66
7 Coste de Construcción	67
8 Coste de Adquisición	68
9 Comparativa con el precio de mercado.....	69

1 RPA



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

PROYECTO NÚMERO

TIPO DE BUQUE: Portacontenedores con ruta Asia-Norte de Europa.

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

CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA: 20000 TEUS

VELOCIDAD Y AUTONOMÍA: 20 nudos en condiciones de servicio y 20000 millas de autonomía.

SISTEMAS Y EQUIPOS DE CARGA / DESCARGA: Sin medios propios de carga/descarga.

PROPULSIÓN: Motor Diésel.

TRIPULACIÓN Y PASAJE: 40 tripulantes en camarotes dobles e individuales.

OTROS EQUIPOS E INSTALACIONES: Los habituales en este tipo de buques.

Ferrol, 4 Octubre 2020

ALUMNO/A: **D Miguel Ángel Rodríguez González**

2 RESUMEN

2.1 Castellano

La finalidad del presente Trabajo Fin de Grado es el dimensionamiento y definición de un buque portacontenedores, cumpliendo con la RPA establecida. Una de las principales características es que es un buque de carga normalizada que ha de transportar 20000 TEUS, lo cual afecta a las dimensiones del mismo. Este portacontenedores será diseñado para dar servicio a la ruta Asia – Norte de Europa, por lo que ha de tener una autonomía que le permita realizar un trayecto de unas 20000 millas.

2.2 Gallego

A finalidade do presente Traballo de Fin de Grao é o dimensionamento e definición dun buque portacontenedores, cumprindo co establecido na RPA. Unha das principais características é que é un buque de carga normalizada que transporta 20000 TEUS, o cal afecta as dimensións do mesmo. Este portacontenedores deseñarase para dar servizo a ruta Asia – Norte de Europa, polo que terá unha autonomía que permita realizar o traxecto dunhas 20000 millas.

2.3 Inglés

The purpose of this Final Degree Project is the dimensioning and definition of a container ship, complying with the established RPA. One of the main characteristics is that it is a standardized cargo ship and that it has to transport 20000 TEUS, which affects its dimensions. This container ship will be designed to serve the Asia - North Europe route, so it must have an autonomy that allows it to cover a journey of about 20000 miles.

3 INTRODUCCIÓN

En este cuaderno se desarrolla el cálculo del presupuesto del buque proyecto.

Uno de los mayores inconvenientes a la hora de realizar este cuaderno es la dificultad de traducir a costes todos y cada uno de los componentes que forman el buque completo. Uno de los principales motivos es que la construcción de un buque de este tipo es lenta y se producen inflaciones y variaciones constantes en los precios.

Las dimensiones y coeficientes principales son los que se muestran a continuación, las cuales, se han obtenido del cuaderno 3 "Coeficientes y Planos de Formas".

TEUS TOTALES	20000 TEUS
TEUS BODEGA	8518 TEUS
TEUS CUBIERTA	11481 TEUS
ESLORA TOTAL (Loa)	399,8 m.
ESLORA PERPENDICULARES (Lpp)	382,4 m.
MANGA (B)	58 m.
PUNTAL (D)	32 m.
CALADO (T)	16,5 m.
DESPLAZAMIENTO (Δ)	299292 ton
VELOCIDAD (V)	20 kn

Nº DE FROUD	0,1698
COEFICIENTE DE BLOQUE	0,797
COEFICIENTE DE LA MAESTRA	0,994
COEFICIENTE PRISMÁTICO	0,887

4 COSTE DE LOS EQUIPOS Y MATERIALES

4.1 Casco

El casco está formado por varias componentes que se desglosan a continuación:

4.1.1 Acero laminado

Como una primera aproximación para el acero del casco se supone que el peso bruto del acero es igual al neto multiplicado por un factor, el cual se encuentra entre 1,12 y 1,15, y que tiene en cuenta los excesos y recortes entre otros.

$$P_{bruto} = P_{neto} \cdot factor$$

Donde:

- El peso neto es el que se calculó en el cuaderno 2, cuyo valor es 65456,43 toneladas.
- Además en cuanto al factor, se ha decidido escoger 1,13, sabiendo que ya hay una sobredimensión en las toneladas del acero al haberse obtenido estas mediante ecuaciones empíricas.

Por tanto volviendo a la ecuación para el cálculo del peso bruto se obtiene:

$$P_{bruto} = P_{neto} \cdot factor$$

$$P_{bruto} = 65456,43 \cdot 1,13$$

$$\mathbf{P_{bruto} = 73965,77 \text{ toneladas}}$$

Considerando que el precio unitario del acero, según "BRS groups" que hizo un estudio de la fluctuación del precio del acero en la chapa naval, rondaba los 700 \$/t, lo cual equivale a unos 600 €/t:

$$Coste_{acero} = 600 \frac{\text{€}}{t} \cdot 73965,77 t$$

$$Coste_{acero} = 44379459,54 \text{ €}$$

$$\mathbf{Coste_{acero} = 44,38 \text{ M€}}$$

4.1.2 Resto de materiales de acero

Las siguientes fórmulas se han obtenidos de los diferentes libros de referencia mencionadas a lo largo del dimensionamiento del buque en los diferentes cuadernos.

4.1.2.1 Piezas fundidas y forjadas

El costo de las piezas que están fundidas y forjadas se obtiene de las siguientes expresión:

$$Coste_{pff} = 4 \cdot L \cdot T$$

Donde:

- L: es la eslora del buque, 382,4 m.
- T es el calado del buque, 16,5 m.

Por lo tanto volviendo a la expresión:

$$\begin{aligned} Coste_{pff} &= 4 \cdot L \cdot T \\ Coste_{pff} &= 4 \cdot 382,4 \cdot 16,5 \\ Coste_{pff} &= 25238,4 \text{ €} \\ Coste_{pff} &= \mathbf{0,0253 \text{ M€}} \end{aligned}$$

4.1.2.2 Timón y Accesorios

El costo se estima en función de las dimensiones del timón, de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$Coste_{timón} = 40 \cdot L_{timón}^2 \cdot H_{timón}$$

Donde:

- $H_{timón}$: es la altura del timón en metros, la cual se obtiene en el Cuaderno 6, la cual es 11,7 metros.
- $L_{timón}$: es la longitud del timón en metros, la cual también es obtenida del Cuaderno 6, la cual es 8,45 metros.

Por lo tanto volviendo a la ecuación:

$$Coste_{timón} = 40 \cdot L_{timón}^2 \cdot H_{timón}$$

$$Coste_{timón} = 40 \cdot 8,45^2 \cdot 11,7$$

$$Coste_{timón} = 33416,37 \text{ €}$$

$$\mathbf{Coste_{timón} = 0,0335 \text{ M€}}$$

4.1.2.3 Materiales auxiliares de la construcción del casco

El costo del material que aquí se define, se estima en unos 50 €/t por lo que:

$$Coste_{aux} = 50 \cdot P_{acero}$$

Donde

- P_{acero} : es el peso bruto del acero que ya se comentó con anterioridad.

Por lo que el precio de los materiales auxiliares de la construcción del casco será:

$$Coste_{aux} = 50 \cdot P_{acero}$$

$$Coste_{aux} = 50 \cdot 65456,43$$

$$Coste_{aux} = 3272821,5 \text{ €}$$

$$\mathbf{Coste_{aux} = 3,27 \text{ M€}}$$

4.1.2.4 Preparación de superficies

El costo de la preparación de superficies puede estimarse en función de la superficie a tratar.

Los costes de esta preparación suelen variar entre:

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

El valor de la superficie externa se puede obtener mediante el software "Maxsurf", realizando las hidrostáticas para un calado superior al puntal del buque, siendo el resultado de la superficie mojada el valor de la superficie externa del casco del buque.

Por lo tanto se tendrán 4 costes dentro de la preparación de superficies:

- Superficie interna: se estima en 3 veces la superficie externa

$$\begin{aligned} \text{Coste}_{\text{impirmación interna}} &= S_{\text{interna}} \cdot 2 \text{ €/m}^2 \\ \text{Coste}_{\text{impirmación interna}} &= 127903,2 \cdot 2 \text{ €/m}^2 \\ \text{Coste}_{\text{impirmación interna}} &= 255806,4 \text{ €} \\ \mathbf{\text{Coste}_{\text{impirmación interna}} &= 0,2558 \text{ M€}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Coste}_{\text{granallado interna}} &= S_{\text{interna}} \cdot 15 \text{ €/m}^2 \\ \text{Coste}_{\text{granallado interna}} &= 127903,2 \cdot 15 \text{ €/m}^2 \\ \text{Coste}_{\text{granallado interna}} &= 1918548 \text{ €} \\ \mathbf{\text{Coste}_{\text{granallado interna}} &= 1,919 \text{ M€}} \end{aligned}$$

- Superficie externa:

$$\begin{aligned} \text{Coste}_{\text{impirmación externa}} &= S_{\text{externa}} \cdot 2 \text{ €/m}^2 \\ \text{Coste}_{\text{impirmación externa}} &= 42634,4 \cdot 2 \text{ €/m}^2 \\ \text{Coste}_{\text{impirmación externa}} &= 85268,8 \text{ €} \\ \mathbf{\text{Coste}_{\text{impirmación externa}} &= 0,0853 \text{ M€}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Coste}_{\text{granallado externa}} &= S_{\text{externa}} \cdot 8 \text{ €/m}^2 \\ \text{Coste}_{\text{granallado externa}} &= 42634,4 \cdot 8 \text{ €/m}^2 \\ \text{Coste}_{\text{granallado externa}} &= 341075,2 \text{ €} \\ \mathbf{\text{Coste}_{\text{granallado externa}} &= 0,341 \text{ M€}} \end{aligned}$$

4.1.2.5 Pintura y control de corrosión

La pintura, en sus diferentes aspectos, se considera como un coste por unidad de superficie y espesor de película.

Se distinguen las siguientes partes:

- Pintura exterior, obra viva:

$$\text{Coste}_{\text{pintura ext ov}} = S_{OV} \cdot (E_{ep} \cdot C_{ep} + E_{au} \cdot C_{au})$$

Donde:

- S_{OV} : superficie de la obra viva
- E_{ep} : espesor de la pintura epoxy, el cual es 225 micras
- C_{ep} : coste de la pintura epoxi, $0,011 \text{ €/m}^2 \cdot \text{micra}$
- E_{au} : espesor de la pintura autopulimentante, el cual es 80 micras
- C_{au} : coste de la pintura autopulimentante, $0,022 \text{ €/m}^2 \cdot \text{micra}$

Volviendo a la expresión para el calculo del coste de la pintura exterior para la obra viva:

$$\begin{aligned} \text{Coste}_{\text{pintura ext OV}} &= S_{OV} \cdot (E_{ep} \cdot C_{ep} + E_{au} \cdot C_{au}) \\ \text{Coste}_{\text{pintura ext OV}} &= 29567,89 \cdot (225 \cdot 0,011 + 80 \cdot 0,022) \\ \text{Coste}_{\text{pintura ext OV}} &= 125220 \text{ €} \\ \mathbf{\text{Coste}_{\text{pintura ext OV}} &= 0,1252 \text{ M€}} \end{aligned}$$

- Pintura exterior, obra muerta:

$$\text{Coste}_{\text{pintura ext OM}} = S_{OM} \cdot (E_{ep} \cdot C_{ep} + E_{cl} \cdot C_{cl})$$

Donde:

- S_{OM} : superficie de la obra muerta.
- E_{ep} : espesor de la pintura epoxy, el cual es 225 micras
- C_{ep} : coste de la pintura epoxi, $0,011 \text{ €/m}^2 \cdot \text{micra}$
- E_{cl} : espesor de la pintura clorocaucho, el cual es 105 micras.
- C_{cl} : coste de la pintura clorocaucho, $0,013 \text{ €/m}^2 \cdot \text{micra}$

Volviendo a la expresión para el calculo del coste de la pintura exterior para la obra muerta:

$$\begin{aligned} \text{Coste}_{\text{pintura ext OM}} &= S_{OM} \cdot (E_{ep} \cdot C_{ep} + E_{cl} \cdot C_{cl}) \\ \text{Coste}_{\text{pintura ext OM}} &= 13066,514 \cdot (225 \cdot 0,011 + 105 \cdot 0,013) \\ \text{Coste}_{\text{pintura ext OM}} &= 50175,41 \text{ €} \\ \mathbf{\text{Coste}_{\text{pintura ext OM}} &= 0,0502 \text{ M€}} \end{aligned}$$

- Pintura interior:

$$Coste_{pintura\ interior} = S_{int} \cdot (E_{ep} \cdot C_{ep})$$

Donde:

- S_{int} : superficie interior
- E_{ep} : espesor de la pintura epoxy, el cual es 80 micras
- C_{ep} : coste de la pintura epoxy, 0,011 €/m² · micra

Volviendo a la expresión para el calculo del coste de la pintura interior:

$$\begin{aligned} Coste_{pintura\ interior} &= S_{int} \cdot (E_{ep} \cdot C_{ep}) \\ Coste_{pintura\ interior} &= 127903,2 \cdot (80 \cdot 0,011) \\ Coste_{pintura\ interior} &= 112554,80 \text{ €} \\ \mathbf{Coste_{pintura\ interior} &= 0,113 \text{ M €}} \end{aligned}$$

4.1.2.6 Pintura tuberías

Para el coste de la pintura de tuberías, se aplica la siguiente expresión empírica:

$$Coste_{pintura\ tuberías} = 0,18 \cdot (0,057 \cdot BHP + 0,18 \cdot L_{sc}) \cdot K$$

Donde:

- BHP : es la potencia del motor propulsor en HP,
- L_{sc} : es la eslora de escantillonado, es decir, 382,4 metros.
- K : es un factor dependiente de la pintura, en este caso 1,8.

Volviendo a la ecuación se obtiene:

$$\begin{aligned} Coste_{pintura\ tuberías} &= 0,18 \cdot (0,057 \cdot BHP + 0,18 \cdot L_{sc}) \cdot K \\ Coste_{pintura\ tuberías} &= 0,18 \cdot (0,057 \cdot 101341 + 0,18 \cdot 382,4) \cdot 1,8 \\ Coste_{pintura\ tuberías} &= 1893,87 \text{ €} \\ \mathbf{Coste_{pintura\ tuberías} &= 0,0012 \text{ M€}} \end{aligned}$$

4.1.2.7 Galvanizado y Cementado

El coste del galvanizado y cementado se puede estimar como un 7,5% del coste de la pintura del casco, tanto interior como exterior, de manera que:

$$Coste_{galvanizado\ y\ cementado} = 0,075 \cdot Coste_{total\ pintado}$$

$$Coste_{galvanizado\ y\ cementado} = 0,075 \cdot 287950,23$$

$$Coste_{galvanizado\ y\ cementado} = 21596,27\ \text{€}$$

$$\mathbf{Coste_{galvanizado\ y\ cementado} = 0,0216\ \text{M€}}$$

4.1.2.8 Protección catódica

El costo de la protección catódica puede aproximarse mediante la siguiente ecuación:

$$Coste_{protección\ catódica} = 1,55 \cdot S_{mojada}$$

Donde:

- S_{mojada} : es la superficie mojada del casco

Por lo tanto el coste de la protección catódica será:

$$Coste_{protección\ catódica} = 1,55 \cdot S_{mojada}$$

$$Coste_{protección\ catódica} = 1,55 \cdot 29567,89$$

$$Coste_{protección\ catódica} = 45830,22\ \text{€}$$

$$\mathbf{Coste_{protección\ catódica} = 0,0458\ \text{M€}}$$

4.1.3 Resumen de Costes del Casco

RESUMEN COSTES CASCO			
Nº	PARTIDA	COSTE	
1	Acero laminado	44 379 459,54 €	
2	Piezas fundidas y forjadas	25 238,40 €	
3	Timón y Accesorios	33 416,37 €	
4	Materiales auxiliares a la construcción	3 272 821,50 €	
5	Preparación de superficies	Imprimación exterior	85 268,80 €
		Imprimación interior	255 806,40 €
		Granallado exterior	341 075,20 €
		Granallado interior	1 918 548,00 €
6	Pintura y control de corrosión	Pintura exterior, OV	125 220,00 €
		Pintura exterior, OM	50 175,41 €
		Pintura interior	112 554,82 €
7	Pintura de tuberías	1 893,87 €	
8	Galvanizado y Cementado	21 596,27 €	
9	Protección Catódica	45 830,22 €	
TOTAL		50 668 904,79 €	

4.2 Equipo, Armamento e Instalaciones

4.2.1 Equipos de fondeo, amarre y remolque

Se destacan las siguientes partidas:

4.2.1.1 Ancla

Se hace la estimación en base a un coste unitario 2500 €/t

$$Coste_{ancla} = 2500 \cdot N_{anclas} \cdot P_{anclas}$$

Donde:

- N_{anclas} : es el número de anclas que posee el buque proyecto
- P_{anclas} : es el peso de cada ancla del buque proyecto

Volviendo a la ecuación original:

$$Coste_{ancla} = 2500 \cdot N_{anclas} \cdot P_{anclas}$$

$$Coste_{ancla} = 2500 \cdot 2 \cdot 33$$

$$Coste_{ancla} = 165000 \text{ €}$$

$$Coste_{ancla} = \mathbf{0,165 \text{ M€}}$$

4.2.1.2 Cadenas, Cables y estachas

Se estima el costo de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$C_{cce} = 0,15 \cdot k \cdot d^2 \cdot L_{cadena}$$

Donde:

- k: es el coeficiente de acero de alta resistencia, el cual tiene un valor de 0,305
- d: es el diámetro de la cadena, calculado en el Cuaderno 12 y que tiene un valor de 142 mm.
- L_{cadena} : es la longitud de las cadenas, correspondiente a 770 metros.

Volviendo a la ecuación del coste de cadenas cables y estachas:

$$Coste_{cce} = 0,15 \cdot k \cdot d^2 \cdot L_{cadena}$$

$$Coste_{cce} = 0,15 \cdot 0,305 \cdot 142^2 \cdot 770$$

$$Coste_{cce} = 710327,31 \text{ €}$$

$$Coste_{cce} = \mathbf{0,712 \text{ M€}}$$

4.2.2 Medios de salvamento

Entre los cuales se pueden destacar:

4.2.2.1 Botes salvavidas

El coste de los botes salvavidas se calcula teniendo en cuenta el número de personas que éste puede soportar de tal manera que:

$$Coste_{botes} = N_{botes} \cdot k_{bote} \cdot N_{personas}^{2/3}$$

Donde:

- N_{botes} : es el número de botes salvavidas, en este caso el número ha sido escogido en el Cuaderno 12, y tiene un valor de 4 botes.
- k_{bote} : Es el coste unitario de los botes es 3000.
- $N_{personas}$: es la capacidad del bote, es decir, el número de personas que puede alojar, en este caso 16

Volviendo a la ecuación original:

$$\begin{aligned}Coste_{botes} &= N_{botes} \cdot k_{bote} \cdot N_{personas}^{2/3} \\Coste_{botes} &= 4 \cdot 3000 \cdot 16^{2/3} \\Coste_{botes} &= 76195,25 \text{ €} \\Coste_{botes} &= \mathbf{0,0762 \text{ M€}}\end{aligned}$$

4.2.2.2 Balsas salvavidas

El coste de las balsas salvavidas se estima nuevamente mediante una expresión similar a la del caso anterior.

$$Coste_{balsas} = N_{botes} \cdot k_{bote} \cdot N_{personas}^{1/3}$$

Donde:

- N_{botes} : es el número de botes salvavidas, en este caso el número ha sido escogido en el Cuaderno 12, y tiene un valor de 4 botes.
- k_{bote} : Es el coste unitario de los botes es 1200.
- $N_{personas}$: es la capacidad del bote, es decir, el número de personas que puede alojar, en este caso 16

Volviendo a la ecuación original:

$$\begin{aligned}Coste_{balsas} &= N_{botes} \cdot k_{bote} \cdot N_{personas}^{1/3} \\Coste_{balsas} &= 4 \cdot 1200 \cdot 16^{1/3} \\Coste_{balsas} &= 30478,1 \text{ €} \\Coste_{balsas} &= \mathbf{0,0305 \text{ M€}}\end{aligned}$$

4.2.2.3 Varios

En esta partida se calculan los precios de aros, chalecos, señales y lanzacabos entre otros elementos varios de salvamento:

$$Costes_{varios} = 2500 + 30 \cdot N$$

Donde:

- N: es el número de personas a bordo, en el caso del buque proyecto son 40.

Por lo que los costes varios resultan:

$$Costes_{varios} = 2500 + 30 \cdot N$$

$$Costes_{varios} = 2500 + 30 \cdot 40$$

$$Costes_{varios} = 3700\text{€}$$

4.2.3 Habilitación y alojamientos

A la vez se subdivide en diferentes partidas

4.2.3.1 Habilitación y alojamientos

Nuevamente se utiliza la ecuación obtenida del libro de referencia del profesor Fernando Junco Ocampo, la cual es:

$$Coste_{hab} = K_h \cdot S_h$$

Donde:

- K_h : es un valor medio de los materiales que se estima en 250 €/m^2
- S_h : es el área de la habilitación obtenida del Cuaderno 7, y cuyo valor es $5193,2 \text{ m}^2$.

Por lo tanto el coste de la habilitación y los alojamientos será de:

$$Coste_{hab} = K_h \cdot S_h$$

$$Coste_{hab} = 250 \cdot 5192,2$$

$$Coste_{hab} = 1298050 \text{ €}$$

$$Coste_{hab} = 1,298 \text{ M€}$$

4.2.3.2 Equipos de fonda y hotel

Se aplica la siguiente expresión:

$$Coste_{fonda} = K_{fonda} \cdot N$$

Donde:

- K_{fonda} : es un valor de coste por persona de 420 €
- N: número de personas a bordo, en este caso 40.

Por lo tanto el precio de los equipos de fonda y hotel:

$$Coste_{fonda} = K_{fonda} \cdot N$$

$$Coste_{fonda} = 420 \cdot 40$$

$$Coste_{fonda} = 16800 \text{ €}$$

$$\mathbf{Coste_{fonda} = 0,0168 \text{ M€}}$$

4.2.3.3 Gambuza frigorífica

El coste de dicha gambuza se corresponde con:

$$Coste_{GF} = 1800 \cdot V^{2/3}$$

Donde:

- V: es el volumen neto de la gambuza, en m³, cuyo valor se obtiene del cuaderno 7.

Por lo que el coste de la gambuza frigorífica se corresponde con:

$$Coste_{GF} = 1800 \cdot V^{2/3}$$

$$Coste_{GF} = 1800 \cdot 48^{2/3}$$

$$Coste_{GF} = 23773,88 \text{ €}$$

$$\mathbf{Coste_{GF} = 0,0237 \text{ M€}}$$

4.2.3.4 Equipos de lavandería

En este caso, se estima un coste de 240€ por tripulante, correspondiendo a la siguiente ecuación:

$$Coste_{lavandería} = 240 \cdot N_{personas}$$

Donde:

- $N_{personas}$: es el número de personas a bordo, en este caso 40

Por lo que los costes de lavandería serán:

$$Coste_{lavandería} = 240 \cdot N_{personas}$$

$$Coste_{lavandería} = 240 \cdot 40$$

$$Coste_{lavandería} = 9600 \text{ €}$$

$$Coste_{lavandería} = \mathbf{0,0096 \text{ M€}}$$

4.2.3.5 Calefacción y aire acondicionado

En este caso se estima mediante la ecuación:

$$Coste_{A/C} = K_{A/C} \cdot S_{hab}$$

Donde:

- $K_{A/C}$: se estima en un valor de 60 €/m².
- S_h : es el área de la habitación obtenida del Cuaderno 7, y cuyo valor es 5193,2 m².

Por lo que los costes de calefacción y aire acondicionado serán:

$$Coste_{A/C} = K_{A/C} \cdot S_{hab}$$

$$Coste_{A/C} = 60 \cdot 5193,2$$

$$Coste_{A/C} = 311532 \text{ €}$$

$$Coste_{A/C} = \mathbf{0,312 \text{ M€}}$$

4.2.3.6 Ventilación mecánica

Para los sistemas de ventilación mecánica, independientes de los de aire acondicionado puede usarse la siguiente ecuación:

$$Coste_{ventilación} = 1,055 \cdot N^{0,215} + 1,2 \cdot S_h^{0,25}$$

Donde:

- S_h : es el área de la habitación obtenida del Cuaderno 7, y cuyo valor es 5193,2 m².
- N: es el número de personas a bordo, en este caso 40

Por tanto como coste de ventilación mecánica se obtiene:

$$\begin{aligned} Coste_{ventilación} &= 1,055 \cdot N^{0,215} + 1,2 \cdot S_h^{0,25} \\ Coste_{ventilación} &= 1,055 \cdot 40^{0,215} + 1,2 \cdot 5193,2^{0,25} \\ Coste_{ventilación} &= 12,52 \text{ €} \end{aligned}$$

4.2.3.7 Costes varios

Se corresponde con la siguiente expresión:

$$Coste_{varios} = N \cdot K_{varios}$$

Donde:

- N: es el número de personas a bordo
- K_{varios} : se estima en un valor de 72 € por persona

Volviendo a la ecuación de los costes varios resulta:

$$\begin{aligned} Coste_{varios} &= N \cdot K_{varios} \\ Coste_{varios} &= 40 \cdot 72 \\ Coste_{varios} &= 2880 \text{ €} \\ \mathbf{Coste_{varios} = 0,00288 \text{ €}} \end{aligned}$$

4.2.4 Equipos de navegación y comunicaciones

Se desglosa, al igual que en casos anteriores, en diferentes partidas.

4.2.4.1 Equipos de navegación

Para estimar los costes de los diferentes equipos de esta partida se toma como referencia la siguiente tabla recogida en el libro "Proyectos de buques y artefactos. Criterios de Evaluación Técnica y económica del Proyecto de un buque" del profesor Fernando Junco Ocampo. En dicho libro se establecen unos rangos de valores medios para cada uno de ellos. Para poder tener en cuenta las posibles variaciones en el mercado se decide escoger estos precios a la alza, tal y como se recogen en la siguiente tabla:

EQUIPOS DE NAVEGACIÓN			
Compás Magnético	1 900,00 €	COSTE TOTAL	123 525,00 €
Compás giroscópico	30 000,00 €		
Piloto automático	6 000,00 €		
Radar de movimiento verdadero	51 600,00 €		
Radar de movimiento relativo	9 900,00 €		
Radio girométrico	4 300,00 €		
Receptor de cartas	5 100,00 €		
Corredera	6 100,00 €		
Sonda	3 525,00 €		
Sistema de navegación por satélite	5 100,00 €		

$$C_{\text{equipos de navegación}} = 132525 \text{ €}$$

$$C_{\text{equipos de navegación}} = 0,133 \text{ M€}$$

4.2.4.2 Equipos auxiliares de navegación

Los costes de los equipos auxiliares de navegación se pueden estimar en un 8% de los costes de los equipos de navegación:

$$Coste_{\text{aux navegación}} = 0,08 \cdot C_{\text{equipos de navegación}}$$

$$Coste_{\text{aux navegación}} = 0,08 \cdot 132525$$

$$Coste_{\text{aux navegación}} = 9882 \text{ €}$$

$$Coste_{\text{aux navegación}} = 0,00988 \text{ M€}$$

4.2.4.3 Comunicaciones externas

El coste de las comunicaciones externas varía en un rango de 48000 € hasta 120000 €. En el caso del buque proyecto, se decide tomar un valor intermedio.

$$Coste_{comunicaciones\ externas} = 84000 \text{ €}$$

4.2.4.4 Comunicaciones internas

Al igual que en el caso anterior, las comunicaciones internas pueden oscilar entre 12000 € y 36000 €, y de la misma manera se escogerá un término medio.

$$Coste_{comunicaciones\ internas} = 24000 \text{ €}$$

4.2.5 Medios Contraincendios

En cuanto al coste del servicio contra incendios se podrá resumir en dos expresiones de las cuales se escogerá la de mayor valor, es decir el caso más desfavorable.

4.2.5.1 Primera expresión

La primera expresión a tener en cuenta se corresponde con:

$$Coste_{CI} = 8,4 \cdot B \cdot L_{CM} \cdot D_{CM}$$

Donde:

- B: será la manga de escantillonado del buque proyecto, la cual coincide con la manga total, es decir, 58 metros.
- L_{CM} : es la eslora de la cámara de maquinas la cual se obtuvo en el Cuaderno 7.
- D_{CM} : putnal de la cámara de máquinas, que al igual que en el caso anterior se obtuvo en el Cuaderno 7.

Por lo tanto el resultado de la primer expresión será:

$$Coste_{CI1} = 8,4 \cdot B \cdot L_{CM} \cdot D_{CM}$$

$$Coste_{CI1} = 8,4 \cdot 58 \cdot 44,25 \cdot 32$$

$$Coste_{CI1} = 689875,2 \text{ €}$$

$$Coste_{CI1} = 0,690 \text{ M€}$$

4.2.5.2 Segunda expresión

La segunda expresión a tener en cuenta se corresponde con:

$$\text{Coste}_{CI2} = 6 \cdot Q_B$$

Donde:

- Q_B : es el volumen de las bodegas obtenido en el cuaderno 4, que tiene un valor de 344387,33 m³.

Por lo tanto el segundo valor será:

$$\begin{aligned}\text{Coste}_{CI2} &= 6 \cdot Q_B \\ \text{Coste}_{CI2} &= 6 \cdot 344387,77 \\ \text{Coste}_{CI2} &= 2066326,62 \text{ €} \\ \mathbf{\text{Coste}_{CI2} &= 2,066 \text{ M€}}\end{aligned}$$

Por lo tanto se establece el coste del contraincendios en:

$$\mathbf{\text{Coste}_{CI} = 2,066 \text{ M€}}$$

4.2.6 Ventilación de los espacios de carga

El coste de la ventilación en los espacios de carga, al igual que en otros casos, se puede estimar mediante la siguiente expresión empírica

$$\text{Coste}_{\text{ventilación bodegas}} = 0,013 \cdot (N_b \cdot Q_b \cdot R)^{0,5}$$

Donde:

- N_b : es el número de bodegas
- Q_b : es el volumen de bodegas, calculado en el Cuaderno 4
- R : es el número de renovaciones hora en cada bodega, normalmente 10.

Por lo tanto:

$$\begin{aligned}\text{Coste}_{\text{ventilación bodegas}} &= 0,013 \cdot (N_b \cdot Q_b \cdot R)^{0,5} \\ \text{Coste}_{\text{ventilación bodegas}} &= 0,013 \cdot (22 \cdot 344387,77 \cdot 10)^{0,5} \\ \text{Coste}_{\text{ventilación bodegas}} &= 113,16 \text{ €}\end{aligned}$$

4.2.7 Medios de accionamiento de escotillas

Para esta partida se utilizará la siguiente ecuación:

$$Coste_{escotillas} = 61 \cdot L_{escotillas} \cdot B_{escotillas}^{1,77}$$

Donde:

- $L_{escotillas}$: es la eslora de cada una de las escotillas
- $B_{escotillas}$: es la manga de las escotillas

Por lo tanto el coste de los medios de accionamiento de las escotillas resulta:

$$\begin{aligned} Coste_{escotillas} &= 61 \cdot L_{escotillas} \cdot B_{escotillas}^{1,77} \\ Coste_{escotillas} &= 61 \cdot 12,75 \cdot 53,4^{1,77} \\ Coste_{escotillas} &= 888358,05 \text{ €} \\ \mathbf{Coste_{escotillas} &= 0,888 \text{ M€}} \end{aligned}$$

4.2.8 Instalación eléctrica

Para la estimación de los costes de la instalación eléctrica se utiliza la siguiente expresión:

$$Coste_{instalación\ eléctrica} = 481 \cdot KW^{0,77}$$

Donde:

- KW: es la potencia instalada de los generadores auxiliares escogidos en el Cuaderno 11, en el caso del buque proyecto, serán 4 principales mas el generador de emergencia.

Por lo tanto sustituyendo en la ecuación del coste de la instalación eléctrica se obtiene:

$$\begin{aligned} Coste_{instalación\ eléctrica} &= 481 \cdot KW^{0,77} \\ Coste_{instalación\ eléctrica} &= 481 \cdot 16200^{0,77} \\ Coste_{instalación\ eléctrica} &= 838439,32 \text{ €} \\ \mathbf{Coste_{instalación\ eléctrica} &= 0,8385 \text{ M€}} \end{aligned}$$

4.2.9 Tuberías

En cuanto al costo de las tuberías del buque proyecto se estimará en función de los siguientes parámetros:

$$Coste_{tuberías} = 2705 \cdot (0,015 \cdot L_{cm} \cdot B \cdot D_{cm} + 0,18 \cdot L) + k_t \cdot BHP + 1,5 \cdot (3 \cdot L_{cm} \cdot B \cdot D_{cm} + Q_b + 4 \cdot S_h)$$

Donde:

- L_{CM} : es la eslora de la cámara de maquinas la cual se obtuvo en el Cuaderno 7.
- D_{CM} : putnal de la cámara de máquinas, que al igual que en el caso anterior se obtuvo en el Cuaderno 7.
- B: es la eslora de la cámara de máquinas
- k_t : es un coeficiente que se asigna en función del tipo de combustible que utiliza el motor, en este caso al ser un combustible pesado tiene un valor de 8
- Q_b : es el volumen de bodegas, calculado en el Cuaderno 4
- BHP: es la potencia del motor principal, en este caso 75570 kW
- S_h : es el área de la habilitación obtenida del Cuaderno 7, y cuyo valor es 5193,2 m².

Por lo tanto el coste final de las tuberías será:

$$\begin{aligned} Coste_{tuberías} &= 2705 \cdot (0,015 \cdot L_{cm} \cdot B \cdot D_{cm} + 0,18 \cdot L) + k_t \cdot BHP + 1,5 \\ &\quad \cdot (3 \cdot L_{cm} \cdot B \cdot D_{cm} + Q_b + 4 \cdot S_h) \\ Coste_{tuberías} &= 2705 \cdot (0,015 \cdot 44,25 \cdot 58 \cdot 32 + 0,18 \cdot 382,4) + 8 \cdot 75570 + 1,5 \\ &\quad \cdot (3 \cdot 44,25 \cdot 58 \cdot 32 + 344387,77 + 4 \cdot 5193,2) \\ Coste_{tuberías} &= 4220937,26 \text{ €} \\ \mathbf{Coste_{tuberías}} &= \mathbf{4,221 \text{ M€}} \end{aligned}$$

4.2.10 Accesorios de equipos, armamento e instalaciones

Dentro de este apartado se pueden encontrar variedad de partidas

4.2.10.1 Puertas metálicas, ventanas y portillos

$$\begin{aligned} Coste_{pvp} &= 2705 \cdot N^{0,48} \\ Coste_{pvp} &= 2705 \cdot 60^{0,48} \\ Coste_{pvp} &= 14809,17 \text{ €} \\ \mathbf{Coste_{pvp}} &= \mathbf{0,01481 \text{ M€}} \end{aligned}$$

4.2.10.2 Escaleras, pasamanos y candeleros

$$\begin{aligned}Coste_{epc} &= 22,2 \cdot L^{1,6} \\Coste_{epc} &= 22,2 \cdot 382,4^{1,6} \\Coste_{epc} &= 300871,87 \text{ €} \\Coste_{epc} &= \mathbf{0,301 \text{ M€}}\end{aligned}$$

4.2.10.3 Escotillas de accesos, lumbreras y registros

$$\begin{aligned}Coste_{elr} &= 22,2 \cdot L^{1,5} \\Coste_{elr} &= 22,2 \cdot 382,4^{1,5} \\Coste_{elr} &= 166008,3 \text{ €} \\Coste_{elr} &= \mathbf{0,166 \text{ M€}}\end{aligned}$$

4.2.10.4 Escaleras reales, planchas de desembarco y escalas de práctico

$$\begin{aligned}Coste_{epe} &= 2000 + 1350 \cdot (D - 0,03 \cdot L) \cdot N_{ER} \\Coste_{epe} &= 2000 + 1350 \cdot (32 - 0,03 \cdot 382,4) \cdot 2 \\Coste_{epe} &= 57425,6 \text{ €} \\Coste_{epe} &= \mathbf{0,0574 \text{ M€}}\end{aligned}$$

4.2.10.5 Toldos, fundas y accesorios de estiba y respeto

$$\begin{aligned}Coste_{toldos} &= 40 \cdot (L \cdot (B + D))^{0,68} \\Coste_{toldos} &= 40 \cdot (382,4 \cdot (58 + 32))^{0,68} \\Coste_{toldos} &= 48647,11 \text{ €} \\Coste_{toldos} &= \mathbf{0,0487 \text{ M€}}\end{aligned}$$

4.2.11 Resumen de equipo, armamento e instalaciones

RESUMEN COSTES EQUIPO, ARMAMENTO E INSTALACION		
Nº	PARTIDA	COSTE
1	Anclas	165 000,00 €
2	Cadenas Cables y estachas	710 327,31 €
3	Botes salvavidas	76 195,25 €
4	Balsas salvavidas	30 478,10 €
5	Costes varios	3 700,00 €
6	Habilitación y alojamientos	1 298 050,00 €
7	Fonda y hotel	16 800,00 €
8	Gambuza refrigerada	23 773,88 €
9	Lavandería	9 600,00 €
10	Calefacción y Aire acondicionado	311 532,00 €
11	Ventilación mecánica	12,52 €
12	Varios alojamiento	2 880,00 €
13	Equipos de navegación	123 525,00 €
14	Equipos auxiliares de navegación	9 882,00 €
15	Comunicaciones externas	84 000,00 €
16	Comunicaciones internas	24 000,00 €
17	Contraincendios	2 066 326,62 €
18	Ventilación de bodegas	113,16 €
19	Accionamientos Escotillas	888 358,06 €
20	Instalación eléctrica	838 439,32 €
21	Tuberías	4 220 937,26 €
22	Puertas ventanas y portillos	14 809,17 €
23	Escales y pasamanos y candeleros	300 871,87 €
24	Escotillas de acceso, lumbreras y registros	166 008,30 €
25	Escaleras, planchas de desembarco y escalas	57 425,60 €
26	Toldos, fundas y accesorios	48 647,11 €
TOTAL		11 491 692,51 €

4.3 Maquinaria

4.3.1 Equipos de gobierno

$$Coste_{servo} = 3700 \cdot M^{2/3}$$

Donde:

- M: es la potencia del servomotor instalado en el buque.

Por lo tanto:

$$Coste_{servo} = 3700 \cdot M^{2/3}$$

$$Coste_{servo} = 3700 \cdot 90^{2/3}$$

$$Coste_{servo} = 74307,06 \text{ €}$$

$$\mathbf{Coste_{servo} = 0,07431 \text{ M€}}$$

4.3.2 Equipos de amarre y fondeo

Dentro de esta partida nos encontramos los siguientes elementos:

4.3.2.1 Accesorios de amarre y fondeo

Se procede a estimar el costo de los accesorios en función de las dimensiones principales del buque proyecto siguiendo la ecuación:

$$C_{\text{accesorios de amarre}} = 18 \cdot (L \cdot (B + D))^{0,815}$$

Donde:

- L: es la eslora del buque
- B: es la manga del buque
- D: es el puntal del buque

Volviendo a la ecuación anterior:

$$C_{\text{accesorios de amarre}} = 18 \cdot (L \cdot (B + D))^{0,815}$$

$$C_{\text{accesorios de amarre}} = 18 \cdot (382,4 \cdot (58 + 32))^{0,815}$$

$$C_{\text{accesorios de amarre}} = 89687,56 \text{ €}$$

$$C_{\text{accesorios de amarre}} = 0,09 \text{ M€}$$

4.3.2.2 Molinetes

Para el coste de los molinetes se ha de tener en cuenta el número de unidades instaladas así como las características de la cadena que recogen

$$Coste_{\text{molinetes}} = N_m \cdot 300 \cdot d^{1,3}$$

Donde:

- N_m : es el número de unidades instaladas en el buque proyecto.
- d : es el diámetro de la cadena que recogen dichos molinetes

Por lo tanto el coste resultará:

$$Coste_{\text{molinetes}} = N_m \cdot 300 \cdot d^{1,3}$$

$$Coste_{\text{molinetes}} = 4 \cdot 300 \cdot 142^{1,3}$$

$$Coste_{\text{molinetes}} = 753626,38 \text{ €}$$

$$\mathbf{Coste_{\text{molinetes}} = 0,754 \text{ M€}}$$

4.3.2.3 Chigres

Para el caso del chigre, al igual que en el caso anterior, se ha de tener en cuenta el número de unidades instaladas, y el par de tiro, de acuerdo a la siguiente expresión:

$$Coste_{\text{chigres}} = N_{\text{chigres}} \cdot 7800 \cdot T_a^{2/3}$$

Donde:

- N_{chigres} : es el número de unidades instaladas.
- T_a : es la tracción correspondiente a un chigre.

Resultando un coste de:

$$Coste_{\text{chigres}} = N_{\text{chigres}} \cdot 7800 \cdot T_a^{2/3}$$

$$Coste_{\text{chigres}} = N_{\text{chigres}} \cdot 7800 \cdot T_a^{2/3}$$

$$Coste_{\text{chigres}} = 1663886,15 \text{ €}$$

$$\mathbf{Coste_{\text{chigres}} = 1,664 \text{ M€}}$$

4.3.3 Resumen de maquinaria

RESUMEN COSTES MAQUINARIA		
Nº	PARTIDA	COSTE
1	Equipo de gobierno	74 307,06 €
2	Accesorios de amarre y fondeo	89 687,56 €
3	Molinete	753 626,38 €
4	Chigre	1 663 886,15 €
TOTAL		2 581 507,15 €

4.4 Instalación propulsora

4.4.1 Máquinas propulsoras

El coste de la maquinaria propulsora va a depender del número de cilindros de la misma, de su diámetro y de las revoluciones de régimen del motor.

$$Coste_{propulsora} = 2292 \cdot N_C \cdot 0,75 \cdot d_{cil}^{0,9}$$

Donde:

- N_C : es el número de cilindros, en este caso 11.
- d_{cil} : es el diámetro de los cilindros, el cual se corresponde con 950 mm.

Por lo tanto el coste de la máquina propulsora será de:

$$\begin{aligned} Coste_{propulsora} &= 2292 \cdot N_C \cdot 0,75 \cdot d_{cil}^{0,9} \\ Coste_{propulsora} &= 2292 \cdot 11 \cdot 0,75 \cdot 950^{0,9} \\ Coste_{propulsora} &= 9049400,45 \text{ €} \\ \mathbf{Coste_{propulsora} &= 9,05 \text{ M€}} \end{aligned}$$

4.4.2 Líneas de ejes

4.4.2.1 Acoplamiento y embarques

Para el caso de los acoplamientos y embarques se utiliza la siguiente expresión:

$$Coste_{acoplamientos} = k_{le} \cdot BHP \cdot N_{le}$$

Donde:

- N_{le} : es el número de líneas de ejes, en este caso 1.
- k_{le} : es un coeficiente para motores directamente acoplados que tiene un valor de 0,16.
- BHP: es la potencia del motor propulsor en HP.

Por tanto:

$$Coste_{acoplamientos} = k_{le} \cdot BHP \cdot N_{le}$$

$$Coste_{acoplamientos} = 0,16 \cdot 101341 \cdot 1$$

$$Coste_{acoplamientos} = 16214,56 \text{ €}$$

$$Coste_{acoplamientos} = \mathbf{0,01622 \text{ M€}}$$

4.4.2.2 Ejes y chumaceras

Para el caso de los ejes y chumaceras se utiliza la siguiente expresión:

$$Coste_{ejes \text{ y } chumaceras} = 3,6 \cdot BHP$$

Donde:

- BHP: es la potencia del motor propulsor en HP.

Se obtiene finalmente:

$$Coste_{ejes \text{ y } chumaceras} = 3,6 \cdot BHP$$

$$Coste_{ejes \text{ y } chumaceras} = 3,6 \cdot 101341$$

$$Coste_{ejes \text{ y } chumaceras} = 364827,6 \text{ €}$$

$$Coste_{ejes \text{ y } chumaceras} = \mathbf{0,365 \text{ M€}}$$

4.4.3 Hélice y respeto

El coste de la hélice de paso fijo se obtiene a partir de la expresión que se muestra a continuación:

$$Coste_{hélice} = 360 \cdot BHP^{0,7}$$

Donde:

- BHP: es la potencia del motor propulsor en HP.

Se obtiene finalmente:

$$Coste_{hélice} = 360 \cdot BHP^{0,7}$$

$$Coste_{hélice} = 360 \cdot 101341^{0,7}$$

$$Coste_{hélice} = 1149084,93 \text{ €}$$

$$\mathbf{Coste_{hélice} = 1,149 \text{ M€}}$$

Se supone el precio de la hélice de respeto igual, por lo que el coste de la hélice y respeto será:

$$Coste_{hélice \text{ y } respeto} = 2 \cdot Coste_{hélice}$$

$$Coste_{hélice \text{ y } respeto} = 2 \cdot 1149084,93$$

$$Coste_{hélice \text{ y } respeto} = 2298169,87 \text{ €}$$

$$\mathbf{Coste_{hélice \text{ y } respeto} = 2,298 \text{ M€}}$$

4.4.4 Resumen de Instalación Propulsora

RESUMEN COSTES INSTALACIÓN PROPULSORA		
Nº	PARTIDA	COSTE
1	Maquinaria propulsora	9 049 400,45 €
2	Acoplamiento y embarques	16 214,56 €
3	Ejes y chumaceras	364 827,60 €
4	Hélice y respeto	2 298 169,87 €
TOTAL		11 728 612,47 €

4.5 Maquinaria auxiliar de la propulsora

En este apartado serán necesarios una serie de parámetros que no se han calculado en ninguno de los cuadernos, por lo que se obtendrán de proyectos similares al del buque proyecto.

4.5.1 Generadores accionados por motor diésel

Se obtendrá a partir de la siguiente expresión:

$$Coste_{generador} = 52 \cdot N_{generadores} \cdot kW^{0,43}$$

Donde:

- $N_{generadores}$: es el número de generadores instalados en el buque proyecto, en nuestro caso 3.
- kW: es la potencia en kW de cada uno de ellos, lo que corresponde a 4800 kW.

Por lo tanto sustituyendo los datos:

$$Coste_{generador} = 52 \cdot N_{generadores} \cdot kW^{0,43}$$

$$Coste_{generador} = 52 \cdot 3 \cdot 4800^{0,43}$$

$$Coste_{generador} = 5971,15 \text{ €}$$

$$Coste_{generador} = \mathbf{0,00598 \text{ M€}}$$

4.5.2 Equipo de refrigeración y lubricación

Se utiliza la siguiente expresión:

$$Coste_{ref \text{ y } lub} = 6 \cdot (k_1 + k_2) \cdot BHP$$

Donde:

- k_1 : es un coeficiente que depende de si el motor es de 2 o 4 tiempos, en el caso del buque proyecto, el motor es de 2 tiempos, por lo que se le asigna un valor de 1,2.
- k_2 : es un coeficiente que para enfriadores centrales de placas de titanio tiene un valor de 1.
- BHP: es la potencia del motor propulsor en HP.

Por lo tanto se obtiene:

$$\begin{aligned} \text{Coste}_{ref y lub} &= 6 \cdot (k_1 + k_2) \cdot BHP \\ \text{Coste}_{ref y lub} &= 6 \cdot (1,2 + 1) \cdot 101341 \\ \text{Coste}_{ref y lub} &= 1337701,2 \text{ €} \\ \mathbf{\text{Coste}_{ref y lub} &= 1,338 \text{ M€}} \end{aligned}$$

4.5.3 Equipo de manejo de combustible

Esta partida dependerá del número de bombas y de su caudal.

$$\text{Coste}_{manejo combustible} = 44 \cdot N_{bt} \cdot Q_{bt} + 2,1 \cdot BHP$$

Donde:

- N_{bt} : es el número de bombas de trasiego
- Q_{bt} : es el caudal de las bombas de trasiego
- BHP: es la potencia del motor propulsor en HP

Por lo tanto volviendo a la ecuación:

$$\begin{aligned} \text{Coste}_{manejo combustible} &= 44 \cdot N_{bt} \cdot Q_{bt} + 2,1 \cdot BHP \\ \text{Coste}_{manejo combustible} &= 44 \cdot 2 \cdot 32,6 + 2,1 \cdot 101341 \\ \text{Coste}_{manejo combustible} &= 215684,9 \text{ €} \\ \mathbf{\text{Coste}_{manejo combustible} &= 0,216 \text{ M€}} \end{aligned}$$

4.5.4 Equipos de purificación

Se estima con la siguiente expresión:

$$\text{Coste}_{purifi} = 10000 \cdot N_{pa} \cdot Q_{pa} \cdot k_1 + 4750 \cdot N_{pd} \cdot Q_{pd} \cdot k_1 + 5200 \cdot N_{pf} \cdot Q_{pf} \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3$$

Donde:

- N_{pa} : número de purificadoras de aceite.
- Q_{pa} : caudal de las purificadoras de aceite.
- N_{pd} : número de purificadoras de diésel.

- Q_{pd} : caudal de las purificadoras de diésel
- N_{pf} : número de purificadoras de fuel
- Q_{pf} : caudal de las purificadoras de fuel
- k_1 : 1
- k_2 : 4
- k_3 : 1,25

Por lo tanto si se sustituye en la ecuación, se obtiene:

$$Csote_{purifi} = 10000 \cdot N_{pa} \cdot Q_{pa} \cdot k_1 + 4750 \cdot N_{pd} \cdot Q_{pd} \cdot k_1 + 5200 \cdot N_{pf} \cdot Q_{pf} \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3$$

$$Csote_{purifi} = 10000 \cdot 2 \cdot 0,5 \cdot 1 + 4750 \cdot 2 \cdot 5,52 \cdot k_1 + 5200 \cdot 2 \cdot 5,52 \cdot 1 \cdot 4 \cdot 1,25$$

$$Csote_{purifi} = 349480 \text{ €}$$

$$\mathbf{Csote_{purifi} = 0,3495 \text{ M€}}$$

4.5.5 Equipos de tratamientos de lodos, trasiegos y lastre

Se estima un coste de unos 4000 € según buques similares.

4.5.6 Equipos sanitarios

4.5.6.1 Generador de agua dulce

Se estima su coste mediante la expresión:

$$Coste_{generdar AD} = 1380 \cdot Q_{AD}$$

Donde:

- Q_{AD} : es el caudal de agua dulce del generador

Por lo tanto:

$$Coste_{generdar AD} = 1380 \cdot Q_{AD}$$

$$Coste_{generdar AD} = 1380 \cdot 10$$

$$Coste_{generdar AD} = 13800 \text{ €}$$

$$\mathbf{Coste_{generdar AD} = 0,0138 \text{ M€}}$$

4.5.6.2 Planta de tratamiento de aguas fecales

Al igual que en otros caso, se puede estimar su coste en función del número de tripulantes a bordo:

$$Coste_{trat\ aguas\ fecales} = 2645 \cdot N^{0,4}$$

Donde:

- N: es el número de tripulantes a bordo, es decir, 40.

Por lo tanto se obtiene un coste de:

$$Coste_{trat\ aguas\ fecales} = 2645 \cdot N^{0,4}$$

$$Coste_{trat\ aguas\ fecales} = 2645 \cdot 40^{0,4}$$

$$Coste_{trat\ aguas\ fecales} = 11567,77 \text{ €}$$

$$Coste_{trat\ aguas\ fecales} = \mathbf{0,01158 \text{ M€}}$$

4.5.6.3 Incinerador de residuos

Se puede estimar su coste en función del número de tripulantes de acuerdo a la siguiente expresión:

$$Coste_{incinerador} = 11420 \cdot N^{0,2}$$

Donde:

- N: es el número de tripulantes a bordo, es decir, 40.

Por lo tanto se obtiene:

$$Coste_{incinerador} = 11420 \cdot N^{0,2}$$

$$Coste_{incinerador} = 11420 \cdot 40^{0,2}$$

$$Coste_{incinerador} = 23882,41 \text{ €}$$

$$Coste_{incinerador} = \mathbf{0,02388 \text{ M€}}$$

4.5.7 Equipos de tratamiento por aditivos de limpieza

Solamente dependerá de la potencia propulsiva total instalada.

$$\text{Coste}_{TAL} = 24 \cdot \text{BHP}^{2/3}$$

Donde:

- BHP: es la potencia del motor propulsor en HP

Resultando el siguiente coste:

$$\text{Coste}_{TAL} = 24 \cdot \text{BHP}^{2/3}$$

$$\text{Coste}_{TAL} = 24 \cdot 101341^{2/3}$$

$$\text{Coste}_{TAL} = 52167,66 \text{ €}$$

$$\text{Coste}_{TAL} = \mathbf{0,0562 \text{ M€}}$$

4.5.8 Bombas de Lastre, Sentinas y CI

El coste de las distintas bombas puede estimarse en función de los diferentes caudales totales de las bombas de acuerdo a la expresión:

$$\text{Coste}_{bombas} = 600 \cdot N_{bs} \cdot Q_{bs}^{1/3} \cdot k_1 + 960 \cdot N_{CI} \cdot Q_{CI}^{1/3} \cdot k_2 + 960 \cdot Q_{CI}^{1/3} \cdot k_3 + 1100 \cdot Q_{bs} \cdot k_4$$

Donde:

- N_{bs} : número de bombas de sentinas.
- Q_{bs} : caudal de las bombas de sentinas.
- N_{CI} : número de bombas contraincendios.
- Q_{CI} : caudal de las bombas contraincendios.
- k_1 : 3 (GT > 4000)
- k_2 : 3 (GT > 4000)
- k_3 : 4 (GT > 4000)
- k_4 : 1 (GT > 4000)

Por lo tanto resulta:

$$\text{Coste}_{bombas} = 600 \cdot N_{bs} \cdot Q_{bs}^{1/3} \cdot k_1 + 960 \cdot N_{CI} \cdot Q_{CI}^{1/3} \cdot k_2 + 960 \cdot Q_{CI}^{1/3} \cdot k_3 + 1100 \cdot Q_{bs} \cdot k_4$$

$$\text{Coste}_{bombas} = 600 \cdot 4 \cdot 150^{1/3} \cdot 3 + 960 \cdot 4 \cdot 40^{1/3} \cdot 3 + 960 \cdot 40^{1/3} \cdot 4 + 1100 \cdot 150 \cdot 1$$

$$\text{Coste}_{bombas} = 217530 \text{ €}$$

$$\text{Coste}_{bombas} = \mathbf{0,218 \text{ M€}}$$

4.5.9 Separador de sentinas

Para esta partida se utiliza la siguiente fórmula:

$$\text{Coste}_{sentinas} = 156 \cdot GT^{0,5} + 5100 \cdot K_{sentinas}$$

Donde:

- $K_{sentinas}$: es el coeficiente con control automático de descarga, es decir, 1.
- GT: es el arqueo bruto del buque proyecto.

Por lo tanto:

$$\text{Coste}_{sentinas} = 156 \cdot GT^{0,5} + 5100 \cdot K_{sentinas}$$

$$\text{Coste}_{sentinas} = 156 \cdot 212147,1^{0,5} + 5100 \cdot 1$$

$$\text{Coste}_{sentinas} = 76952,71 \text{ €}$$

$$\text{Coste}_{sentinas} = \mathbf{0,077 \text{ M€}}$$

4.5.10 Taller de máquinas

Se puede estimar su coste a partir de proyectos similares a este en 15000 €

4.5.11 Resumen de Maquinaria Auxiliar propulsora

RESUMEN MAQUINARIA AUX PROPULSORA		
Nº	PARTIDA	COSTE
1	Grupos electrógenos	5 971,15 €
2	Equipos de refrigeración y lubricación	1 337 701,20 €
3	Equipo de manejo de combustible	215 684,90 €
4	Equipos de purificación	349 480,00 €
5	Equipo de tratamiento de lodos, trasiegos y lastre	4 000,00 €
6	Generador de agua dulce	13 800,00 €
7	Planta de tratamiento de aguas fecales	11 567,77 €
8	Incinerador de residuos	23 882,41 €
9	Equipo de tratamiento por aditivos de limpieza	52 167,66 €
10	Bombas de lastre, sentinas y CI	217 530,46 €
11	Separador de sentinas	76 952,71 €
12	Taller de máquinas	15 000,00 €
TOTAL		2 323 738,26 €

4.6 Instalaciones especiales

4.6.1 Estructuras guías de contenedores

Se puede estimar a partir de la siguiente expresión:

$$Coste_{guías} = 450 \cdot N_{TEUS}^{0,92}$$

Donde:

- N_{TEUS} : es el número de contenedores que transporta el buque proyecto

Resulta entonces:

$$Coste_{guías} = 450 \cdot N_{TEUS}^{0,92}$$

$$Coste_{guías} = 450 \cdot 20000^{0,92}$$

$$Coste_{guías} = 4075304,93 \text{ €}$$

$$Coste_{guías} = 4,075 \text{ M€}$$

4.6.2 Hélices de proa

El coste de éstas dependerá de la potencia que tengan:

$$\text{Coste}_{\text{hélice proa}} = 900 \cdot \text{BHP}_{\text{prop}}^{0,73} \cdot N_{\text{prop}}$$

Donde:

- BHP_{prop} : es la potencia de los propulsores de proa
- N_{prop} : es el número de propulsores de proa

Volviendo a la ecuación original se obtiene:

$$\text{Coste}_{\text{hélice proa}} = 900 \cdot \text{BHP}_{\text{prop}}^{0,73} \cdot N_{\text{prop}}$$

$$\text{Coste}_{\text{hélice proa}} = 900 \cdot 3000^{0,73} \cdot 2$$

$$\text{Coste}_{\text{hélice proa}} = 621685,9 \text{ €}$$

$$\text{Coste}_{\text{hélice proa}} = \mathbf{0,623 \text{ M€}}$$

4.6.3 Equipos de detección de incendios en cámara de máquinas

Para este caso se utiliza la expresión siguiente:

$$\text{Coste}_{\text{equipos detecc}} = 800 \cdot k_1 \cdot L_{cm} \cdot D_{cm} \cdot B + 12240 \cdot k_2 \cdot N_{ch}$$

Donde:

- L_{cm} : es la eslora de la cámara de máquinas la cual se obtuvo en el Cuaderno 7.
- D_{cm} : puntal de la cámara de máquinas, que al igual que en el caso anterior se obtuvo en el Cuaderno 7.
- B: es la eslora de la cámara de máquinas
- k_1 : su valor es 0 para cámara de máquinas atendida
- k_2 : su valor es 1 si existe detección de incendios en alojamientos
- N_{ch} : es el número de cubiertas de habitación.

Por lo tanto:

$$Coste_{equipos\ detecc} = 800 \cdot k_1 \cdot L_{cm} \cdot D_{cm} \cdot B + 12240 \cdot k_2 \cdot N_{ch}$$

$$Coste_{equipos\ detecc} = 800 \cdot 0 \cdot L_{cm} \cdot D_{cm} \cdot B + 12240 \cdot k_2 \cdot N_{ch}$$

$$Coste_{equipos\ detecc} = 134640 \text{ €}$$

$$\mathbf{Coste_{equipos\ detecc} = 0,135 \text{ M€}}$$

4.6.4 Elementos de trincado

Para los elementos de trincado, se ha de tener en cuenta, al igual que en el caso del coste de las guías, el número de contenedores que porta el buque proyecto.

$$Coste_{trincado} = 240 \cdot N_{TEUS} \cdot K_1$$

Donde:

- N_{TEUS} : es el número de contenedores que transporta el buque proyecto
- K_1 : es un coeficiente cuyo valor es 1,15

Por tanto:

$$Coste_{trincado} = 240 \cdot N_{TEUS} \cdot K_1$$

$$Coste_{trincado} = 240 \cdot 20000 \cdot 1,15$$

$$Coste_{trincado} = 5520000 \text{ €}$$

$$\mathbf{Coste_{trincado} = 5,520 \text{ M€}}$$

4.6.5 Elementos de trincado de cubierta

Se estima como:

$$Coste_{trinc\ cubierta} = 450 \cdot L$$

Donde:

- L : es la eslora del buque

Sustituyendo se obtiene:

$$Coste_{trinc\ cubierta} = 450 \cdot L$$

$$Coste_{trinc\ cubierta} = 450 \cdot 382,4$$

$$Coste_{trinc\ cubierta} = 172080 \text{ €}$$

$$\mathbf{Coste_{trinc\ cubertada} = 0,172\ M\text{€}}$$

4.6.6 Dispositivos de automatización y control reglamentarios

Su costo puede estimarse con la ecuación:

$$Coste_{dis\ AyC} = 3240 \cdot k \cdot BHP^{1/3}$$

Donde:

- k: es un coeficiente de 1,5 para navegación libre y maniobra
- BHP: es la potencia del buque proyecto

$$Coste_{dis\ AyC} = 3240 \cdot k \cdot BHP^{1/3}$$

$$Coste_{tdis\ AyC} = 3240 \cdot 1,15 \cdot 101341^{1/3}$$

$$Coste_{dis\ AyC} = 173715,24\ \text{€}$$

$$\mathbf{Coste_{dis\ AyC} = 0,174\ M\text{€}}$$

4.6.7 Dispositivos restantes de automatización y control

Se estima su costo en unos 30000 €

4.6.8 Equipos suministradores de fluidos de control y accionamiento

El costo de estos equipos puede estimarse como un 10% de la partida de dispositivos de automatización y control reglamentarios

$$Coste_{equ\ sumiistra} = 0,1 \cdot Coste_{dis\ AyC}$$

Por lo tanto, el costo de los equipos suministradores de fluidos de control y accionamiento:

$$Coste_{equ\ sumiistra} = 0,1 \cdot Coste_{dis\ AyC}$$

$$Coste_{equ\ sumiistra} = 0,1 \cdot 173715,24$$

$$Coste_{equ\ sumiistra} = 17371,52\ \text{€}$$

$$\mathbf{Coste_{equ\ sumiistra} = 0,0174\ M\text{€}}$$

4.6.9 Instalación contraincendios estructural

Para el caso del contraincendios estructural:

$$Coste_{CI\ estructural} = k_{CI} + 5,5 \cdot S_{hab}$$

Donde:

- k_{CI} : es la constante para buques que no sean de pasaje, es decir 4600.
- S_{hab} : es el área de la habilitación.

Volviendo a la ecuación:

$$\begin{aligned} Coste_{CI\ estructural} &= k_{CI} + 5,5 \cdot S_{hab} \\ Coste_{CI\ estructural} &= 4600 + 5,5 \cdot 5192,2 \\ Coste_{CI\ estructural} &= 33157,1 \text{ €} \\ \mathbf{Coste_{CI\ estructural} &= 0,03316 \text{ M€}} \end{aligned}$$

4.6.10 Instalación contraincendios fija en cubierta

Este coste dependerá de las dimensiones del buque proyecto:

$$C_{CI\ fijo} = 11 \cdot (1 + 0,0013 \cdot L) \cdot L \cdot B$$

Donde:

- L: eslora del buque
- B: manga del buque

$$\begin{aligned} C_{CI\ fijo} &= 11 \cdot (1 + 0,0013 \cdot L) \cdot L \cdot B \\ C_{CI\ fijo} &= 11 \cdot (1 + 0,0013 \cdot 382,4) \cdot 382,4 \cdot 58 \\ C_{CI\ fijo} &= 365254,16 \text{ €} \\ \mathbf{C_{CI\ fijo} &= 0,3653 \text{ M€}} \end{aligned}$$

4.6.11 Resumen de instalaciones especiales

RESUMEN COSTES INSTALACIONES ESPECIALES		
Nº	PARTIDA	COSTE
1	Guías para contenedores	4 075 304,93 €
2	Hélices de proa	621 685,90 €
3	Elementos de trincado	5 520 000,00 €
4	Sistemas de detección de incendios en ccmm	134 640,00 €
5	Elementos de trincado de cubertada	172 080,00 €
6	Automatización y control reglamentarios	173 715,24 €
7	Dispositivos restantes de automatización	30 000,00 €
8	Suministradores de fluidos de control	17 371,52 €
9	Contraincendios estructural	33 157,10 €
10	Contraincendios fijo en cubierta	365 254,16 €
TOTAL		11 143 208,86 €

4.7 Resumen total de costes de equipos y materiales

RESUMEN DE PRTIDAS DE EQUIPOS Y MATERIALES		
Nº	PARTIDA	COSTE
1	CASCO	50 668 904,79 €
2	EQUIPO, ARMAMENTO E INSTALACIONES	11 491 692,51 €
3	MAQUINARIA	2 581 507,15 €
4	INSTALACIÓN PROPULSORA	11 728 612,47 €
5	MAQUINARIA AUXILIAR PROPULSORA	2 323 738,26 €
6	INSTALACIONES ESPECIALES	11 143 208,86 €
TOTAL		89 937 664,06 €

5 COSTES DE MANO DE OBRA

A lo largo de este apartado se procede a determinar el coste de la mano de obra necesaria en cada una de las partidas. Para ello antes de comenzar se establece el coste por hora de trabajo. Se puede estimar entre un valor de 36 y 18 €/h. Para el caso que se está tratando se establece un coste de 25 €/h.

5.1 Casco

5.1.1 Acero laminado

Las horas correspondientes a este apartado se estiman mediante la siguiente expresión

$$\text{Horas}_{\text{acero lam}} = k_{ba} \cdot P_{ac} \cdot (1 + k_f) \cdot (1 - C_f) \cdot (1 + k_b) \cdot (1 + k_e + C_e) \cdot [1 + k_{cub} \cdot (N_{cub} - 1)]$$

Donde:

- k_{ba} : es un índice de la mano de obra y depende directamente del ratio de productividad del astillero está comprendido entre 20 y 100, se escogerá por tanto un valor promedio entre ambos de 60 h/t
- P_{ac} : es el peso neto de acero en este caso tiene un valor estimado previamente en el cuaderno 2.
- k_f : es un índice de coeficiente de forma y tiene un valor de 0,3
- C_f : es un coeficiente que relaciona la forma, tendrá un valor de 0,89
- k_b : es un coeficiente que depende de si el buque tiene bulbo, como el buque dota de bulbo su valor será de 0,04
- k_e : es el índice de complejidad del acero especial que puede ser del orden de 0,5
- C_e : coeficiente de acero especial, referido al peso total de acero, y expresado en tanto por uno, en este caso tiene un valor de 0
- k_{cub} : Coeficiente de número de cubiertas puede ser del orden de 0,05
- N_{cub} : es el número de cubiertas fuera de cámara de máquinas, en este caso tendrá un valor de 11

Por lo tanto:

$$\begin{aligned} \text{Horas}_{\text{acero lam}} &= k_{ba} \cdot P_{ac} \cdot (1 + k_f) \cdot (1 - C_f) \cdot (1 + k_b) \cdot (1 + k_e + C_e) \cdot [1 + k_{cub} \cdot (N_{cub} - 1)] \\ \text{Horas}_{\text{acero lam}} &= 60 \cdot P_{ac} \cdot (1 + 0,3) \cdot (1 - 0,89) \cdot (1 + 0,04) \cdot (1 + 0,5 + 0) \\ &\quad \cdot [1 + 0,05 \cdot (11 - 1)] \end{aligned}$$

$$\mathbf{Horas_{acero\ lam} = 1401793,959\ h}$$

5.1.2 Resto de los materiales del casco

Se estimará por medio de la siguiente expresión:

$$Horas_{resto\ casco} = 25 + 30 \cdot L^{1/3} \cdot T \cdot K_1$$

Donde:

- L: es la eslora del buque
- T: es el calado de escantillado del buque
- K_1 : es uno para buques de una sola hélice

Por lo que las horas resultantes serán:

$$\begin{aligned} Horas_{resto\ casco} &= 25 + 30 \cdot L^{1/3} \cdot T \cdot K_1 \\ Horas_{resto\ casco} &= 25 + 30 \cdot 382,4^{1/3} \cdot 16,5 \cdot 1 \\ \mathbf{Horas_{resto\ casco} &= 3617,9\ h} \end{aligned}$$

5.1.3 Timones y accesorios

Se estimarán las horas a partir de la siguiente expresión

$$Horas_{timón\ y\ acc} = 100 \cdot N_{timones} \cdot L_{timón} \cdot H_{timón}$$

Donde:

- $N_{timones}$: es el número de timones.
- $L_{timón}$: es la eslora del timón.
- $H_{timón}$: es la altura del timón.

Por lo tanto, las horas del timón y accesorios quedarían:

$$\begin{aligned} Horas_{timón\ y\ acc} &= 100 \cdot N_{timones} \cdot L_{timón} \cdot H_{timón} \\ Horas_{timón\ y\ acc} &= 100 \cdot 1 \cdot 8,45 \cdot 11,7 \\ \mathbf{Horas_{timón\ y\ acc} &= 9886,5\ h} \end{aligned}$$

5.1.4 Preparación de superficies

Se estimará como un 0,02 h/m² para la suma de las superficies interiores y exteriores.

$$\text{Horas}_{\text{preparación de sup}} = 0,02 \cdot S$$

Donde:

- S: es la superficie del buque tanto exterior como interior.

Por lo tanto:

$$\text{Horas}_{\text{preparación de sup}} = 0,02 \cdot S$$

$$\text{Horas}_{\text{preparación de sup}} = 0,02 \cdot 170537,6$$

$$\text{Horas}_{\text{preparación de sup}} = \mathbf{3410,75 \text{ h}}$$

5.1.5 Pintura y control de corrosión

Se estimarán las horas de pintura y control de corrosión a partir de la siguiente ecuación:

$$\text{Horas}_{\text{pintura y corrosión}} = 0,25 \cdot S_{OM} + (1 + 0,3 \cdot N_{OM}) + 0,35 \cdot \frac{S_{OV} \cdot N_{OV}}{4} + 0,4 \cdot S_i \cdot N_i$$

Donde:

- S_{OM} : superficie de la obra muerta
- S_{OV} : superficie de la obra viva
- S_i : es la superficie interior
- N: es el número de manos aplicadas, las cuales serán 3 para la obra muerta, 5 para la obra viva y 2 para la superficie interior

Por lo tanto la cantidad de horas para pintura y control de corrosión será:

$$\text{Horas}_{\text{pintura y corrosión}} = 0,25 \cdot S_{OM} + (1 + 0,3 \cdot N_{OM}) + 0,35 \cdot \frac{S_{OV} \cdot N_{OV}}{4} + 0,4 \cdot S_i \cdot N_i$$

$$\text{Horas}_{\text{pintura y corrosión}}$$

$$= 0,25 \cdot 13066,5 + (1 + 0,3 \cdot 3) + 0,35 \cdot \frac{29567,89 \cdot 5}{4} + 0,4 \cdot 127903,2 \cdot 2$$

$$\text{Horas}_{\text{pintura y corrosión}} = \mathbf{118527 \text{ h}}$$

5.1.6 Resumen horas de mano de obra del casco

RESUMEN HORAS CASCO		
Nº	PARTIDA	HORAS
1	Acero laminado	1401793,96
2	Resto de materiales del casco	3617,89
3	Timón y Accesorios	9886,50
4	Preparación de superficies	3410,75
9	Pintura y control de corrosión	118527,04
TOTAL		1537236,144

5.2 Equipo, armamento e instalaciones

5.2.1 Equipos de amarre y fondeo

Se puede estimar de acuerdo a la siguiente expresión:

$$Horas_{amarre\ y\ foneo} = 27 \cdot P_{anclas}^{0,4}$$

Donde:

- P_{anclas} : es el peso total de las anclas en toneladas

Por lo tanto:

$$Horas_{amarre\ y\ foneo} = 27 \cdot P_{anclas}^{0,4}$$

$$Horas_{amarre\ y\ foneo} = 27 \cdot 66^{0,4}$$

$$\mathbf{Horas_{amarre\ y\ foneo} = 144,3\ h}$$

5.2.2 Medios de salvamento

Se podrán calcular las horas empleadas a partir de:

$$Horas_{salvamento} = 300 + 1,5 \cdot N$$

Donde:

- N: es el número de tripulantes a bordo del buque.

Por lo tanto:

$$\text{Horas}_{\text{salvamento}} = 300 + 1,5 \cdot N$$

$$\text{Horas}_{\text{salvamento}} = 300 + 1,5 \cdot 40$$

$$\text{Horas}_{\text{salvamento}} = \mathbf{360 \text{ h}}$$

5.2.3 Alojamiento

Se pueden estimar como 16 h/m² de alojamiento:

$$\text{Horas}_{\text{alojamiento}} = 16 \cdot S_{\text{hab}}$$

Donde:

- S_{hab} : es la superficie de los alojamientos

Resultando un total de horas de:

$$\text{Horas}_{\text{alojamiento}} = 16 \cdot S_{\text{hab}}$$

$$\text{Horas}_{\text{alojamiento}} = 16 \cdot 5192,2$$

$$\text{Horas}_{\text{alojamiento}} = \mathbf{83075,2 \text{ h}}$$

5.2.4 Equipos de fonda y hotel

Se estima en 115 horas por cada tripulante a bordo del buque

$$\text{Horas}_{\text{fonda y hotel}} = 115 \cdot N$$

Donde:

- N: es el número de tripulantes a bordo del buque.

Por tanto:

$$\text{Horas}_{\text{fonda y hotel}} = 115 \cdot N$$

$$\text{Horas}_{\text{fonda y hotel}} = 115 \cdot 40$$

$$\text{Horas}_{\text{fonda y hotel}} = \mathbf{4600 \text{ h}}$$

5.2.5 Equipos de acondicionamiento en alojamientos

Se estima en 2 h/m² de alojamientos, de acuerdo a la expresión:

$$\text{Horas}_{\text{acondicionamiento}} = 2 \cdot S_{hab}$$

Donde:

- S_{hab} : es la superficie de los alojamientos

Obteniéndose:

$$\text{Horas}_{\text{acondicionamiento}} = 2 \cdot S_{hab}$$

$$\text{Horas}_{\text{acondicionamiento}} = 2 \cdot 5192,2$$

$$\text{Horas}_{\text{acondicionamiento}} = \mathbf{10384,4 \text{ h}}$$

5.2.6 Equipos de navegación y comunicaciones

Se puede estimar por medio de la siguiente expresión:

$$\text{Horas}_{\text{nav y com}} = 120 \cdot N_{nc}$$

Donde:

- N_{nc} : es el número de equipos

Obteniéndose:

$$\text{Horas}_{\text{nav y com}} = 120 \cdot N_{nc}$$

$$\text{Horas}_{\text{nav y com}} = 120 \cdot 5$$

$$\text{Horas}_{\text{nav y com}} = \mathbf{600 \text{ h}}$$

5.2.7 Medios contraincendios convencionales

Se estiman las hora a razón e 5,5 h/m de eslora del buque.

$$\text{Horas}_{\text{CI convencionales}} = 5,5 \cdot L$$

Donde:

- L: es la eslora del buque proyecto.

Dando como resultado en horas:

$$\begin{aligned} \text{Horas}_{CI \text{ convencionales}} &= 5,5 \cdot L \\ \text{Horas}_{CI \text{ convencionales}} &= 5,5 \cdot 382,4 \\ \text{Horas}_{CI \text{ convencionales}} &= \mathbf{2103,2 \text{ h}} \end{aligned}$$

5.2.8 Ventilación de bodegas

Se estima en un valor de 100 horas por cada zona de ventilación

$$\text{Horas}_{\text{ventilación bod}} = 100 \cdot N$$

Donde:

- N: es el número de zonas a ventilar.

Se obtiene, por tanto, un valor en horas de:

$$\begin{aligned} \text{Horas}_{\text{ventilación bod}} &= 100 \cdot N \\ \text{Horas}_{\text{ventilación bod}} &= 100 \cdot 22 \\ \text{Horas}_{\text{ventilación bod}} &= \mathbf{2200 \text{ h}} \end{aligned}$$

5.2.9 Montajes de cierres de escotillas

Se estima a partir de la siguiente expresión:

$$\text{Horas}_{\text{escotillas}} = 460 \cdot S_e^{0,3}$$

Donde:

- S_e : es la superficie de las escotillas.

Por lo tanto resulta:

$$\begin{aligned} \text{Horas}_{\text{escotillas}} &= 460 \cdot S_e^{0,3} \\ \text{Horas}_{\text{escotillas}} &= 460 \cdot 680,85^{0,3} \\ \mathbf{\text{Horas}_{\text{escotillas}} &= 3255,9 \text{ h}} \end{aligned}$$

5.2.10 Instalación eléctrica

Se estima por medio de la expresión:

$$\text{Horas}_{\text{electrico}} = 4 \cdot S_h + 6 \cdot kW$$

Donde.

- S_h : superficie de la habitación
- kW: es la potencia instalada

Por tanto:

$$\begin{aligned} \text{Horas}_{\text{electrico}} &= 4 \cdot S_h + 6 \cdot kW \\ \text{Horas}_{\text{electrico}} &= 4 \cdot 5192,2 + 6 \cdot 14400 \\ \mathbf{\text{Horas}_{\text{electrico}} &= 107168,8 \text{ h}} \end{aligned}$$

5.2.11 Tuberías

La ecuación a partir de la que se pueden estimar las horas será:

$$\text{Horas}_{\text{tuberías}} = 11 \cdot BHP^{0,35}$$

Donde:

- BHP : es la potencia del motor principal

Por tanto:

$$\begin{aligned} \text{Horas}_{\text{tuberías}} &= 11 \cdot BHP^{0,35} \\ \text{Horas}_{\text{tuberías}} &= 11 \cdot 101341^{0,35} \\ \mathbf{\text{Horas}_{\text{tuberías}} &= 621,5 \text{ h}} \end{aligned}$$

5.2.12 Accesorios de equipo, armamento e instalaciones

Se estima a partir de la siguiente expresión:

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

Donde:

- N: es el número de tripulantes a bordo
- L: es la eslora del buque
- B: es la manga del buque
- D: es la manga del buque
- N_{bo} : es el número de botes de servicio
- N_{pb} : es el número de pescantes de servicio
- N_{gm} : es el número de grúas de máquinas

Por tanto:

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

$$Horas_{acces} = 80 \cdot 40 + 56 \cdot (382,4 - 15) + 0,9 \cdot 382,4 \cdot 58 \cdot 32 + 0,2 \cdot 382,4 + 50 \cdot 4 + 100 \cdot 4 + 100 \cdot 0$$

$$\mathbf{Horas_{acces} = 663211,8 \text{ h}}$$

5.2.13 Resumen de equipo de armamento e instalaciones

RESUMEN HORAS EQUIPO, ARMAMENTO E INSTALACION		
Nº	PARTIDA	HORAS
1	Equipos de acondicionamiento en alojamientos	10384,4
2	Equipos de navegación y comunicaciones	600
3	Medios contraincendios convencionales	2103,2
4	Ventilación de bodegas	2200
5	Montaje de cierres de escotillas	3255,916542
6	Instalación eléctrica	107168,8
7	Tuberías	621,4661809
8	Accesorios de equipo, armamento e instalaciones	663211,84
TOTAL		789545,6227

5.3 Maquinaria auxiliar de cubierta

5.3.1 Equipo de gobierno

Se estimará a partir de la siguiente expresión:

$$Horas_{eq \text{ de gobierno}} = 33 \cdot L^{2/3}$$

Donde:

- L: es la eslora del buque proyecto.

Por lo tanto:

$$\begin{aligned} Horas_{eq \text{ de gobierno}} &= 33 \cdot L^{2/3} \\ Horas_{eq \text{ de gobierno}} &= 33 \cdot 382,4^{2/3} \\ \mathbf{Horas_{eq \text{ de gobierno}} &= 239,5 \text{ h}} \end{aligned}$$

5.3.2 Equipo de fondeo y amarre

Se estiman las horas de esta partida en conjunto de la siguiente manera:

$$Horas_{fondeo \text{ y amarre}} = L \cdot (1,75 \cdot N_m + 1,6 \cdot N_{ca} + 1,7 \cdot N_{ma})$$

Donde:

- N_m : es el número de molinetes
- N_{ca} : es el número de cabrestantes
- N_{ma} : número de máquinas de amarre

Por lo tanto se obtiene un total de horas de:

$$\begin{aligned} Horas_{fondeo \text{ y amarre}} &= L \cdot (1,75 \cdot N_m + 1,6 \cdot N_{ca} + 1,7 \cdot N_{ma}) \\ Horas_{fondeo \text{ y amarre}} &= 382,4 \cdot (1,75 \cdot 4 + 1,6 \cdot 8 + 1,7 \cdot 12) \\ \mathbf{Horas_{fondeo \text{ y amarre}} &= 15372,5 \text{ h}} \end{aligned}$$

5.3.3 Resumen de maquinaria auxiliar de cubierta

RESUMEN HORAS MAQUINARIA		
Nº	PARTIDA	HORAS
1	Equipo de gobierno	239,5
2	Accesorios de amarre y fondeo	15372,5
TOTAL		15612,0

5.4 Instalación propulsora

5.4.1 Motor propulsor

Se estima por medio de la siguiente expresión:

$$Horas_{motor} = 10 \cdot BHP^{2/3} \cdot N_{mp}$$

Donde:

- BHP : es la potencia del motor propulsor en HP
- N_{mp} : es el número de motores propulsores instalados

Resultando un total de horas:

$$Horas_{motor} = 10 \cdot BHP^{2/3} \cdot N_{mp}$$

$$Horas_{motor} = 10 \cdot 101341^{2/3} \cdot 1$$

$$\mathbf{Horas_{motor} = 21736,5 h}$$

5.4.2 Línea de ejes

Las horas invertidas en la línea de ejes podrán estimarse mediante:

$$Horas_{linea\ de\ ejes} = k_{le} \cdot BHP \cdot N_{le}$$

Donde:

- k_{le} : es 0,16 para todos los motores que están directamente acoplados
- N_{le} : es el número de líneas de ejes, en este caso 1.

- BHP: potencia del motor propulsor

Por lo tanto las horas para la línea de ejes son:

$$\text{Horas}_{\text{línea de ejes}} = k_{le} \cdot BHP \cdot N_{le}$$

$$\text{Horas}_{\text{línea de ejes}} = 0,16 \cdot 101341 \cdot 1$$

$$\text{Horas}_{\text{línea de ejes}} = \mathbf{16214,6 \text{ h}}$$

5.4.3 Hélice

Se estimarán las horas empleadas en la hélice según la expresión:

$$\text{Horas}_{\text{hélice}} = k_1 \cdot k_2 \cdot BHP \cdot N_h$$

Donde:

- k_1 : 240 para hélices de palas fijas
- k_2 : 0,004 para hélices de palas fijas
- N_h : número de hélices

Por lo tanto:

$$\text{Horas}_{\text{hélice}} = k_1 \cdot k_2 \cdot BHP \cdot N_h$$

$$\text{Horas}_{\text{hélice}} = 240 \cdot 0,004 \cdot 101341 \cdot 1$$

$$\text{Horas}_{\text{hélice}} = \mathbf{97287,4 \text{ h}}$$

5.4.4 Resumen instalación propulsora

RESUMEN HORAS INSTALACIÓN PROPULSORA		
Nº	PARTIDA	HORAS
1	Maquinaria propulsora	21736,5
2	Línea de ejes	16214,6
3	Hélice	97287,4
TOTAL		135238,4

5.5 Maquinaria auxiliar de la propulsión

5.5.1 Grupos electrógenos

Se estima a partir de la siguiente ecuación

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

Donde:

- N_g : es el número de generadores instalados
- kW: es la potencia unitaria de cada uno de los generadores.

Por lo tanto las horas empleadas en los grupos electrógenos serán:

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

$$Horas_{generadores} = 52 \cdot 3 \cdot 4800^{0,43}$$

$$\mathbf{Horas_{generadores} = 5971,2 \text{ h}}$$

5.5.2 Equipo de circulación, refrigeración y lubricación

Se estimará por medio de la expresión:

$$Horas_{Ecirculación} = k_{crl} + 0,8 \cdot BHP$$

Donde:

- k_{crl} : 230 para motores de dos tiempos
- BHP: es la potencia del motor propulsor

Resultando al sustituir lo siguiente:

$$Horas_{Ecirculación} = k_{crl} + 0,8 \cdot BHP$$

$$Horas_{Ecirculación} = 230 + 0,8 \cdot 101341$$

$$\mathbf{Horas_{Ecirculación} = 81302,8 \text{ h}}$$

5.5.3 Equipos auxiliares del casco

Se pueden aproximar las horas empleadas por medio de:

$$Horas_{auxiliares} = 420 + 0,47 \cdot L \cdot (B + D)$$

Donde:

- L: es la eslora del buque
- B: es la manga del buque
- D: es el puntal del buque

Por tanto:

$$\begin{aligned} Horas_{auxiliares} &= 420 + 0,47 \cdot L \cdot (B + D) \\ Horas_{auxiliares} &= 420 + 0,47 \cdot 382,4 \cdot (58 + 32) \\ \mathbf{Horas_{auxiliares} &= 16595,52 \text{ h}} \end{aligned}$$

5.5.4 Equipos sanitarios

Para esta partida se emplea la siguiente ecuación:

$$Horas_{sanitarios} = k_1 \cdot (280 + 8 \cdot Q_a) + k_2 \cdot (200 + 2,5 \cdot N) + k_3 \cdot (410 + 3,9 \cdot N) + 400 \cdot k_4$$

Donde:

- k: coeficientes cuyo valor es 1 si existen generador de agua dulce, grupos hidróforos, planta de tratamientos fecales e incinerador de residuos.
- Q_a : es la capacidad del generador de agua dulce, t/día
- N: es el número de tripulantes del buque

Resultando tras sustituir:

$$\begin{aligned} Horas_{sanitarios} &= k_1 \cdot (280 + 8 \cdot Q_a) + k_2 \cdot (200 + 2,5 \cdot N) + k_3 \cdot (410 + 3,9 \cdot N) + 400 \cdot k_4 \\ Horas_{sanitarios} &= 1 \cdot (280 + 8 \cdot 10) + 1 \cdot (200 + 2,5 \cdot 40) + 1 \cdot (410 + 3,9 \cdot 40) + 400 \cdot 1 \\ \mathbf{Horas_{sanitarios} &= 1626 \text{ h}} \end{aligned}$$

5.5.5 Ventiladores y equipos de desmontaje en cámara de máquinas

Se estima mediante la siguiente expresión:

$$\text{Horas}_{\text{ventiladores}} = k_{va} + 0,005 \cdot \text{BHP}$$

Donde:

- k_{va} : vale 950 para vigas carril
- BHP: es la potencia del motor propulsor

Dando como resultado:

$$\begin{aligned}\text{Horas}_{\text{ventiladores}} &= k_{va} + 0,005 \cdot \text{BHP} \\ \text{Horas}_{\text{ventiladores}} &= 950 + 0,005 \cdot 101341 \\ \mathbf{\text{Horas}_{\text{ventiladores}} &= 1456,7 \text{ h}}\end{aligned}$$

5.5.6 Cargos, pertrechos y respetos

Esta partida se obtiene a partir de:

$$\text{Horas}_{\text{cargos}} = \text{BHP}^{2/3} + 2 \cdot L + 100$$

Donde:

- BHP: es la potencia del motor propulsor.

Por lo tanto se obtiene un total de horas de:

$$\begin{aligned}\text{Horas}_{\text{cargos}} &= \text{BHP}^{2/3} + 2 \cdot L + 100 \\ \text{Horas}_{\text{cargos}} &= 101341^{2/3} + 2 \cdot 382,4 + 100 \\ \mathbf{\text{Horas}_{\text{cargos}} &= 3038,5 \text{ h}}\end{aligned}$$

5.5.7 Resumen de maquinaria auxiliar de propulsión

RESUMEN HORAS MAQUINARIA AUXILIAR A LA PROPULSIÓN		
Nº	PARTIDA	HORAS
1	Grupos electrógenos	5971,2
2	Equipos de circulación, refrigeración y lubricación	81302,8
3	Equipos auxiliares del casco	16595,52
4	Equipos sanitarios	1626
5	Ventiladores y equipos de desmontaje	1456,7
6	Cargos, pertrechos y respeto	3038,5
TOTAL		109990,6

5.6 Instalaciones especiales

5.6.1 Estructuras guías de contenedores

Se estiman las horas gracias a la expresión siguiente.

$$Horas_{guías} = 57 \cdot N_{TEUS}^{0,92}$$

Donde:

- N_{TEUS} : es el número de contenedores que porta el buque proyecto.

Por lo tanto las horas resultantes son:

$$Horas_{guías} = 57 \cdot N_{TEUS}^{0,92}$$

$$Horas_{guías} = 57 \cdot 20000^{0,92}$$

$$\mathbf{Horas_{guías} = 516205,3 \text{ h}}$$

5.6.2 Hélices de proa

Se estimará por medio de la siguiente ecuación:

$$Horas_{hélices \text{ proa}} = 14,5 \cdot BHP_T^{0,7} \cdot N_{hélices}$$

Donde

- BHP_T : es la potencia unitaria de las hélices de proa

Aplicando la ecuación con estos datos:

$$\text{Horas}_{\text{hélices proa}} = 14,5 \cdot \text{BHP}_T^{0,7} \cdot N_{\text{hélices}}$$

$$\text{Horas}_{\text{hélices proa}} = 14,5 \cdot 3000^{0,7} \cdot 2$$

$$\text{Horas}_{\text{hélices proa}} = \mathbf{7877,4 \text{ h}}$$

5.6.3 Equipos de detección de incendios en cámara de máquinas

Las horas empleadas se estiman mediante la expresión siguiente

$$\text{Horas}_{\text{detección de incendios}} = 65 \cdot k_1 \cdot (L_{cm} \cdot D_{cm} \cdot B)^{0,25} + 80 \cdot k_2 \cdot N_{ch}$$

Donde:

- k_1 : vale 1 para cámara de máquinas desatendidas
- k_2 : vale 1 si existe detección de incendios en alojamientos
- B: es la manga del buque
- L_{cm} : eslora de la cámara de máquinas
- D_{cm} : puntal de la cámara de máquinas
- N_{ch} : número de cubiertas de habilitación

Por lo tanto:

$$\text{Horas}_{\text{detección de incendios}} = 65 \cdot k_1 \cdot (L_{cm} \cdot D_{cm} \cdot B)^{0,25} + 80 \cdot k_2 \cdot N_{ch}$$

$$\text{Horas}_{\text{detección de incendios}} = 65 \cdot 1 \cdot (44,25 \cdot 32 \cdot 58)^{0,25} + 80 \cdot 1 \cdot 11$$

$$\text{Horas}_{\text{detección de incendios}} = \mathbf{1980,4 \text{ h}}$$

5.6.4 Elementos de trincados

Resulta de aplicar la siguiente fórmula

$$\text{Horas}_{\text{trincado}} = 12 \cdot k_1 \cdot N_{TEUS}$$

Donde:

- N_{TEUS} : es el número de contenedores que porta el buque proyecto.
- k_1 : es el coeficiente 0,85 al no tener contenedores frigoríficos

Por lo tanto:

$$\begin{aligned} \text{Horas}_{\text{trincado}} &= 12 \cdot k_1 \cdot N_{\text{TEUS}} \\ \text{Horas}_{\text{trincado}} &= 12 \cdot 0,85 \cdot 20000 \\ \text{Horas}_{\text{trincado}} &= \mathbf{204000 \text{ h}} \end{aligned}$$

5.6.5 Resumen de instalaciones especiales

RESUMEN HORAS INSTALACIONES ESPECIALES		
Nº	PARTIDA	HORAS
1	Guías para contenedores	516205,3
2	Hélices de proa	7877,4
3	Elementos de trincado	204000,0
4	Sistemas de detección de incendios en ccmm	1980,4
TOTAL		730063,1

5.7 Resumen total de horas de mano de obra

RESUMEN DE HORAS DE MANO DE OBRA		
Nº	PARTIDA	HORAS
1	CASCO	1537236,1
2	EQUIPO, ARMAMENTO E INSTALACIONES	789545,6
3	MAQUINARIA	15612,0
4	INSTALACIÓN PROPULSORA	135238,4
5	MAQUINARIA AUXILIAR PROPULSORA	109990,6
6	INSTALACIONES ESPECIALES	730063,1
TOTAL		3317685,9

Por lo tanto los costes totales de mano de obra serán:

RESUMEN DE HORAS DE MANO DE OBRA			
Nº	PARTIDA	HORAS	COSTE
1	CASCO	1537236,1	38 430 903,60 €
2	EQUIPO, ARMAMENTO E INSTALACIONES	789545,6	19 738 640,57 €
3	MAQUINARIA	15612,0	390 300,16 €
4	INSTALACIÓN PROPULSORA	135238,4	3 380 961,14 €
5	MAQUINARIA AUXILIAR PROPULSORA	109990,6	2 749 765,81 €
6	INSTALACIONES ESPECIALES	730063,1	18 251 576,35 €
TOTAL		3317685,9	82 942 147,63 €

6 COSTES VARIOS DEL ASTILLERO

En este apartado se engloban los gastos del astillero sin atender a materiales ni equipos del buque. Estos gastos se pueden dividir en las siguientes partidas:

6.1.1 Gastos de Ingeniería

- Proyecto contratado en el exterior.
- Ensayos en canal.
- Estudios especiales contratados en el exterior.

6.1.2 Clasificación, reglamentos y certificados

- Sociedad de clasificación.
- Otras entidades reguladoras.
- Inspección de buques
- Colegio Oficial de Ingenieros Navales.

6.1.3 Pruebas y garantía

- Botadura.
- Prácticos y remolcadores.
- Varada
- Pruebas, ensayos, montadores y supervisores.
- Garantía

6.1.4 Armador y entrega

- Maqueta
- Modelos 3D digitales.

6.1.5 Servicios auxiliares durante la construcción

- Andamiaje.
- Instalación provisional de fuerza y alumbrado.
- Limpieza.

6.1.6 Otros costes generales

- Seguro de construcción.

Todos estos gastos serán variables, y se podrán estimar en primera instancia como un valor proporcional al valor final del buque. Este factor de proporcionalidad a aplicar puede variar entre 0,05 para un valor de 3 millones de euros y 0,03 para un valor de 60 millones de euros.

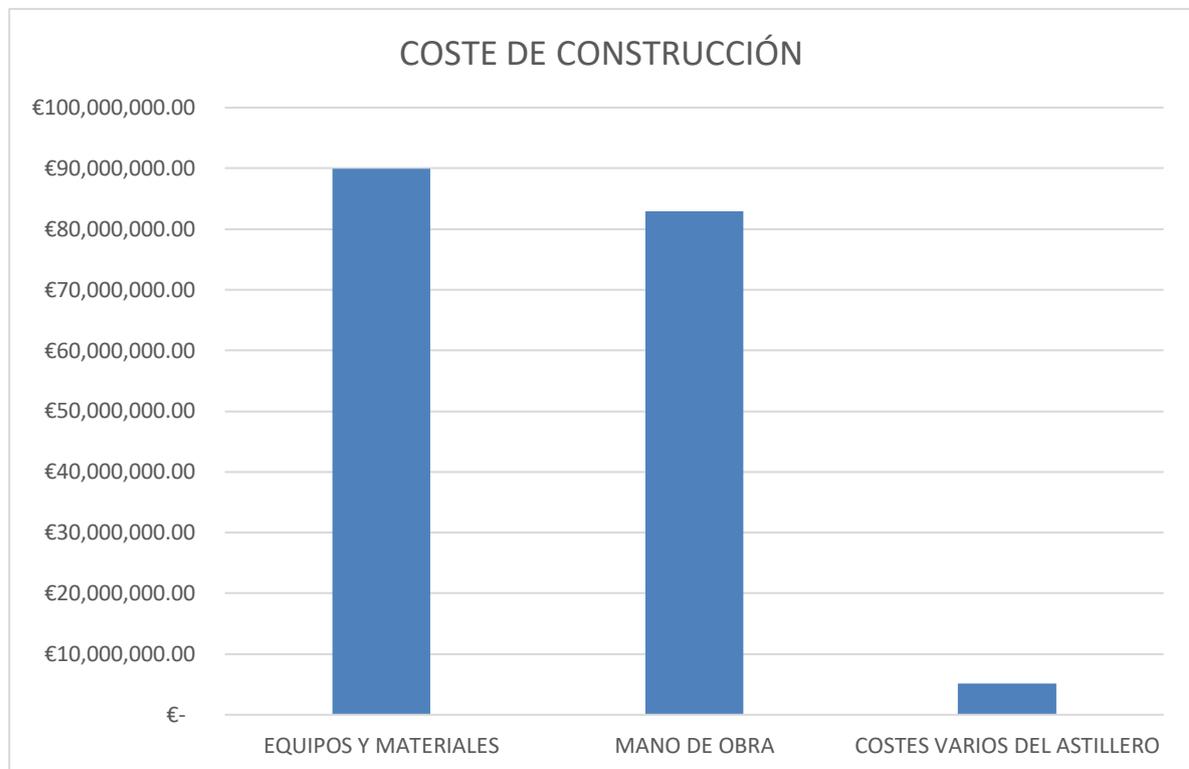
Con esto es posible realizar el cálculo de estos gastos basándonos en los obtenidos de las dos partidas.

Nº	PARTIDA	COSTE
1	EQUIPOS Y MATERIALES	89 937 664,06 €
2	MANO DE OBRA	82 942 147,63 €
3	COSTES VARIOS DEL ASTILLERO	5 186 394,35 €

7 COSTE DE CONSTRUCCIÓN

Finalmente se muestra el coste de construcción total del buque proyecto:

Nº	PARTIDA	COSTE
1	EQUIPOS Y MATERIALES	89 937 664,06 €
2	MANO DE OBRA	82 942 147,63 €
3	COSTES VARIOS DEL ASTILLERO	5 186 394,35 €
TOTAL		178 066 206,04 €



8 COSTE DE ADQUISICIÓN

Para obtener el coste de adquisición del proyecto del buque tendremos que incluir un beneficio industrial del astillero, el cual se estimará en un 5% del coste de construcción.

$$C_{Adquisición} = (C_{material} + C_{mano\ obra} + C_{variables}) + B_i$$

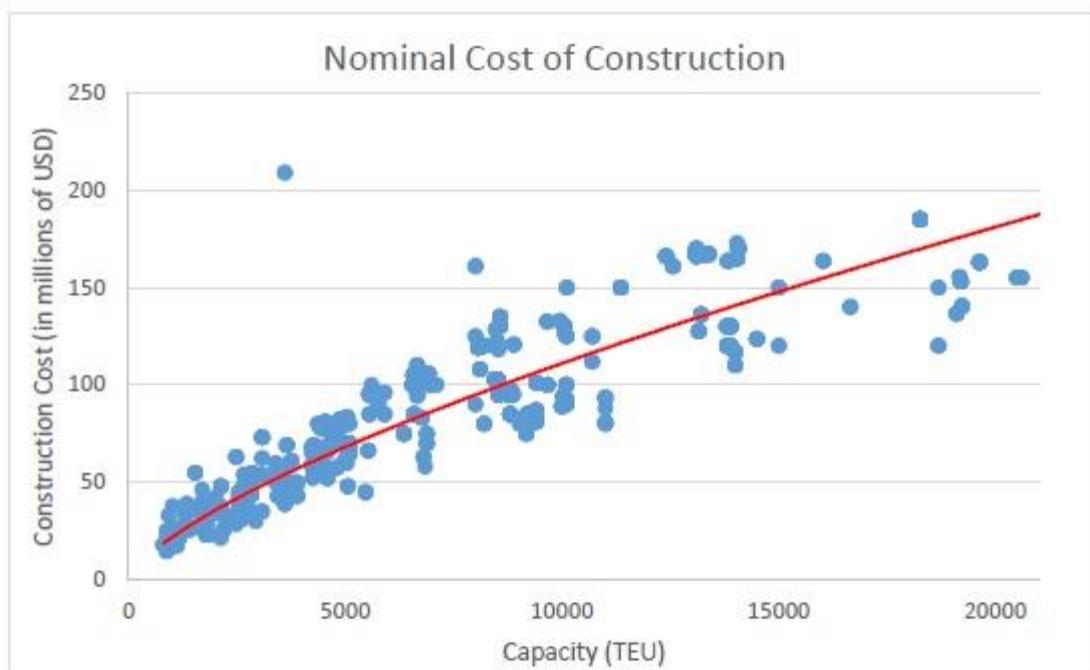
Con esto se obtiene finalmente el coste de adquisición del buque proyecto el cual será:

Nº	PARTIDA	COSTE
1	EQUIPOS Y MATERIALES	89 937 664,06 €
2	MANO DE OBRA	82 942 147,63 €
3	COSTES VARIOS DEL ASTILLERO	5 186 394,35 €
4	BENEFICIO INDUSTRIAL DEL ASTILLERO, 5%	8 903 310,30 €
TOTAL		186 969 516,34 €

9 COMPARATIVA CON EL PRECIO DE MERCADO

Una vez calculado el valor final del buque, se comparará con valores actuales del mercado para así comprobar si se adecuan a los datos del buque proyecto.

Se muestra a continuación un gráfico sacado de un estudio de mercado realizado por Gustavo Zamora en el año 2018 en el cual se presenta el precio de construcción de los buques portacontenedores en millones de dólares en función de la capacidad de estos.



Tal como se observa, el precio de los portacontenedores de 20000 TEUS como es el caso del buque proyecto, ronda los 180 millones de dólares, lo que se traduce en unos 155 millones de euros.

Teniendo en cuenta el resultado de los costes de construcción del buque proyecto, el cual ronda los 185 millones de euros, se puede decir que los costes obtenidos son bastante aproximados, dando por hecho que la diferencia de precios resulta de la estimación que se ha realizado en el presupuesto, la cual se hace de manera orientativa.

Además, el mercado actual de buques puede influir de manera notable en los precios de los mismos dependiendo de la demanda. Y si bien es cierto que en estos últimos años se ha estimulado mucho el comercio y transporte por medio de contenedores, podría ser ésta una de las causas de la inflación en el precio de este tipo de buques, que tan demandados resultan.