



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

**Trabajo Fin de Grado**  
**CURSO 2.017/18**

---

*BUQUE ATUNERO CONGELADOR DE 3.700 m<sup>3</sup>*

---

**Grado en Ingeniería Naval y Oceánica**

**ALUMNA:**

Eva Luz Villar Chouciño

**TUTOR:**

Marcos Míguez González

**FECHA:**

JUNIO 2.018

## 1. RPA

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

**PROYECTO NÚMERO: 18-05**

**TIPO DE BUQUE:** Buque atunero congelador de 3.700 m<sup>3</sup> con bandera española destinado a la pesca de cerco en el Océano Pacífico Oriental.

**CLASIFICACIÓN, COTA Y REGLAMENTOS DE APLICACIÓN:** El buque ha de cumplir las reglas establecidas por la Sociedad de Clasificación BUREAU VERITAS para alcanzar la cota:

***I ✘ HULL ✘ MACH, Fishing vessel, Unrestricted navigation,  
REF-CARGO-QUICKFREEZE, INWATERSURVEY***

Además, el buque deberá ajustarse a los siguientes reglamentos:

Protocolo de Torremolinos 1.993 con sus enmiendas en vigor.

Reglamentos de los Canales de Suez y Panamá.

Reglamento MARPOL 73/78.

**CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA:** Atún que se distribuirá y congelará en cubas por el sistema de inmersión en salmuera.

**VELOCIDAD Y AUTONOMÍA:** El buque alcanzará una velocidad en pruebas de 19 nudos con el motor desarrollando su potencia máxima continua (100% MCR) y cuya autonomía será de 60-70 días operacionales.

**SISTEMAS Y EQUIPOS DE CARGA / DESCARGA:** Los equipos de carga y descarga serán la pluma de panga y plumas auxiliares (Br y Er) para carga y descarga de la pesca y en general los habituales para este tipo de buque.

**PROPULSIÓN:** Motor propulsor diésel 4 tiempos no reversible.

**TRIPULACIÓN Y PASAJE:** El buque estará operado por 30 tripulantes con camarotes y aseos individuales.

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

Ferrol, 18 Septiembre 2.017

ALUMNO/A: **D<sup>a</sup> EVA LUZ VILLAR CHOUCIÑO**



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

**TRABAJO FIN DE GRADO  
CURSO 2.017/18**

---

*BUQUE ATUNERO CONGELADOR DE 3.700 m<sup>3</sup>*

---

**Grado en Ingeniería Naval y Oceánica**

**CUADERNO 12**

**“EQUIPOS Y SERVICIOS”**

## ÍNDICE

<b>1. RPA.....</b>	<b>2</b>
<b>2. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>6</b>
<b>3. ARTE DE CERCO.....</b>	<b>8</b>
<b>4. EQUIPO DE AMARRE Y FONDEO .....</b>	<b>13</b>
4.1. ANCLAS, CADENAS, CAJA DE CADENAS Y MOLINETES .....	14
4.2. LÍNEA DE AMARRE Y REMOLQUE .....	19
<b>5. DISPOSITIVOS Y MEDIOS DE SALVAMENTO.....</b>	<b>20</b>
<b>6. SERVICIO DE ACHIQUE DE SENTINAS Y LASTRE .....</b>	<b>21</b>
6.1. ACHIQUE DE SENTINAS .....	21
6.1.1. <i>Separador de Sentinas.....</i>	<i>22</i>
6.1.2. <i>Colector Principal.....</i>	<i>23</i>
6.1.3. <i>Ramales del Colector.....</i>	<i>23</i>
6.1.4. <i>Bomba de la Sentina de Cámara de Máquinas .....</i>	<i>24</i>
6.1.5. <i>Bombas de Achique del Túnel.....</i>	<i>25</i>
6.1.6. <i>Bombas de Achique del Parque de Pesca .....</i>	<i>25</i>
6.1.7. <i>Bombas de Achique de Máquinas Frigoríficas .....</i>	<i>25</i>
6.1.8. <i>Bombas de Achique de Local de Sónares.....</i>	<i>26</i>
6.2. SERVICIO DE LASTRE .....	27
<b>7. SERVICIO SANITARIO.....</b>	<b>28</b>
7.1. GENERADOR DE AGUA DULCE .....	28
7.2. CIRCUITO DE AGUA POTABLE .....	30
7.3. SERVICIO DE TRATAMIENTO AGUAS RESIDUALES .....	36
<b>8. SISTEMA DE LUCHA CONTRA INCENDIOS.....</b>	<b>39</b>
8.1. MÉTODO DE PROTECCIÓN.....	40
8.2. VENTAJAS Y COMPONENTES DEL SISTEMA .....	40
8.2.1. <i>Tanques, Bombas Centrífugas y Tuberías .....</i>	<i>42</i>
8.2.2. <i>Extintores.....</i>	<i>43</i>
8.2.3. <i>Bocas de Incendio Equipadas.....</i>	<i>44</i>
8.2.4. <i>Boquillas Pulverizadoras.....</i>	<i>46</i>
8.2.5. <i>Sistema de Extinción en Cámara de Máquinas.....</i>	<i>47</i>
8.2.6. <i>Sistema de Detección de Incendio y Alarma .....</i>	<i>50</i>
<b>9. EQUIPOS DE NAVEGACIÓN Y COMUNICACIONES .....</b>	<b>51</b>

9.1.	EQUIPOS REGLAMENTARIOS.....	51
9.2.	EQUIPOS DE PESCA.....	53
<b>10.</b>	<b>EQUIPOS PARA LA MANIOBRA DE PESCA .....</b>	<b>55</b>
10.1.	JARCIA .....	57
10.2.	MAQUINILLAS DE JARCIA Y PESCA .....	60
10.3.	CONSOLA DE CONTROL .....	65
10.4.	INSTALACIÓN HIDRÁULICA EN CÁMARA DE MÁQUINAS .....	66
10.5.	CARGA Y DESCARGA .....	67
10.6.	EMBARCACIONES AUXILIARES.....	68
10.6.1.	<i>Panga .....</i>	<i>68</i>
10.6.2.	<i>Speed Boats .....</i>	<i>69</i>
<b>11.</b>	<b>INSTALACIÓN FRIGORÍFICA DE LA PESCA .....</b>	<b>70</b>
11.1.	INSTALACIONES DE LA PLANTA FRIGORÍFICA.....	70
<b>12.</b>	<b>SISTEMA DE VENTILACIÓN Y EXTRACCIÓN .....</b>	<b>75</b>
12.1.	CÁMARA DE MÁQUINAS.....	75
12.2.	OTROS ESPACIOS .....	79
12.2.1.	<i>Local del Grupo de Emergencia .....</i>	<i>79</i>
12.2.2.	<i>Local de Hélices de Proa .....</i>	<i>79</i>
12.2.3.	<i>Local del Túnel de Refrigeración.....</i>	<i>79</i>
12.2.4.	<i>Local de la Maquinaria Frigorífica en CCMM.....</i>	<i>79</i>
12.2.5.	<i>Local del Servomotor .....</i>	<i>80</i>
12.2.6.	<i>Aseos y Lavandería .....</i>	<i>80</i>
12.2.7.	<i>Puente y Derrota.....</i>	<i>80</i>
12.2.8.	<i>Enfermería y Camarotes de Marinería .....</i>	<i>80</i>
<b>13.</b>	<b>SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO.....</b>	<b>81</b>
<b>14.</b>	<b>EQUIPOS DE CONTROL DEL MOTOR PROPULSOR .....</b>	<b>82</b>
	<b>ANEXO I_ Número de Equipo .....</b>	<b>84</b>
	<b>ANEXO II_ Cálculo Molinete Anclas.....</b>	<b>85</b>
	<b>ANEXO III_ Real Decreto 1942/1993 .....</b>	<b>86</b>
	<b>ANEXO IV_ Norma UNE-CEN/TS 14972:2011 .....</b>	<b>87</b>

## 2. INTRODUCCIÓN

El Buque correspondiente al proyecto número 18-05 es un pesquero Purse Seiner con capacidad de cubas de 3.700 m<sup>3</sup>, a motor, con casco de acero, proyectado para la pesca del atún con arte de cerco en el Océano Pacífico Oriental.

El buque con todo su equipo y maquinaria, se construirá de acuerdo con las reglas, y bajo la inspección de la Sociedad de Clasificación Bureau Veritas, para alcanzar la cota:

***I ✘ HULL ✘ MACH, Fishing vessel, Unrestricted navigation,  
REF-CARGO-QUICKFREEZE, INWATERSURVEY***

Donde:

- REF-CARGO-QUICKFREEZE: notación de clase adicional asignada a buques diseñados con plantas de congelación, con la condición de que el número y la energía de las unidades de refrigeración son tales que la temperatura específica puede ser mantenida con una unidad en standby.
- INWATERSURVEY: notación de clase adicional asignada a buques con los arreglos necesarios para facilitar la inspección bajo agua.

Las dimensiones principales de dicho Buque Proyecto calculadas en el Cuaderno 1, “*Dimensionamiento Preliminar y Elección de la Cifra de Mérito*” y los coeficientes ajustados en el Cuaderno 3 “*Coefficientes y Plano de Formas*”, son los que se muestran a continuación:

ESLORA ENTRE PERPENDICULARES.....	96,70 m
ESLORA TOTAL.....	112,40 m
MANGA.....	18,00 m
PUNTAL A LA CUBIERTA PRINCIPAL.....	8,20 m
PUNTAL A LA CUBIERTA SUPERIOR.....	11,00 m
CALADO.....	7,50 m
Velocidad (100% MCR).....	19 nudos
Número de Froude.....	0,318
COEFICIENTE DE BLOQUE.....	0,592
COEFICIENTE DE LA MAESTRA.....	0,937
COEFICIENTE PRISMÁTICO.....	0,631
COEFICIENTE DE LA FLOTACIÓN.....	0,841
DESPLAZAMIENTO.....	7.917 Tn
VOLUMEN DE CUBAS.....	3.700 m <sup>3</sup>
TRIPULACIÓN.....	30
POTENCIA .....	7.200 kW

En el presente Cuaderno 12 “*Equipos y Servicios*” se procederá al cálculo y desarrollo de los principales servicios auxiliares a bordo del Buque Proyecto. En otros casos, se hará una breve descripción de los mismos, indicándose aquellos equipos que se toman de los buques de referencia.

Las potencias de las bombas que no sean aportadas por el fabricante o por algún buque de la base de datos se obtendrán a partir de la expresión ya utilizada en el Cuaderno 10:

$$P = \frac{Q \cdot \Delta P \cdot \gamma}{75 \cdot \eta} \cdot 0,736 \text{ (kW)}$$

donde:

P = potencia del motor eléctrico de la bomba en kW.

Q = capacidad de la bomba en m<sup>3</sup>/s.

ΔP = incremento de la presión suministrado por la bomba en m.c.a.

γ = peso específico del fluido en kg/m<sup>3</sup>.

η = rendimiento total. Se toma un rendimiento de 0,6 del eje de la bomba.

Además, se describirá la función del Buque Proyecto, así como los diferentes equipos especiales de captura de atún que se utilizan en todos los buques atuneros.

### 3. ARTE DE CERCO

El Buque Proyecto es un buque atunero que se dedica a la pesca de altura (pesca de atún a una distancia superior a 60 millas) con artes de cerco de jareta en el Océano Pacífico Oriental.

Son dos las características principales que definen a un buque de este tipo:

- Su capacidad de pesca, definida por la extensión de la red, aparejos y pastecas.
- Su capacidad de transportar la pesca congelada.

Aunque existen diferentes métodos de pesca, para la localización de los cardúmenes (bancos de peces) y la determinación de su tamaño, rumbo y velocidad, el Buque Proyecto cuenta con un sistema de detección electrónica como ecosondas o sónares.

El arte de cerco consiste en una red con forma rectangular de unos 1.500 metros de largo por 220 de alto, compuesta por un saco, un antesaco y cuerpo. En la parte superior lleva una relinga de corchos que le da flotabilidad, mientras que, en la parte inferior, lleva una religa de plomo que le facilita el hundimiento. Sobre dicha relinga de plomo, lleva unos pies de gallo de cuatro metros de lado con una anilla al centro, que será por donde se hará pasar la jareta que hace el cierre de la red tras la largada. En el apartado correspondiente a los equipos de pesca se describe con más detalle la maniobra de cerco.

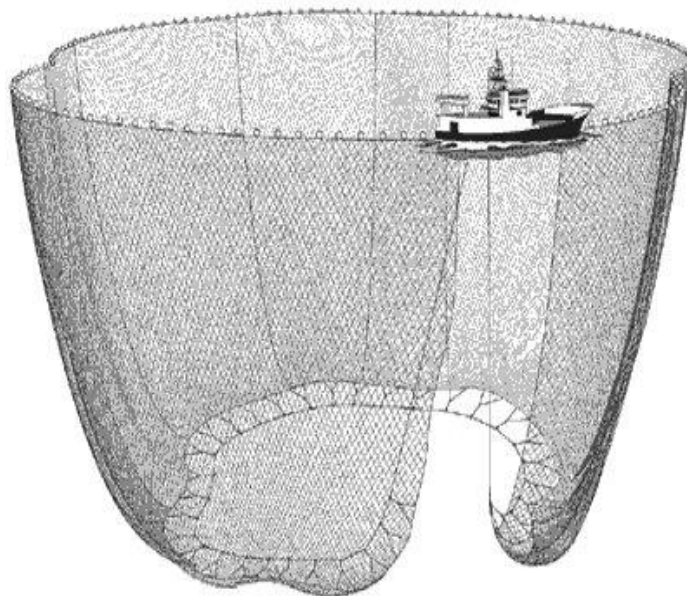


Imagen 1. Pesca al cerco

La pesca de atunes tropicales con artes de cerco se realiza en todos los océanos, desde latitudes 20 grados Sur hasta 20 grados Norte y las especies que se capturan y se destinan a conservas o incluso a fresco son:

- **Atunes de Aleta Amarilla, Rabil o Yellowfin:** también denominado rabil o atún claro, vive tano en el Atlántico como en mares tropicales y subtropicales



(Océano Pacífico), pero donde más abunda es en el Índico. Es la especie de atún más tropical y puede llegar a pesar 180 kg. Sus bancos suelen mezclarse con otras especies, principalmente atunes listados y los patudos, de los que se hablará a continuación. Se destinan principalmente a la industria conservera.



Imagen 2. Atún aleta amarilla

- **Atún Listado o Skipjac:** se puede encontrar en las aguas tropicales y subtropicales de todo el mundo. Son muy corrientes en las zonas tropicales del Atlántico y suelen formar grandes bancos junto a los atunes de aleta negra del Atlántico Occidental. Llegan a alcanzar un peso de 20 kg y se destinan principalmente a la conserva.



Imagen 3. Atún listado o Skipjac

- **Atún Patudo o Bigeye:** vive en las aguas cálidas y templadas del Atlántico, Pacífico e Índico. Tiene cuerpo robusto y grandes ojos, además, suele sobrepasar los 45 kg. Este tipo de atún se comercializa fresco o congelado.

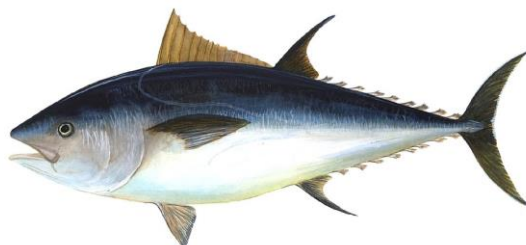


Imagen 4. Atún patudo o bigeye

Las capturas de estas especies se hacen con redes de cerco y palangre. En este apartado se describirán los diferentes métodos de captura con redes de cerco.

La pesca con arte de cerco se puede realizar de diferentes maneras:

- Pesca de atún asociada con delfines.
- Pescas a banco libre o brisas.
- Pesca asociada a objetos flotantes.

La pesca de **atún aleta amarilla** es la única que se asociada con delfines y sólo se da en el Océano Pacífico Oriental. Consiste en cardúmenes de atún nadando junto a manadas de 200 a 2.000 delfines, lo que permite avistar los bancos de pesca con mayor facilidad. La razón por la que esto ocurre se desconoce; hay teorías que dicen que es por la comida (ambos se alimentan de las mismas especies) o por protección, entre otras.

La pesca de **atún aleta amarilla**, **skipjac** y **atún patudo** se hace a banco libre o brisas. Estas especies, en sus migraciones para el desove, alimentación o busca de temperaturas del agua propias de su hábitat, son perseguidas por los barcos cerqueros. Estas concentraciones pueden llegar a cientos y miles de toneladas a pesar de que, para su alimentación, se dispersan en cardúmenes más pequeños.

El tercer sistema de pesca de atunes de **diferentes especies**, **atún aleta amarilla**, **skipjac** y **atún patudo**, es la pesca asociada a objetos flotantes. Esta pesquería, que se da en todos los océanos, consiste en dejar un objeto flotante a la deriva, bien sean palos o troncos de árbol que los ríos arrojan al mar. Esto lo que crea es un ecosistema a su alrededor por adhesión de incrustaciones atrayendo pequeñas especies (peces pelágicos, tiburones, etc.) y con ello los atunes.

Sin embargo, este sistema de pesca es muy limitado ya que los objetos flotantes que se utilizan, al estar mucho tiempo a la deriva, se encharcan y se hunden desapareciendo la pesca. Es por ello que esta pesca se limita a aguas cercanas a la costa.

En los últimos años, los pescadores idearon este sistema de forma artificial de tal manera que permitiera alargar la vida de estos objetos. Así, se construyeron balsas de bambú forradas con redes y cabos colgados que se hunden unas 10 brazas (275 m), simulando una batea. A estas balsas se le amarra una radiobaliza para poder localizarla por vía satélite. Este tipo de pesquería se ha masificado en los últimos 20 años en todos los océanos. La gran ventaja de este sistema es la facilidad de localización, lo que permite tener estos dispositivos en aéreas muy grandes de pesca.

Para la maniobra de lance de la red, los barcos disponen en la rampa de popa de una panga provista de un motor que, además de hacer de boya flotante en la maniobra de largado, también sirve de remolcador durante la maniobra de izado de la red.

De este modo, una vez avistado el cardumen de atún, el Capitán ordena largar y el operador de la panga (panguero) dispara el gancho de pelicano permitiendo que esta caiga al mar por la rampa de popa del buque.



Imagen 5. Inicio largue de red



Imagen 6. Panga con extremo proa de la red

A continuación, el barco describe un círculo con el fin de “cercar” el pescado, de modo que, una vez cerrado, la panga le entrega el extremo de proa de la red al barco y, completado el cerco, se empieza a virar de la jareta hasta conseguir el total cerrado de la red. Es en este momento cuando la panga se dirige a realizar la maniobra de remolque/tracción del buque con el fin de evitar que este último se meta dentro de la propia red.



Imagen 7. Buque cercando



Imagen 8. Panga remolcando

Como se verá, en el apartado correspondiente a la maquinaria de pesca del presente Cuaderno se describe tanto la utilización como las funciones de cada una de los equipos de pesca.

Una vez finalizada la maniobra de virado de la red, el pescado es embarcado a las cubas a través de la escotilla de carga de popa con una maniobra denominada “salabardeo”. Ahí, y mediante un proceso de congelación que se explicará en el

apartado correspondiente de este Cuaderno 12, se conservará el pescado hasta la llegada a puerto, donde será descargada a las fábricas de conservas.



Imágenes 9 y 10. Maniobra de salabardeo

## 4. EQUIPO DE AMARRE Y FONDEO

Las Sociedades de Clasificación especifican la capacidad del fondeo desde el punto de vista de la seguridad del barco. Este sistema permite mantener al barco, por lo general, en una posición de emergencia y va a depender fundamentalmente del tamaño del barco y de las fuerzas a las que está sometido.

En puerto, los requerimientos de fondeo y amarre son optativos ya que ahí el barco está controlado por las autoridades del puerto.

Para la estimación del peso de equipo de fondeo y amarre se empleará el reglamento de la Sociedad de Clasificación aplicado al Buque Proyecto (*Bureau Veritas Pt. B, Ch. 9, Sec 4 "Equipment"*). A partir de la siguiente expresión, se calcula el Número de Equipo del Buque Proyecto:

$$EN = \Delta^{\frac{2}{3}} + 2 \cdot B \cdot a \cdot \sum h_n + 0,1 \cdot A = 720,70$$

donde

$\Delta$ : desplazamiento extraído de la tabla de hidrostáticas del Cuaderno 3 "*Coficientes y Plano de Formas*". **Se toman 7.917,00 Tn.**

	Measurement	Value	Units
1	Displacement	7917	t
2	Volume (displaced)	7723,803	m³
3	Draft Amidships	7,500	m
4	Immersed depth	8,203	m
5	WL Length	103,818	m
6	Beam max extents on	17,999	m
7	Wetted Area	2452,002	m²
8	Max sect. area	126,506	m²
9	Waterpl. Area	1462,705	m²
10	Prismatic coeff. (Cp)	0,631	
11	Block coeff. (Cb)	0,592	
12	Max Sect. area coeff.	0,937	
13	Waterpl. area coeff. (C)	0,840	
14	LCB length	44,997	from ze
15	LCF length	38,277	from ze
16	LCB %	46,533	from ze
17	LCF %	39,584	from ze
18	KB	4,271	m
19	KG fluid	0,000	m
20	BMT	4,124	m
21	BML	120,852	m
22	GMt corrected	8,395	m
23	GML	125,123	m
24	KMt	8,395	m
25	KML	125,123	m
26	Immersion (TPc)	14,993	tonne/c
27	MTc	102,439	tonne.m
28	RM at 1deg = GMt.Dis	1159,868	tonne.m
29	Length:Beam ratio	5,373	
30	Beam:Draft ratio	2,400	
31	Length:Vol <sup>0.333</sup> rati	4,892	
32	Precision	High	115 stat

Density (water)

Std. densities

Tabla 1. Tabla hidrostáticas

$h_n$ : altura de las superestructuras cuya manga se extiende a una distancia superior a  $B/4$ . **Se toman 10,40 m.**

A: área del buque de perfil, incluyendo todo el casco y las superestructuras que tengan una manga superior a  $B/4$ , por encima de la línea de flotación. **Se toman 670 m<sup>2</sup>.**

Superestructura	lc (m)	hc (m)
Castillo	63,00	2,60
Cubierta 1	32,00	2,60
Cubierta 2	29,00	2,60
Puente	23,00	2,60
Área (m <sup>2</sup> )	390,00	

a: francobordo a la cubierta superior en condición de máxima carga, dato extraído del Cuaderno 9 "Francobordo y Arqueo". Se toman **0,695 m.**

CONCEPTO	RESULTADOS	Uds
<i>Francobordo de Verano</i>	695,37	mm
<i>Calado de Verano</i>	7,51	m
<i>Francobordo Tropical</i>	539,03	mm
<i>Francobordo de Invierno</i>	851,72	mm

B: manga del buque. Se toman **18,00 m.**

Las condiciones para las que se realiza este cálculo son las siguientes:

- Fondeo temporal, cuando el buque se encuentra en puerto o en área protegida.
- Corriente de 2,5 m/s.
- Viento de 25 m/s.
- Longitud de cadena largada entre 6 y 10 veces la profundidad.

Se juntan en el ANEXO I las tablas correspondientes extraídas del reglamento del Bureau Veritas para la elección, en función del EN, de los equipos de amarre y fondeo del Buque Proyecto.

#### 4.1. ANCLAS, CADENAS, CAJA DE CADENAS Y MOLINETES

De este modo, y entrando en la tabla correspondiente del reglamento para un Número de Equipo de 720,70 ( $720 < EN \leq 780$ ), se obtienen los siguientes componentes y características del equipo de amarre y fondeo:

- Número de anclas: 3 anclas (Tipo Hall).
- Peso de cada ancla: 2.280 kg

- Longitud total de las cadenas: 467,5 m = 17 largos de cadena (1 largo = 27,5 m).
- Diámetro de cadena: 48 mm Q1.

Cabe indicar que, según el reglamento, dos de las anclas se unirán a sus respectivas cadenas a través de un grillete giratorio para evitar las vueltas de cadena. Además, no se exige llevar una tercera ancla.

Debido a que el número total de largos de cadena es impar, se ha decidido llevar un largo más de cadena con respecto al mínimo reglamentario (9 largos), de forma que el número de largos de cadena sea igual en ambos costados del buque. Cada largo se une mediante grilletes Kenter y se almacenan en sus respectivas cajas instaladas a proa sobre la cubierta principal a popa del pique de proa.

El último largo de cadena se une al buque mediante un sistema situado en la parte superior de la caja de cadenas que permite soltar el grillete de la entalingadura del buque de manera rápida en caso de emergencia.



Imagen 11. Ancla hall



Imagen 12. Cadena con concreto

Para el cálculo de las dimensiones de la caja de cadenas prismática, se realizan los siguientes cálculos:

El diámetro de escobén se obtiene a partir de:

$$d_{\text{escobén}} = d \cdot \left( 10,4 + \frac{7,5 - 10,4}{100 - 25} \cdot (d - 25) \right) [mm]$$

El volumen de la caja de cadenas se determina mediante la siguiente expresión:

$$V = 8,48 \cdot d^2 \cdot L \cdot 10^{-6} [m^3]$$

donde:

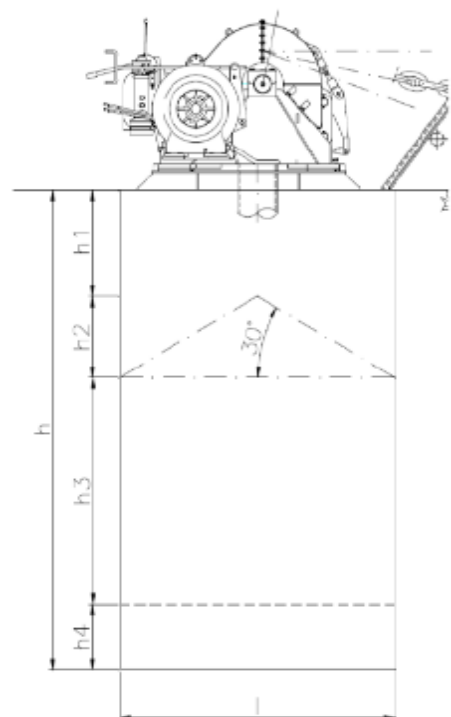


Imagen 13. Caja de cadenas

$V$  = volumen individual de la caja de cadenas, en  $m^3$ .

$d$  = diámetro de la cadena, en mm. Se toman **48 mm**.

$L$  = longitud de la cadena estibada en esa caja, en m. Se toman **247,50 m** (9 largos de cadena).

$$d_{escobén} = 456,51 \text{ mm}$$

$$V = 4,84 \text{ m}^3$$

Ese volumen se descompone en dos partes: volumen cónico de la zona superior y el volumen donde se almacena la cadena:

$$V_1 = \frac{h_2}{3} \cdot (l_1 \cdot l_2) = 0,58 \text{ m}^3$$

$$V_2 = V - V_1 = 4,26 \text{ m}^3$$

donde:

$V_1$  = volumen cónico de zona superior, en  $m^3$ .

$V_2$  = volumen donde se almacena la cadena, en  $m^3$ .

$h_2$  = altura de la zona cónica de estiba, en m.

$$h_2 = \frac{l_1}{2} \cdot \tan(30^\circ) = 0,58 \text{ m}$$

$l_1$  y  $l_2$  = lados de la base de la caja de cadenas, en m ( $l \geq 25 \cdot d = 1,2 \text{ m}$ ). Se toman 2 m y 1,5 m respectivamente.

$$h_3 = \frac{V_2}{l_1 \cdot l_2} = \frac{4,26}{2 \cdot 1,5} = 1,50 \text{ m}$$

$$1,5 \text{ m} \leq h_1 \leq 2,8 \text{ m}; \text{ se toman } 1,5 \text{ m}$$

$$0,6 \text{ m} \leq h_4 \leq 0,8 \text{ m}; \text{ se toman } 0,6 \text{ m}$$

De modo que, la altura mínima de la caja de cadenas es:

$$h = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 = 4,18 \text{ m}$$



Por lo que se instalará desde la cubierta principal y sobrepasará la cubierta superior 1,38 m (altura entrecubiertas de 2,80 m).

El último cálculo que se realiza en este apartado es la determinación de la potencia del molinete de izado del ancla y la cadena, situado a proa en la cubierta castillo. En este caso, se considerará la fuerza de tracción y para su estimación se utiliza la siguiente expresión (Normas Prácticas para el diseño de molinetes y anclas del D. Luis Carral Couce, adjuntado en el ANEXO II del presente cuaderno.).

$$P[kW] = \frac{0,87 \cdot (P_a + 0,02 \cdot d^2 \cdot L) \cdot v_s}{4.500 \cdot \eta} \cdot 0,7356$$

donde:

$P_a$  = peso del ancla, en kg. Se toman **2.280 kg**.

$v_s$  = velocidad de izado. Se toma **17,6 m/s** (referencia del buque "Jocay").

$\eta$  = rendimiento mecánico del molinete. Se toma **0,6**.

$$P[kW] = \frac{0,87 \cdot (2.280 + 0,02 \cdot 48^2 \cdot 247,50) \cdot 17,6}{4.500 \cdot 0,6} \cdot 0,7356 = 58,00 kW$$

Por lo tanto, se disponen dos molinetes de accionamiento hidráulico alimentados desde las centrales hidráulicas de cámara de máquinas y dotados de un cabirón, un barbotén adecuado para la cadena de 48 mm de diámetro, embragues de muelas y frenos de bandas.

Entre los barbotenes y escobenes se disponen estopores de tipo rodillo para trincar la cadena de forma que, en navegación normal, la cadena no trabaje sobre el barbotén. Además, es necesario reforzar la cubierta castillo en la zona de fijación de dichos molinetes.

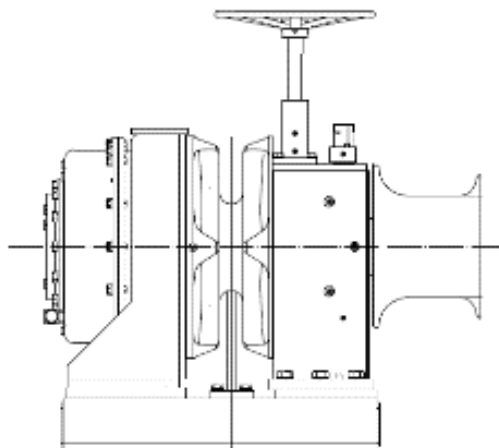


Imagen 14. Molinete anclas

A continuación, se muestra una tabla resumen con los resultados obtenidos:

<b>TABLA RESUMEN</b>		
<b>Nº Anclas</b>	2	
<b>Peso Ancla</b>	2280,00	kg
<b>Longitud cadenas por caja</b>	9,00	largos
<b>Diámetro de cadena</b>	48,00	mm
<b>Diámetro escobén</b>	456,51	mm
<b>Volumen caja</b>	4,84	m <sup>3</sup>
<b>l<sub>1</sub> (lado long. de la caja)</b>	2,00	m
<b>l<sub>2</sub> (lado transv. de la caja)</b>	1,50	m
<b>h<sub>1</sub> (caída de cadena y acceso)</b>	1,50	m
<b>h<sub>2</sub> (zona cónica superior)</b>	0,58	m
<b>h<sub>3</sub> (almacenamiento)</b>	1,50	m
<b>h<sub>4</sub> (drenaje cadena)</b>	0,60	m
<b>h (altura total)</b>	4,18	m
<b>V<sub>1</sub></b>	0,58	m <sup>3</sup>
<b>V<sub>2</sub></b>	4,26	m <sup>3</sup>
<b>Potencia molinete</b>	58,00	kW

Tabla 2. Tabla resultados

## 4.2. LÍNEA DE AMARRE Y REMOLQUE

A partir del EN (ANEXO I), se obtienen las líneas de amarre y el cable de remolque, siendo este último obligatorio para todos los buques.

- Número de líneas de amarre: 4 estachas.
- Longitud de cada línea: 170 m.
- Carga de rotura: 172 kN.
  
- Longitud mínima de la línea de remolque: 190 m.
- Carga de rotura de la línea de remolque: 441 kN.

En cuanto a los elementos de amarre, se disponen:

- 4 gateras a proa en la cubierta castillo (2 a cada costado).
- 10 cornamusas, 3 a estribor y 7 a babor sobre barraganete.
- 6 bitas de amarre a proa en la cubierta castillo (3 a cada costado).
- 2 guía-cabos a proa en la cubierta castillo (1 a cada costado).



Imagen 15. Elementos de amarre de proa

- 6 gateras a popa en la cubierta superior (3 a cada costado).
- 4 bitas de amarre a popa en la cubierta superior (2 a cada costado).

## 5. DISPOSITIVOS Y MEDIOS DE SALVAMENTO

El Buque Proyecto va dotado de todos los medios necesarios tanto colectivos como individuales para cumplir con las exigencias del Capítulo VII Convenio Internacional de Torremolinos referentes a la seguridad de buques pesqueros en materia de salvamento.

Teniendo en cuenta que el número de tripulantes a bordo es de 30, se instalan cuatro **embarcaciones de supervivencia** de hinchado automático y estibadas en contenedores rígidos a ambos costados de la cubierta techo para facilitar su lanzamiento al agua. Su capacidad conjunta basta para dar cabida a cada banda del buque al número total de tripulantes a bordo (245% de la tripulación) como exige la normativa.

- 2 balsas para dar cabida a 12 tripulantes.
- 2 balsas con capacidad para 25 tripulantes.

Se equipa además con una **embarcación de propulsión** a motor con su pescante y se considera la embarcación auxiliar para la pesca (panga) como bote de rescate.



Imágenes 16 y 17. Disposición de botes salvavidas

Cada uno de los 30 tripulantes llevará el correspondiente **chaleco salvavidas** de tipo aprobado e irán emplazados de modo que sean fácilmente accesibles y el emplazamiento estará claramente indicado. Se localizan, por tanto, en las zonas próximas a la zona de embarque de las balsas salvavidas en la habilitación. Además, se dispondrán 5 chalecos de reserva protegidos de la intemperie.

El buque está provisto de 10 **aros salvavidas** de fácil acceso, 5 de ellos con luces de encendido automático con protección al agua, de los cuales 2 llevarán una eficiente señal fumígena de funcionamiento automático, capaz de producir humo de un color muy visible durante por lo menos 15 minutos.

Además, a cada banda del buque se situará un aro salvavidas amarrado con una rabiza flotante y sin luces de encendido automático de 28 m de longitud.

## 6. SERVICIO DE ACHIQUE DE SENTINAS Y LASTRE

Para los cálculos de los servicios de sentinas y lastre se aplica la *Regla 49 “Disposición del circuito de achique”* del Convenio Internacional de Torremolinos y la *Parte C, Ch. 1, Sec. 10 – “Piping Systems”* del Bureau Veritas.

### 6.1. ACHIQUE DE SENTINAS

Las aguas y líquidos en el espacio de máquinas, bodegas, servo, caja de cadenas, y en general compartimentos estancos distintos de un espacio permanentemente destinado al transporte de cualquier fluido que, por cualquier causa, escapen de sus continentes o se introduzcan desde el exterior de ellos, debe ser extraída por medio de achique mecánicos (bombas o eyectores).

El sistema de achique del Buque Proyecto está formado por los siguientes equipos:

- **Pozo de sentina:** chapas de acero en la cámara de máquinas con un volumen mínimo exigido por la Sociedad de Clasificación de 150 litros.
- **Colector principal:** ramal de tuberías situado en la cámara de máquinas donde se encuentran las bombas de achique y a través del cual aspiran por sus correspondientes ramales.
- **Ramales del colector** laterales en bodegas, espacios de máquinas y otros espacios conectados al sistema de aspiración de sentinas principal.
- **Bombas de achique de la sentina** centrífugas autocebantes extraídas de las curvas características del catálogo del fabricante AZCUE.
- **Filtro de aspiración:** evita la obstrucción de la tubería.
- **Caja de lodos:** tanque donde se depositan los fangos para su posterior descarga en puerto siguiendo los criterios del Convenio MARPOL.
- **Separador de sentinas:** equipo en el que se realiza tratamiento de las aguas oleosas.

Todas las conexiones al colector de sentinas contarán con válvulas de cierre. La tubería de succión de sentinas no atraviesa ningún tanque de doble fondo.

Las bombas estarán instaladas de tal forma que mientras una está en funcionamiento, la otra pueda ser inspeccionada. Además, están situadas en la parte más baja del buque en la zona de cámara de máquinas.

Los ramales de sentinas de espacios de máquinas son de acero.

### 6.1.1. Separador de Sentinas

Se instala un separador de sentinas horizontal con una bomba helicoidal de caudal de 2,5 m<sup>3</sup>/h y 3 bar de presión máxima cumpliendo MARPOL. La potencia consumida es de 0,75 kW (se toma como referencia el buque “Jocay” de la base de datos).

Este equipo elimina los hidrocarburos en dos etapas:

- En la primera etapa se separa los hidrocarburos libres presentes en el agua de sentina a través de las placas coalescentes.
- La segunda etapa rompe las emulsiones a través de la membrana y elimina los hidrocarburos presentes obteniendo un efluente con contenido total en hidrocarburos inferior a 15 ppm.

El equipo consta, entre otros, de un calentador eléctrico en el tanque de aceite para ayudar a la descarga de aceites pesados en caso de que sea necesario. El esquema de funcionamiento se muestra en la siguiente imagen:

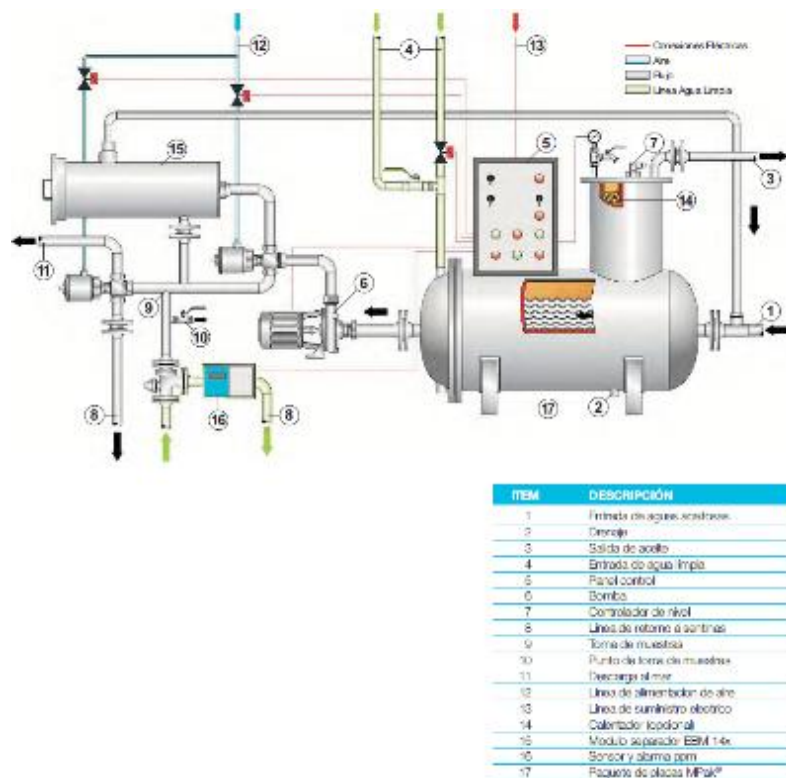


Imagen 18. Esquema separador de sentinas

Así, las aguas con hidrocarburos procedentes del pozo de sentinas sufren un proceso de separación de manera que, cuando su contenido en HC sea inferior a 15 ppm se verterán al mar a través de las tomas correspondientes, mientras que los HC se depositarán en el tanque de lodos para su posterior descarga en puerto según lo exigido por el Convenio MARPOL.

Si por el contrario no se ha conseguido alcanzar esa concentración menor de 15 ppm de HC, esas aguas recircularán de nuevo al separador para un nuevo procesado hasta que se puedan verter al mar.

### 6.1.2. Colector Principal

El separador de sentinas se instala en la cámara de máquinas, de manera que el colector principal de achique bombee y agote, mediante dos bombas centrífugas autoaspirantes, cualquier compartimento estanco que no sea un tanque destinado permanentemente a contener combustible líquido ni agua.

Las bombas de achique serán capaces de imprimir al agua una velocidad no menor de 2 m/s con el colector de achique, cuyo diámetro interior mínimo ( $50 \text{ mm} < d_{\text{colector}} < 100 \text{ mm}$ ) se calcula a partir de la siguiente expresión:

$$d_{\text{colector}} = 25 + 1,68 \cdot \sqrt{L \cdot (B + D)} = 25 + 1,68 \cdot \sqrt{96,70 \cdot (18 + 11)} = 114,00 \text{ mm}$$

donde:

$d_{\text{colector}}$  = diámetro interior mínimo del colector en mm.

L = eslora entre perpendiculares, en m. Se toman **96,70 m**.

B = manga de trazado, en m. Se toman **18,00 m**.

D = puntal a la cubierta superior, en m. Se toman **11,00 m**.

Las tuberías de este sistema son de acero galvanizado y están debidamente protegidas de posibles averías provocadas por la carga. Se instalan tuberías DN 125 como se muestra en la siguiente tabla.

DIN 2441		
DN	EXT. $\phi$ (mm)	THK. (mm)
40	48,3	4,05
50	60,3	4,50
65	76,1	4,50
80	88,9	4,85
100	114,3	5,40
125	139,7	5,40
150	165,1	5,40

Tabla 3. Diámetros nominales

### 6.1.3. Ramales del Colector

El diámetro interno de los ramales de succión de sentina en espacios de maquinaria no ha de ser menor de 50 mm ni mayor de 100 mm, y se calcula con la siguiente expresión:

$$d_1 = 25 + 2,16 \cdot \sqrt{L_1 \cdot (B + D)} = 25 + 2,16 \cdot \sqrt{19,80 \cdot (18 + 11)} = 76,76 \text{ mm}$$

donde:

$L_1$  = longitud del compartimento, en m. Se toman **19,80 m** de longitud de la cámara de máquinas.

Se instalan tuberías DN 80.

### 6.1.4. Bomba de la Sentina de Cámara de Máquinas

Las bombas del sistema de sentinas están diseñadas para aspirar del mar y de los pozos de sentinas de los espacios de máquinas al mar y al tanque de lodos a través del separador.

Se instalan dos bombas centrífugas autoaspirantes (con una de ellas se abastece el sistema por completo) conectadas al colector principal de 3 bar de presión y un caudal, en m<sup>3</sup>/h, que, considerando una velocidad en el interior de las bombas no inferior a 2 m/s (se toman 4 m/s, lo que reduce el diámetro de la tubería y con ello el peso de la instalación), se calcula a partir de la siguiente expresión:

$$Q = v \cdot S = v \cdot 3.600 \cdot \pi \cdot \left(\frac{d}{2}\right)^2 \cdot 10^{-6} = 4 \cdot 3.600 \cdot \pi \cdot \left(\frac{114}{2}\right)^2 \cdot 10^{-6} = 147,00 \text{ m}^3/\text{h}$$

Se seleccionan dos bombas centrífugas autoaspirantes monobloc para achique AZCUE modelo CA 100-80/40 de 2.900 r.p.m, 50 Hz y un peso 340 kg (incluido el motor). La potencia absorbida por el motor de la bomba es de 30 kW (valor extraído del fabricante).

TUBERÍA	(m)	Comercial
<b>d<sub>colector</sub></b>	114,00	DN 125
<b>d<sub>1</sub></b>	76,76	DN 80
<b>d<sub>túnel</sub></b>	50,00	DN 50
<b>BOMBA</b>	CA 100-80/40	
<b>Q</b>	147,00	m <sup>3</sup> /h
<b>P</b>	30,00	m.c.a.
<b>Pot. Motor</b>	30,00	kW

Las aguas del parque de pesca, túnel de refrigeración, local de sónares, caja de cadenas, etc. se vierten directamente al mar ya que no son aguas contaminadas por aceites o combustible como ocurre en la sentina de la cámara de máquinas.

Aquellos locales que puedan tener vertidos contaminados, están provistos de conductos específicos para poder ser aspirados y llevados al pozo de sentinas de la cámara de máquinas para su posterior tratamiento en el separador.

Las capacidades de las bombas de dichos locales se calculan en base a la velocidad de descarga de los vertidos, mientras que las presiones se obtendrán teniendo en cuenta la línea de flotación máxima del buque en la condición de carga más desfavorable (7,50 m), las pérdidas de carga de las líneas (20% del total) y una presión mínima de 1,5 bar.

La velocidad aplicada a estos servicios es de 6 m/s, de manera que se reduce la sección de los colectores y consecuentemente el peso y coste de la instalación.

$$d = 4 \cdot \sqrt{\frac{Q}{v \cdot \pi \cdot 3.600}}$$



### **6.1.5. Bombas de Achique del Túnel**

El túnel donde se alojan las bombas centrífugas de recirculación de salmuera y refrigerante de los serpentines se sitúa a 1,2 m de altura, por lo que se estima una presión de:

$$P = P_{min} + P_{carga} + \Delta h = 1,20 \cdot (1,5 + 0,65) = 2,5 \text{ bar}$$

Se instalan dos bombas centrífugas autoaspirantes monobloc para achique de 15 m<sup>3</sup>/h a 2,0 bar de presión modelo CA 50/2A de 2.900 r.p.m, 50 Hz y un peso 62 kg (incluido el motor). La potencia absorbida por el motor de la bomba es de 2,20 kW (valor extraído del fabricante).

BOMBA	CA 50/2A	
Q	15,00	m <sup>3</sup> /h
P	25	m.c.a.
Pot. Motor	2,20	kW
DN	40	-

En el túnel de refrigeración, el diámetro del colector será de 40 mm

### **6.1.6. Bombas de Achique del Parque de Pesca**

Sirve también para el local de hélices de proa y caja de cadenas. Teniendo en cuenta que el parque de pesca se encuentra en la cubierta principal, se instalan dos bombas de 40 m<sup>3</sup>/h a 2,0 bar de presión modelo CA 50/5A de 2.900 r.p.m, 50 Hz y un peso 120 kg (incluido el motor). La potencia absorbida por el motor de la bomba es de 4,0 kW (valor extraído del fabricante).

$$P = P_{min} + P_{carga} + \Delta h = 1,20 \cdot (1,5 + 0) = 2,0 \text{ bar}$$

BOMBA	CA 50/5A	
Q	40,00	m <sup>3</sup> /h
P	20	m.c.a.
Pot. Motor	4,00	kW
DN	50	-

### **6.1.7. Bombas de Achique de Máquinas Frigoríficas**

Considerando que la sala de máquinas frigoríficas se sitúa entre la cubierta principal y el doble fondo, se instalan dos bombas de 7 m<sup>3</sup>/h a 2,5 bar de presión modelo CA 50/2A de 2.900 r.p.m, 50 Hz y un peso 62 kg (incluido el motor). La potencia absorbida por el motor de la bomba es de 2,20 kW (valor extraído del fabricante).

$$P = P_{\text{mín}} + P_{\text{carga}} + \Delta h = 1,20 \cdot (1,5 + 0,4) = 2,5 \text{ bar}$$

BOMBA	CA 50/2A	
Q	7,00	m <sup>3</sup> /h
P	25	m.c.a.
Pot. Motor	2,20	kW
DN	40	-

### 6.1.8. Bombas de Achique de Local de Sónares

El local de sónares se sitúa en el fondo a proa del buque y por detrás del mamparo de colisión, por lo que, la presión estimada de la bomba que se instala es la siguiente:

$$P = P_{\text{mín}} + P_{\text{carga}} + \Delta h = 1,20 \cdot (1,5 + 0,8) = 3,0 \text{ bar}$$

Se instala una bomba centrífuga autocebada de ejecución vertical monobloc IN-LINE 40 m<sup>3</sup>/h y 2 bar modelo LN 40-160 de de 2.900 r.p.m, 50 Hz y un peso 75 kg (incluido el motor) cuya potencia absorbida por el motor de la misma es de 4 kW (dato suministrado por el fabricante).

BOMBA	LN 40-160	
Q	40,00	m <sup>3</sup> /h
P	30	m.c.a.
Pot. Motor	4,00	kW
DN	50	-

Se muestra a continuación una disposición del achique del local de sónares y del servo a modo de ejemplo.

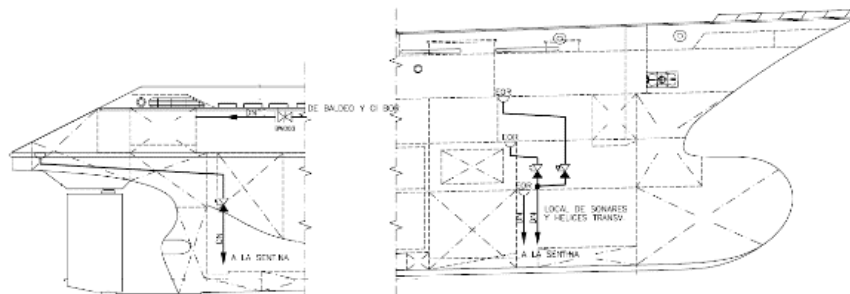


Imagen 19. Achique local sónares y servo

En este caso, los vertidos se llevan a la sentina de la cámara de máquinas para su posterior tratamiento antes de ser vertidas al mar.

## 6.2. SERVICIO DE LASTRE

Como se veía en el Cuaderno 5 “*Condiciones de Carga y Estabilidad*”, el Buque Proyecto dispone de un cierto número de cubas de carga para su llenado con agua salada de manera que mantenga su condición de estabilidad, calado y trimado en las diferentes condiciones de carga.

Estos tanques se llenan en aquellas condiciones en las que el buque dispone de un calado insuficiente para sumergir la hélice y navegar en unas condiciones óptimas.

Teniendo en cuenta que las parejas de cubas que se han destinado a este servicio en el Cuaderno 5 son las 05 ER-05 BR, 06 ER-06 BR, 07 ER-07 BR, 08 ER-08 BR, 09 ER-09 BR, 10 ER-10 BR y 11 ER-11 BR, se decide instalar una bomba de lastre para cada uno de los 24 tanques de carga, de modo que esta se conecta a dos colectores cumpliendo una doble función:

- Colector del circuito cerrado de circulación de salmuera de refrigeración.
- Colector de agua de mar para el servicio de lastre.

Para el cálculo de la capacidad de las bombas que se van a instalar, se aplica el mismo procedimiento que se ha seguido hasta ahora:

- Se estima un tiempo de llenado de la mayor de las cubas de 45 min, por lo que el caudal mínimo requerido para dicha bomba es de:

$$Q = \frac{Vol_{cuba}}{t} = \frac{180}{0,75} = 240 \text{ m}^3/h$$

- La altura máxima de la cuba se corresponde con el puntal a la cubierta principal, por lo que, utilizando una presión mínima de 1,5 bar y aplicando un 20% de pérdidas, la presión requerida es de:

$$P = P_{min} + P_{carga} + \Delta h = 1,20 \cdot (1,5 + 0,82) = 2,75 \text{ bar}$$

De este modo, se instalan 24 bombas centrífugas de lastre para cada cuba de 240 m<sup>3</sup>/h y 2,75 bar de presión modelo VM 125/33, de ejecución vertical monobloc IN-LINE de 1.450 r.p.m, 50 Hz y un peso 358 kg (incluido el motor).

La potencia absorbida por dichas bombas es la siguiente:

$$P = \frac{Q \cdot \Delta P \cdot \gamma}{75 \cdot \eta} \cdot 0,736 \text{ (kW)} = \frac{240 \cdot 27,5 \cdot 1.025}{3.600 \cdot 75 \cdot 0,6} \cdot 0,736 \text{ (kW)} = 30,00 \text{ kW}$$

BOMBA	VM 125/33	
Q	240,00	m <sup>3</sup> /h
P	27,5	m.c.a.
Pot. Motor	30,00	kW

## 7. SERVICIO SANITARIO

Además del Convenio de Torremolinos, para el dimensionamiento del servicio sanitario se siguen la reglamentación del Bureau Veritas en su *Parte C, Ch. 1, Sec 10 "Piping Systems"*.

El Buque Proyecto dispone de los siguientes servicios sanitarios:

- Planta de Generación de Agua Dulce: un sistema de desalinización por ósmosis inversa para generar agua dulce que se almacenará en los diferentes tanques estructurales destinados a agua dulce y agua técnica (incluido el servicio contraincendios de agua nebulizada), los cuales se definirán en los siguientes apartados.
- Circuito de Agua Dulce Potable: agua destinada al consumo humano y usos técnicos tras mineralizar y añadir sales al agua dulce generada en la correspondiente planta de tratamiento de agua.
- Planta de Tratamiento de Aguas Residuales: las aguas residuales de la habitación y cocina se tratarán siguiendo el Anexo IV del MARPOL.

A continuación, se muestra un esquema detallado de los diferentes servicios, extraído de la documentación de la asignatura "*Sistemas Auxiliares del Buque I*":

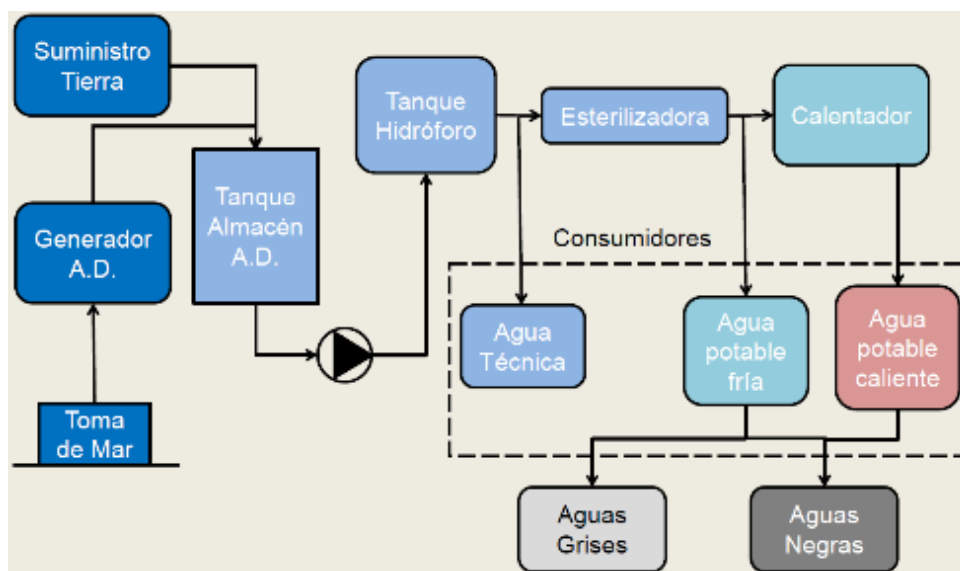


Imagen 20. Esquema servicio sanitario

### 7.1. GENERADOR DE AGUA DULCE

La Norma UNE-EN-ISO 15748-1 "*Suministro de agua potable en buques y estructuras marinas*", define agua dulce como agua destinada en origen al **consumo**

**humano** y utilizada a bordo no sólo como agua potable sino también para ciertos **usos técnicos** y para las necesidades **higiénico-sanitarias**.

Se requiere una matización en esta definición, y es que, el agua dulce que se destina al consumo humano y a necesidades higiénico-sanitarias, es agua dulce que se ha sometido a un proceso de potabilización y que se utilizará para los servicios de duchas y aseos, lavandería o cocinas como se verá en el apartado correspondiente.

El Buque Proyecto convierte toda el agua dulce generada en agua dulce potable, almacenándola tanto en los tanques estructurales de agua técnica como de agua dulce diseñados en el Cuaderno 4 “*Cálculos de Arquitectura Naval*”, cuyas capacidades son 156,75 m<sup>3</sup> y 110 m<sup>3</sup> respectivamente.

Esta agua almacenada, se suministra a los receptores a través de una red de suministro compuesta por los siguientes equipos:

- Generador de Agua Dulce
- Sistema de Potabilización y Adición de Sales
- Tanques de Almacenamiento de donde se aspira el agua para su uso.
- Bomba de Transferencia
- Tanques Hidróforos
- Calentador
- Bomba de Circulación de Agua Caliente
- Receptores:
  - Baños
  - Cocina
  - Comedores
  - Lavandería
  - Hospital
  - Técnicos
- Red de Tuberías

El agua salada de mar tiene una salinidad media de alrededor de 35.000 mg/l de NaCl, por lo que, en la planta de tratamiento que se instala en el buque, se somete a un proceso de desalinización (< 500 mg/l) para generar agua dulce destinada a los diferentes usos ya mencionados.

Se instalan dos generadores de agua dulce por ósmosis inversa de la marca Gefico: uno de 16 tn/día a una presión de descarga de 2 bar, con una potencia instalada de 9,5 kW en el local de sónares, y otro de 12 tn/día con una potencia instaladas de 7 kW en la cámara de máquinas.

Top range. From 12 to 25 m <sup>3</sup> /day. Feed pump and scale inhibitor dosing system loose supply.				
Model	AQ-12/16	AQ-16/20A	AQ-20/25/A	AQ-25/30A
Fresh Water Output (m <sup>3</sup> /day)*	12	16	20	25
Power (kW)	355	480	610	730
Overall Size LxWxH (mm)	1490x850x1310	1490x950x1510	1600x1050x1760	2060x1050x1760

Imagen 21. Generadores agua dulce

En el siguiente apartado se dimensionan el resto de equipos de la instalación de agua dulce.

## 7.2. CIRCUITO DE AGUA POTABLE

Como se ha dicho, toda el agua dulce generada en el buque se mineraliza y se le añaden las sales correspondientes para obtener agua dulce potable, que será la que se almacene en los tanques de agua dulce y agua técnica para su posterior utilización.

La Norma *UNE-EN ISO 15748-1 “Suministro de agua potable en buques y estructuras marinas”*, define agua potable como agua apropiada para el **consumo humano** (duchas, aseos, cocina, lavandería, etc.), cuya calidad sea tal que su consumo y uso no afecte a la salud humana, y definida como:

- Agua transformada a partir del agua de mar por evaporación a temperaturas superiores a 80°C.
- Agua transformada a partir de agua de mar por evaporación a temperaturas inferiores a 80°C, y que haya sido esterilizada posteriormente.
- Agua generada por ósmosis inversa.
- Agua caliente potable calentada en calentadores de agua apropiados.

Indica, además, un consumo mínimo por tripulante y día de 150 l.

El agua dulce potable contenida en los tanques estructurales se almacena en la cámara de máquinas en dos tanques hidróforos de agua potable, verticales y de 500 l (uno de ellos de emergencia) para su posterior suministro a los diferentes servicios del buque.

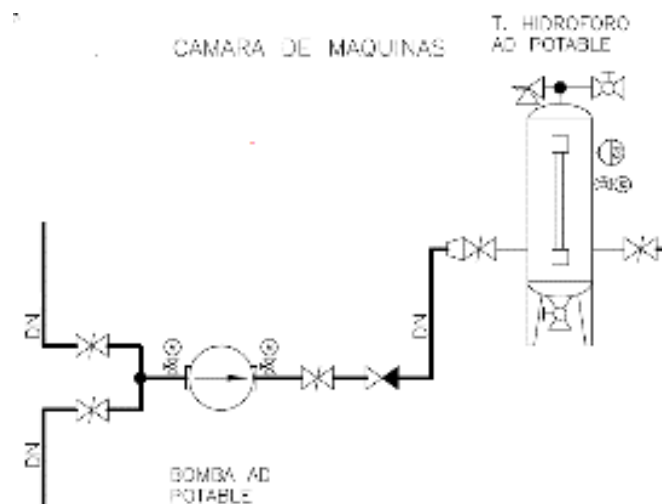


Imagen 22. Servicio de agua potable

Tomando como referencia el buque “Jocay” de la base de datos, el servicio constará de:

- Tanques estructurales de almacenamiento de agua con una capacidad total de 266,75 m<sup>3</sup> como se ha diseñado en el Cuaderno 4. Como veremos, cierta

capacidad de los tanques de agua técnica se reserva para el servicio contraincendios de agua nebulizada.

- Dos tanques hidróforos de agua potable fría con una capacidad de 500 l (uno de reserva) con su bomba de circulación.
- Tres calentadores eléctricos para la habilitación de 300 l y 3 kW de potencia con su correspondiente bomba de circulación.
- Un calentador eléctrico en la cubierta superior para los servicios de cocina de 100 l y 1,4 kW de potencia.

EQUIPO	CAPACIDAD	POTENCIA
Tanques Estructurales	266,75 m <sup>3</sup>	-
Tanques Hidróforos (2)	500 l/ud	-
Calentadores (3)	300 l/ud	3 kW/ud
Calentador Cocina (1)	100 l	1,4 kW/ud

La Norma UNE-EN ISO 15748-2 indica el procedimiento de cálculo de la presión mínima de suministro del sistema de agua potable correspondiente a la mayor demanda en el punto de distribución más alto. A esta se le añaden: las pérdidas de presión debidas a diferencias geostáticas de la altitud, las pérdidas de presión en los aparatos, las pérdidas por rozamiento en la tubería y resistencias individuales y una presión mínima de flujo de 1,5 bar.

$$P = 1,20 \cdot (\Delta h + P_{min} + P_{carga})$$

Los requerimientos del sistema de agua potable dependen de la demanda punta de agua potable (**caudal punta**), y también de la disposición, necesidades de espacio, etc. de los componentes dentro del sistema completo de suministro.

Se toma la disposición de las instalaciones del Buque Proyecto según el Cuaderno 7 “Disposición General”.

### Espacios en la Cubierta Superior

- Lavandería a babor con 3 lavadoras.
- Aseos comunes.
- Cocina central.
- Comedor de marinería a babor.
- Comedor de oficiales a estribor.
- Veinte camarotes individuales con baño privado.
- Lavabo de parque de pesca

### Primera Cubierta Castillo

- Salón de ocio con televisor.
- Camarote de Cocinero.
- Camarote de Piloto.
- Camarote de Mecánico.
- Camarote de Contra maestre.
- Enfermería con aseo independiente.

### Segunda Cubierta Castillo

- Camarote para el 1º de Máquinas a proa y estribor.
- Despacho de 1º de Máquinas.
- Salón de Oficiales a proa y babor.
- Camarote para Armador a estribor.
- Camarote de 2º de Máquinas a babor.
- Camarote de Engrasador a babor.

### Cubierta Puente

- Camarote de Patrón a estribor.
- Camarote de Capitán a babor.
- Camarote de Oficial de puente a estribor.

Se extrae de la norma una disposición genérica del servicio de agua dulce.

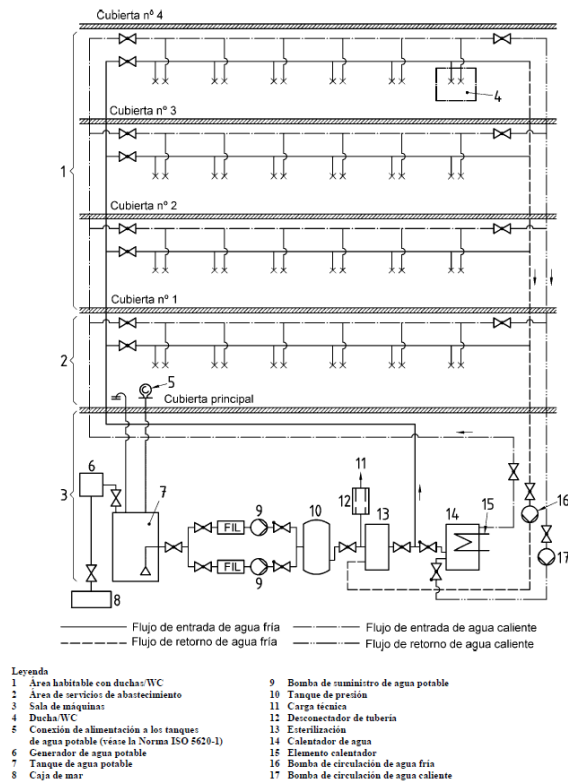


Imagen 23. Disposición servicio agua dulce



Haciendo uso de la tabla A.12 de la norma, se extraen las presiones de flujo mínimo y el flujo calculado, de manera que, a partir del sumatorio de caudales y del diagrama de la figura A.3, se obtiene **el caudal punta** de la bomba (caudal decisivo para el cálculo hidráulico, tomando en consideración la probabilidad de la demanda simultánea de agua durante la operación).

Presión de flujo mínimo	TIPO DE PUNTO DE SERVICIO	CUBIERTA			
		CS	C1	C2	PUENTE
1,5	<b>Válvula de salida sin globo DN 15</b>	2	0	0	0
0,4	<b>Boquillas de ducha para limpieza DN15</b>	1	2	1	1
0,4	<b>Válvula de baldeo del retrete DN25</b>	24	5	4	3
1	<b>Tanques para el baldeo de retretes DN15</b>	24	5	4	3
1	<b>Válvula para urinarios</b>	24	5	4	3
1	<b>Platos de ducha DN15</b>	20	5	3	0
1	<b>Bañeras DN15</b>	0	0	1	3
1	<b>Lavabos de pedestal DN15</b>	24	5	5	3
1	<b>Lavavajillas DN15</b>	1	1	1	1
1	<b>Fregadero de cocina DN15</b>	1	0	0	0
1	<b>Lavadora DN15</b>	3	1	1	1

Los resultados obtenidos para cada cubierta se muestran a continuación:

Presión de flujo mínimo	TIPO DE PUNTO DE SERVICIO	CUBIERTA				CAUDAL DE CÁLCULO			CAUDAL TOTAL CS (l/s)			CAUDAL TOTAL C1 (l/s)		
		CS	C1	C2	PUENTE	Agua Fría	Agua Caliente	Agua fría o caliente	Agua Fría	Agua Caliente	Agua fría o caliente	Agua Fría	Agua Caliente	Agua fría o caliente
1,5	<b>Válvula de salida sin globo DN 15</b>	2	0	0	0			0,3	0	0	0,6	0	0	0
0,4	<b>Boquillas de ducha para limpieza DN15</b>	1	2	1	1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,4
0,4	<b>Válvula de baldeo del retrete DN25</b>	24	5	4	3			1	0	0	24	0	0	5
1	<b>Tanques para el baldeo de retretes DN15</b>	24	5	4	3			0,13	0	0	3,12	0	0	0,65
1	<b>Válvula para urinarios</b>	24	5	4	3			0,3	0	0	7,2	0	0	1,5
1	<b>Platos de ducha DN15</b>	20	5	3	0	0,15	0,15		3	3	0	0,75	0,75	0
1	<b>Bañeras DN15</b>	0	0	1	3	0,15	0,15		0	0	0	0	0	0
1	<b>Lavabos de pedestal DN15</b>	24	5	5	3	0,07	0,07	0,1	1,68	1,68	2,4	0,35	0,35	0,5
1	<b>Lavavajillas DN15</b>	1	1	1	1			0,15	0	0	0,15	0	0	0,15
1	<b>Fregadero de cocina DN15</b>	1	0	0	0	0,07	0,07		0,07	0,07	0	0	0	0
1	<b>Lavadora DN15</b>	3	1	1	1			0,25	0	0	0,75	0	0	0,25
CAUDAL TOTAL REQUERIDO (l/s)									4,85	4,85	38,42	1,3	1,3	8,45

Presión de flujo mínimo	TIPO DE PUNTO DE SERVICIO	CUBIERTA				CAUDAL DE CÁLCULO			CAUDAL TOTAL C2 (l/s)			CAUDAL TOTAL CP (l/s)		
		CS	C1	C2	PUENTE	Agua Fría	Agua Calient	Agua fría o	Agua Fría	Agua Caliente	Agua fría o caliente	Agua Fría	Agua Caliente	Agua fría o caliente
1,5	<b>Válvula de salida sin globo DN 15</b>	2	0	0	0			0,3	0	0	0	0	0	0
0,4	<b>Boquillas de ducha para limpieza DN15</b>	1	2	1	1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,2
0,4	<b>Válvula de baldeo del retrete DN25</b>	24	5	4	3			1	0	0	4	0	0	3
1	<b>Tanques para el baldeo de retretes DN15</b>	24	5	4	3			0,13	0	0	0,52	0	0	0,39
1	<b>Válvula para urinarios</b>	24	5	4	3			0,3	0	0	1,2	0	0	0,9
1	<b>Platos de ducha DN15</b>	20	5	3	0	0,15	0,15		0,45	0,45	0	0	0	0
1	<b>Bañeras DN15</b>	0	0	1	3	0,15	0,15		0,15	0,15	0	0,45	0,45	0
1	<b>Lavabos de pedestal DN15</b>	24	5	5	3	0,07	0,07	0,1	0,35	0,35	0,5	0,21	0,21	0,3
1	<b>Lavavajillas DN15</b>	1	1	1	1			0,15	0	0	0,15	0	0	0,15
1	<b>Fregadero de cocina DN15</b>	1	0	0	0	0,07	0,07		0	0	0	0	0	0
1	<b>Lavadora DN15</b>	3	1	1	1			0,25	0	0	0,25	0	0	0,25
CAUDAL TOTAL REQUERIDO (l/s)									1,05	1,05	6,82	0,76	0,76	5,19

A partir de estos resultados, se obtiene la suma de caudales:

$$\sum V_R = 74,8 \text{ l/s}$$

y un caudal punta de la bomba de suministro de:

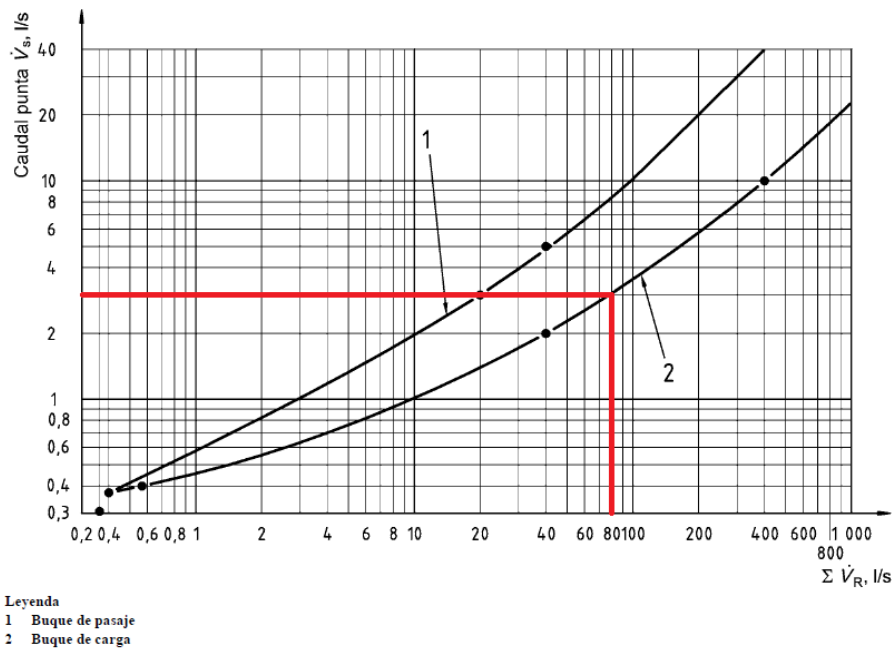


Fig. A.3 – Caudal punta  $\dot{V}_S$  en función de la suma de caudales  $\Sigma \dot{V}_R$

Imagen 24. Gráfico caudal punta

$$V_S = 3 \text{ l/s} = 10,8 \text{ m}^3/\text{h}$$

Se instalan dos bombas centrífugas autocebadas (una de reserva) ya que los tanques de agua dulce se encuentran por debajo del nivel de la instalación de dicha bomba de suministro. Además, suministran un caudal suficiente para cubrir una demanda máxima.

A continuación, se dimensiona la presión de descarga; como se ha indicado, la expresión utilizada para cada cubierta de habilitación es la que se muestra a continuación:

$$P[\text{bar}] = 1,20 \cdot (\Delta h + P_{\text{min}} + P_{\text{min,flujo}}) = 1,20 \cdot (\Delta h + 1,5 + P_{\text{min,flujo}})$$

Así, se elegirá la condición más desfavorable para poder suministrar agua dulce potable a todos los servicios del buque. Los resultados obtenidos se muestran a continuación:

Presión de flujo mínimo (bar)	TIPO DE PUNTO DE SERVICIO	PRESIONES (bar)			
		CS	C1	C2	PUENTE
1,5	Válvula de salida sin globo DN 15	4,9	-	-	-
0,4	Boquillas de ducha para limpieza DN15	3,6	3,9	4,2	4,3
0,4	Válvula de baldeo del retrete DN25	3,6	3,9	4,2	4,3
1	Tanques para el baldeo de retretes DN15	4,3	4,6	4,9	5,0
1	Válvula para urinarios	4,3	4,6	4,9	5,0
1	Platos de ducha DN15	4,3	4,6	4,9	5,0
1	Bañeras DN15	-	-	4,9	5,0
1	Lavabos de pedestal DN15	4,3	4,6	4,9	5,0
1	Lavavajillas DN15	4,3	-	-	-
1	Fregadero de cocina DN15	4,3	-	-	-
1	Lavadora DN15	4,3	-	-	-

De este modo, la presión más desfavorable es la presión requerida en la cubierta puente:

$$P_{CP} = 5,0 \text{ bar}$$

Por lo que la condición más desfavorable es la requerida por la cubierta puente, esto es, 5 bar de presión.

Se instalan, por tanto, dos bombas centrífugas autoaspirantes modelo VM 50/20 (R), de ejecución vertical monobloc IN-LINE de 2.900 r.p.m, 50 Hz y un peso 123 kg (incluido el motor). Por falta de datos del fabricante, la potencia absorbida por del motor de la bomba se estima a partir de la siguiente expresión:

$$P = \frac{Q \cdot \Delta P \cdot \gamma}{75 \cdot \eta} \cdot 0,736 \text{ (kW)} = \frac{10,8 \cdot 50 \cdot 1.025}{3.600 \cdot 75 \cdot 0,6} \cdot 0,736 \text{ (kW)} = 2,5 \text{ kW} = 3,0 \text{ kW}$$

BOMBA	VM - 50/20 ( R )	
Q	10,80	m <sup>3</sup> /h
P	50	m.c.a.
Pot. Motor	3,00	kW

Los tanques hidróforos, de agua dulce potable fría y agua dulce potable caliente se dimensionan con la misma capacidad, instalándose dos bombas para cada servicio.

Por otro lado, existen unos límites de velocidad de flujo, impuestos por la norma, que definirán las secciones de los conductos:

- Sala de máquinas: 2,5 m/s.
- Espacios públicos: 2,0 m/s.
- Cubiertas de alojamiento: 1,4 m/s.
- Hospital y cercanías: 1,0 m/s.
- Líneas de aspiración de la bomba: 1,8 m/s.
- Líneas de circulación: 0,5 m/s.

### 7.3. SERVICIO DE TRATAMIENTO AGUAS RESIDUALES

La *Regla 11 del Capítulo 3 del Anexo IV del Convenio MARPOL*, sólo permite la descarga de aguas sucias en el mar si el buque navega a una distancia superior a 3 millas marinas de la tierra más próxima si las aguas sucias han sido previamente desmenuzadas y desinfectadas mediante un sistema aprobado por la Administración o a una distancia superior a 12 millas marinas de la tierra más próxima si no han sido previamente desmenuzadas ni desinfectadas.

En el Cuaderno 4 se diseñó un tanque colector de aguas residuales en función de la norma correspondiente (*Norma UNE-EN ISO 15749*) con una capacidad de 6,258 m<sup>3</sup>, lo que supone un volumen superior al mínimo requerido.

En el presente Cuaderno 12 se procede al dimensionamiento de este sistema y se selecciona la planta de tratamiento de aguas residuales de acuerdo con la *Norma UNE-EN ISO 15749 "Sistemas de desagüe en barcos y estructuras marinas"*.

Según indica el Convenio MARPOL en su Anexo VI, las aguas residuales a bordo que han de tratarse se clasifican en:

- Tratamiento de **Aguas Negras**: aquellas aguas que arrastran sólidos en suspensión, esto es, aguas procedentes de los desagües de inodoros y urinarios, de lavabos, lavaderos y salidas situados en locales médicos, etc.
- Tratamiento de **Aguas Grises**: resto de aguas que deben evacuarse.

Se muestra una disposición gráfica de dicho servicio extraída de la documentación de la asignatura "*Sistemas Auxiliares del Buque I*":

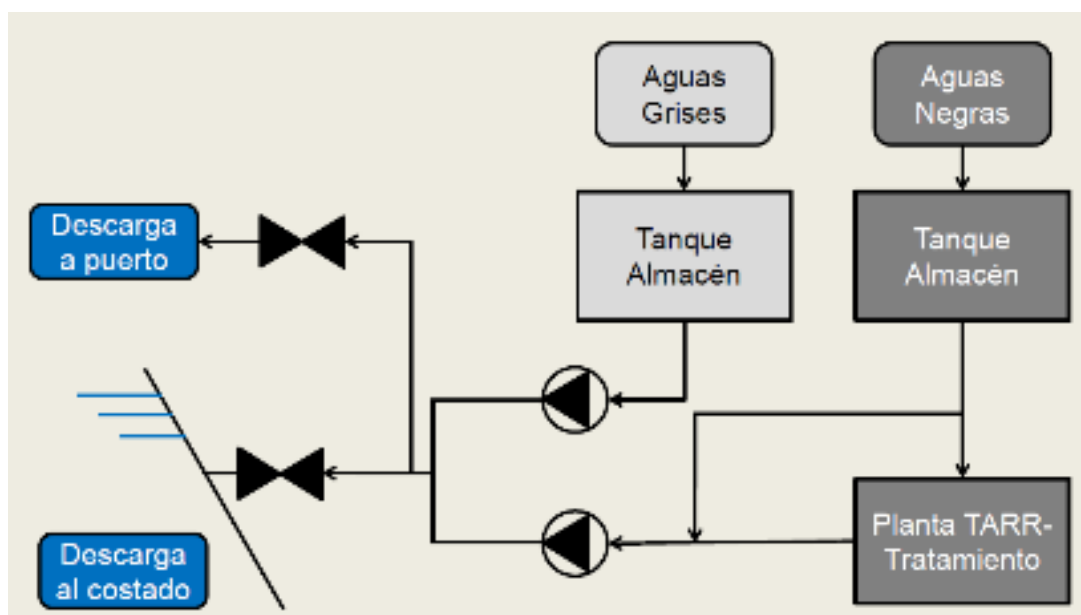


Imagen 25. Esquema servicio aguas residuales

El sistema consta de los siguientes equipos:

- Equipos y Tuberías de descarga de la habilitación: retretes, duchas, lavabos, etc.
- Tanque colector de aguas residuales de 6,258 m<sup>3</sup>.
- Líneas de descarga.
- Planta de Tratamiento (TARR).
- Bombas de descarga a puerto y al costado.

Siguiendo las indicaciones de la Norma, las tuberías del servicio horizontales tienen una pequeña pendiente hacia el punto de aspiración y, además, no se utilizan conexiones en “T” ni codos de 90° en uniones de tuberías. Se instala acero estirado galvanizado como material para los conductos de descarga, mientras que para las tuberías de la habilitación se utiliza polipropileno (PPR).

De este modo, se instala en el Buque Proyecto una planta de tratamiento de tipo biológico que comprende tres cámaras en un solo módulo y no necesita extracción de lodos, por lo que no se requiere el diseño de un tanque específico para dichos residuos. Las cámaras son:

- **Cámara de Aireación:** se aporta oxígeno a las bacterias de manera que se reproducen merced a una oxidación reforzada. Incluye además un Bio-reactor para mejorar el rendimiento de la aireación.
- **Cámara de Decantación:** las bacterias forman así un lodo activo que debe ser separado del efluente. Esta operación se realiza por gravedad en la cámara de decantación, los lodos decantados se reciclan periódicamente a la cámara de aireación.
- **Cámara de Desinfección:** el líquido limpio del tanque de decantación entra en la última cámara, donde se produce la desinfección del efluente mediante la dosificación de una solución colorada durante 20 min.

La capacidad de tratamiento de aguas grises y negras de dicho equipo es de 2.625 l/día con una potencia estimada de 3 kW (extraída del buque de referencia).

Se instalan tres bombas de aguas negras para la descarga, una para descarga en puerto y dos para descarga al costado (una de respeto), con una capacidad obtenida a partir del procedimiento empleado a lo largo de este Cuaderno:

$$Q = \text{descarga en 30 min} = \frac{6,258}{0,5} = 12,50 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$P = 1,20 \cdot (1,5 + 1,1) = 3,50 \text{ bar}$$

Se instalan, por tanto, tres bombas centrífugas autoaspirantes modelo VM 50/16 (R), de ejecución vertical monobloc IN-LINE de 12,50 m<sup>3</sup>/h y 3,5 bar a 2.900 r.p.m, 50 Hz, cuyo peso es de 107 kg (incluido el motor).

La potencia estimada del motor de la bomba se calcula con la siguiente expresión:

$$P = \frac{Q \cdot \Delta P \cdot \gamma}{75 \cdot \eta} \cdot 0,736 (kW) = \frac{12,50 \cdot 35 \cdot 1.000}{3.600 \cdot 75 \cdot 0,6} \cdot 0,736 (kW) = 2,00 kW$$

BOMBA	VM 50/16 (R)	
Q	12,50	m <sup>3</sup> /h
P	35	m.c.a.
Pot. Motor	2,00	kW

En descargas en el costado se instalan dispositivos de cierre entre la bomba de las aguas de desecho y la salida de éstas. Se instala una válvula antirretorno y tomas de descarga en tierra por ambos costados.

## 8. SISTEMA DE LUCHA CONTRA INCENDIOS

La práctica habitual en este tipo de buques es la instalación de un sistema de prevención, detección y extinción de incendios de CO<sub>2</sub> (Anhídrido Carbónico). Sin embargo, aunque se trata de un agente extintor permisible por la reglamentación, en el Buque Proyecto se opta por instalar un **sistema automático de agua nebulizada**.

La búsqueda de alternativas a determinadas sustancias que dañan la capa de ozono (Clorofluorocarbonos) se está viendo reforzada en la actualidad, siendo de gran repercusión en la conservación del medio ambiente y de las personas.

El diseño de nuevos agentes extintores gaseosos inertes y compuestos químicos que actúan como inhibidores de las reacciones de combustión, como es el agua nebulizada, han llevado a la implantación de nuevas tecnologías en la extinción de incendios que, a su vez, permiten el control y la eliminación de calor y humos de combustión, con el objeto de limitar la propagación del incendio y favorecer su extinción, así como la evacuación de las personas.

Los agentes clorofluorocarbonos contribuyen al calentamiento de la tierra en un 20% debido a su circulación por convección y difusión hacia la estratosfera. La destrucción de la capa de ozono por estos agentes está ligada por un lado al número de átomos que contienen sus moléculas y al tiempo que permanece en la atmósfera. Según la Agencia Ambiental del Reino Unido (1990), los datos obtenidos son los que se muestran a continuación:

<b>TIPOS DE GAS Y CONCENTRACIÓN EN LA ATMÓSFERA EN p.p.m.</b>	1.800	1.989	2.040
<i>Anhídrido carbónico.</i>	280	350	450/600
<i>Metano.</i>	0,7	1,7	2,3/3,6
<i>Óxidos de nitrógeno.</i>	0,28	0,3	0,33/0,42
<i>Freones, CFC.</i>	0	6·10 <sup>-4</sup>	20/80·10 <sup>-4</sup>
<i>Aumento de la temperatura media de la atmósfera.</i>		+0,5°C	+2,5°C /+5°C

Tabla 4. Agentes clorofluorocarbonos

Datos recogidos por dicha Agencia, indican que la contribución del Dióxido de Carbono al calentamiento terrestre es del 55% (1.989).

En este sentido, la *Norma de la National Fire Protection Association, NFPA 2004*, sobre Sistemas de Extinción de Incendios mediante Agentes Limpios, define agente limpio como aquel no conductor de la electricidad, evaporable o agente extintor

gaseoso que no deja residuos, y también define agente inerte gaseoso como aquel agente limpio que contiene como componentes primarios uno o más de los gases helio, neón, argón, nitrógeno o anhídrido carbónico (con concentración de diseño por debajo del NOAEL – concentración más alta a la cual no se han observado efectos toxicológicos y fisiológicos adversos).

Para el diseño e instalación de agua nebulizada se sigue la *Norma UNE-CEN/TS 14972 “Sistemas fijos de lucha contra incendios – Sistemas de agua nebulizada”*.

Cabe aclarar que la Especificación Técnica (TS) la adopta CEN por si hubiera en el futuro alguna posibilidad de acuerdo que permitiera editar una norma europea (EN). De este modo, este documento no está aprobado como una norma europea, es decir, la normalización de este documento está aún en desarrollo.

A pesar de que los requisitos de la norma no son válidos para los sistemas de agua nebulizada en barcos, actualmente se tiende al diseño de este tipo de sistemas en el ámbito naval, como es en buques cruceros, ferries, buques rápidos, veleros, yates de lujo o buques de carga, tanto para servicios locales como totales con resultados de extinción rápida y eficaz en fuegos reales.

Por todas estas razones y por tratarse de un ejercicio académico, se opta por la instalación de dicho sistema de agua nebulizada en el Buque Proyecto.

## **8.1. MÉTODO DE PROTECCIÓN**

El Convenio de Torremolinos, en su *Capítulo V “Prevención, Detección y Extinción de Incendios y Equipos Contra Incendios”* establece una serie de criterios para la protección de buques pesqueros. Se ha optado por instalar el método IF que, además de ser el método contra incendios más económico, es el más habitual en los buques atuneros.

Siguiendo dicho método IF, en los espacios de alojamiento y de servicio se construyen todos los mamparos de compartimentado interior con materiales incombustibles correspondientes a divisiones de clase “B” o “C”, en general sin instalar sistema de detección ni de boquillas en los espacios de alojamiento y de servicio.

Se instalan sistemas fijos para la detección y extinción de incendios por agua nebulizada en la cámara de máquinas, en el local de las hélices de proa y para la cocina. Además, se instala un sistema fijo de detección de incendios y de alarma contra incendios de manera que detecte la presencia de humo en todas las pasillos, escaleras y vías de evacuación en el interior de los espacios de alojamiento.

El buque estará provisto de diferentes equipos portátiles con mangueras, lanzas, racores y demás accesorios, así como equipos de bombero completos.

## **8.2. VENTAJAS Y COMPONENTES DEL SISTEMA**

Los sistemas de agua nebulizada consisten en la proyección sobre el fuego o la zona del incendio de agua pulverizada o con tamaños de gota menores de 1.000 micras. Las ventajas de la utilización de este sistema se citan a continuación:

- No es dañina para las personas, instalaciones ni medio ambiente.



- Se puede utilizar agua dulce o agua de mar, aunque se aconseja la utilización de la primera, que será la que se utilice en el Buque Proyecto.
- Extingue fuegos y controla tanto incendios como humos.
- Utilización en instalaciones fijas, semifijas o fijas automáticas.
- Desplaza los vapores inflamables y productos tóxicos.
- No conduce la electricidad.
- Facilidad y bajo coste de mantenimiento, realización de las pruebas periódicas del sistema y recarga, a diferencia de lo que ocurre con las botellas de CO<sub>2</sub> que una vez que se utilizan necesitan ser recargadas.

Los mecanismos mediante los cuales el sistema de agua nebulizada controla y extingue el fuego son los siguientes:

- **Enfriamiento:** reduce la temperatura del combustible y de sus vapores inflamables, siendo esta en ensayos de 500 – 1000 °C a 50 °C en muy pocos segundos.
- **Sofocación** del incendio por desplazamiento del oxígeno del área al evaporarse las pequeñas gotas de agua nebulizada.
- **Reducción** o eliminación del combustible acompañada de la sofocación.
- **Actuación** sobre la reacción en cadena al quedarse las pequeñas partículas de agua en suspensión en el aire y reduciendo la transmisión del calor por radiación.

El sistema está formado por diferentes componentes, entre los que se incluyen:

- Boquillas pulverizadoras.
- Válvulas de control y alarma.
- Circuito hidráulico de alarma.
- Dispositivos hidromecánicos y eléctricos de alarma.
- Válvulas de paso.
- Líneas de tubería.
  - Principales.
  - Ascendentes.
  - Ramales para bocas de incendios equipadas.
- Soportes de tuberías.
- Detectores de incendios.
- Línea de cables del sistema de detección.
- Panel de control.

A continuación, se detallan los elementos del sistema de agua nebulizada instalados en el Buque Proyecto.

### **8.2.1. Tanques, Bombas Centrífugas y Tuberías**

El sistema de agua nebulizada utiliza dos sistemas de presurización de agua:

- **Sistemas simples.**
- **Sistemas mixtos.**

En el primero, el agua se presuriza mediante un sistema de bombeo mientras que, en el sistema mixto la presurización se realiza mediante nitrógeno procedente de una batería de botellas y a veces una combinación de botellas y un sistema de bombeo.

El problema que surge de la utilización del segundo sistema es que, una vez que se hace uso del nitrógeno almacenado en las botellas, esta requiere ser recargada para su reutilización, lo que hace que el buque quede desprotegido ante un segundo incendio.

En el Buque Proyecto se instala el sistema de agua nebulizada simple, por lo que se instalan una serie de bombas centrífugas autoaspirantes que han de suministrar la presión suficiente para abrir la boquilla automática activada por las altas temperaturas.

Dichas bombas aspiran el agua de los tanques de agua técnica, en los que se monitoriza el nivel de agua y su temperatura para ser usada cuando ocurra una emergencia.

Los tanques de agua técnica de proa diseñados en el Cuaderno 4, por estar alejados de los espacios a proteger, se utilizarán no sólo para suministro de agua dulce potable para los diferentes servicios del buque sino también se equiparán con los dispositivos necesarios para que esta pueda ser utilizada para el servicio de contraincendios del buque. De este modo, se evita la instalación de un tanque de grandes dimensiones destinados únicamente para el servicio de contraincendios.

Es por ello que, como se adelantaba, se monitoriza tanto el nivel de agua para que haya siempre una reserva de agua exclusiva para la extinción, como la temperatura de la misma. Además, los tanques se equipan con venteo a la atmósfera para evitar la sobre o baja presión como indica la norma. De este modo, el buque siempre tendrá un servicio contraincendios operativo.

Por otro lado, según la presión de sistema que se instale, NFPA 750 distingue:

- **Sistemas de alta presión:** la presión de trabajo es mayor o igual a 34,5 bar.
- **Sistemas de media presión:** la presión de trabajo está comprendida entre 12,1 bar y 34,5 bar.
- **Sistemas de baja presión:** la presión de trabajo es menor de 12,1 bar.

El sistema que se ha escogido es del tipo de alta presión, ya que cuanto más pequeña es la gota de agua mayor es la capacidad de absorción de calor y humo. Sin embargo,

el poder de penetración en las corrientes térmicas provocadas por el fuego es menor. Para aumentar la eficacia del sistema, la gota debe atomizarse y lanzarse a gran velocidad sobre el fuego; este efecto se consigue con elevadas presiones de funcionamiento y pequeños orificios de descarga, llegando a alcanzarse una velocidad de 6 m/s.

A continuación de las bombas se instala un tanque hidróforo de almacén de agua de modo que se mantenga la presión del agente extintor sin que la bomba esté en constante funcionamiento. Un presostato indica cuándo el tanque se empieza a descargar para que en ese momento la bomba comience a funcionar.

En lo que respecta a las tuberías instaladas a bordo del buque para el servicio contra incendios, se diferencian dos tipos: la tubería seca que contiene aire en su interior que se utiliza en aquellas zonas en las que existe riesgo de congelación y la tubería húmeda para el resto de zonas y que contiene agua a presión en su interior.

En el Buque Proyecto, en las zonas donde se instala este sistema de agua nebulizada, se opta por este último sistema de tubería húmeda.

Se procede al cálculo de los diferentes dispositivos en los siguientes apartados cuando sea requerido por la instalación.

### 8.2.2. Extintores

Los extintores que se instalan en el Buque Proyecto se utilizan como equipo de primera intervención y para fuegos incipientes en los espacios de alojamiento y de servicio, así como en los puestos de control.

Tomando como referencia la *tabla I-1 del Apéndice 1 del Real Decreto 1942/1993 "Características e Instalación de los aparatos, equipos y sistemas de protección contra incendios"* (se adjunta en el ANEXO III), se seleccionan los tipos de extintores adecuados para cada estancia en función de las distintas clases de fuego:

**TABLA I-1**  
**Agentes extintores y su adecuación a las distintas clases de fuego**

Agente extintor	Clase de fuego (UNE 23.010):			
	A (Sólidos)	B (Líquidos)	C (Gases)	D (Metales especiales)
Agua pulverizada	(2)xxx	x		
Agua a chorro	(2)xx			
Polvo BC (convencional)		xxx	xx	
Polvo ABC (polivalente)	xx	xx	xx	
Polvo específico metales				xx
Espuma física	(2)xx	xx		
Anhídrido carbónico	(1)x	x		
Hidrocarburos halogenados	(1)x	xx		

Siendo:  
xxx Muy adecuado.  
xx Adecuado.  
x Aceptable.

Tabla 5. Agentes extintores

Teniendo en cuenta lo anterior, el buque estará provisto de los siguientes tipos de extintores:

- **Extintores de CO<sub>2</sub>:** en zonas con equipos eléctricos susceptibles de ser dañados por conductores eléctricos, se hará uso de extintores de CO<sub>2</sub>, por lo que se instalarán en la cámara de máquinas, en la cabina de control y en el puente de navegación. Además, siguiendo el *Real Decreto 2267/2004*, se instalan extintores portátiles sobre ruedas de 50 Kg de polvo en aquellas zonas donde haya almacenamiento de combustibles líquidos de más de 200 l.
- **Extintores de Polvo:** se trata de extintores adecuados para fuegos de clase A, B y C, por lo que serán los que se instalen en los espacios de acomodación.

TIPO DE EXTINTOR	Nº	Respeto
Portátil CO <sub>2</sub> 5 Kg	2	1
Portátil de Polvo 50 Kg	2	1
Portátil de Polvo 10 Kg	13	6
Portátil de Polvo 6 Kg	9	5
Portátil de Aire/Espuma 20 l.	2	-

### 8.2.3. Bocas de Incendio Equipadas

Los sistemas de bocas de incendio equipadas (BIE) están diseñadas para afrontar fuegos de tipo medio y están compuestas por una fuente de abastecimiento de agua dulce, una red de tuberías para alimentación de agua, válvulas y las bocas de incendio necesarias (mangueras y lanzas), que serán de los tipos BIE de 45 mm.

Las BIE se sitúan a una distancia máxima de 5 m de las salidas de cada sector de incendio, sin que constituyan un obstáculo para su utilización, además, el número y distribución de las mismas es tal que la totalidad de la superficie del sector de incendio en que están instaladas queda cubierta por una BIE, considerándose como radio de acción de ésta la longitud de su manguera incrementada en 5 m.

La separación máxima entre cada BIE y su más cercana es de 50 m y la distancia desde cualquier punto del local protegido hasta la BIE más próxima no excede de 25 m.

Dichas BIE se instalan de modo que por lo menos dos chorros de agua, no procedentes de la misma boca contraincendios, puedan alcanzar cualquier parte del buque normalmente accesible a la tripulación mientras el buque navega. Estas bocas se sitúan cerca de los espacios protegidos.

Cuando las dos bombas descarguen simultáneamente por las lanzas de manguera, el caudal de agua especificado a través de cualquiera de las bocas contraincendios se mantendrá a una presión mínima reglamentaria de 0,25 N/mm<sup>2</sup>.

## **INSTALACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE BIES**

Se instalan 26 mangueras semirrígidas de 45 mm de diámetro y 20 m de longitud con boquilla a chorro de 35,7 mm de diámetro, para carga de fuego media-alta, distribuidos a lo largo del buque en las cubiertas de la superestructura, acomodación, parque de pesca, sala hidráulica y cámara de máquinas. No será necesario desplegar dichas mangueras en su totalidad para su uso.

Se instalan cerca de las conexiones o bocas contra incendios. Además, se distribuyen 32 bocas contra incendio por todo el buque.

A pesar de que el SOLAS exige que se debe asegurar el funcionamiento simultáneo de las dos BIES hidráulicamente más desfavorables a una presión dinámica mínima de 2 bar en el orificio de salida de cualquier BIE, se dispondrá de un valor mayor de presión nominal en la punta de lanza de las mangueras, llegándose a alcanzar los 7 bar de presión para el Buque Proyecto.

<b>ESPACIO</b>	<b>Nº Mangueras</b>	<b>Nº Bocas</b>
<b>Techo Puente</b>	-	2
<b>Cubierta Puente</b>	2	2
<b>Cubierta Castillo 2</b>	3	3
<b>Cubierta Castillo 1</b>	3	3
<b>Cubierta Superior</b>	5	6
<b>Cubierta Principal</b>	9	12
<b>Cámara de Máquinas</b>	4	4
<b>PRESIÓN PUNTA LANZA</b>	7 bar	

## **PARÁMETROS DE DISEÑO - BOMBAS**

Se busca la presión y caudal requeridos por el sistema BIES para la bomba contra incendios que se instala para las bocas de incendio equipadas, para lo que se considera el funcionamiento simultáneo de las dos BIES más alejadas. En este sentido, y como se ha ido haciendo a lo largo del presente Cuaderno, se simplifican los cálculos partiendo de una presión de descarga en punta de lanza de 7 bar, unas caídas de presión generadas por la diferencia de altura entre la cubierta de instalación del BIE y la instalación de la bomba, una presión mínima requerida de 1,5 bar y unas pérdidas debidas a las tuberías que se consideran un 20% de la presión final.

Así:

$$P[\text{bar}] = 1,20 \cdot (\Delta h + P_{\text{mín}} + P_{\text{punta lanza}})$$

De este modo, la cubierta más alta es la Cubierta Puente, donde se instalan dos BIES, y cuya altura de cubierta es de 18,8 m, lo que supone una presión de 1,88 bar. La presión requerida por la bomba es por tanto de:

$$P[\text{bar}] = 1,20 \cdot (1,88 + 1,5 + 7,0) = \mathbf{12,50 \text{ bar}}$$

Considerando una velocidad del agua de extinción de 6 m/s y el diámetro de la BIE de 45 mm, se obtiene el caudal requerido. Además, se tendrá en cuenta que los cálculos se están haciendo para el funcionamiento de dos BIES simultáneamente, por lo que:

$$Q[m^3/h] = v [m/s] \cdot S [m^2] \cdot 3.600 = 2 \cdot 6 \cdot \pi \cdot \left(\frac{45}{1.000 \cdot 2}\right)^2 \cdot 3.600 = \mathbf{68,70 m^3/h}$$

Entrando con estos datos en las curvas del catálogo de bombas AZCUE, se seleccionan tres bombas centrífugas robustas de ejecución vertical para contra incendios, modelo BOB 100/50 para 50 Hz 1.450 r.p.m. con un motor acoplado que absorbe una potencia de 45 kW.

BOMBA	BOB 100/50	
Q	68,70	m <sup>3</sup> /h
P	125	m.c.a.
Pot. Motor	45,00	kW



Imagen 26. Bomba contra incendios

Dicha bomba aspira directamente del fondo a una velocidad de 1,8 m/ s para evitar que se produzcan fenómenos de cavitación, y la velocidad con la que impulsa el agua es de 2 a 2,5 m/s, llegando a alcanzar los 6 m/s en las tuberías.

#### **8.2.4. Boquillas Pulverizadoras**

Las boquillas pulverizadoras o boquillas automáticas de agua nebulizada que se mantienen cerradas por un dispositivo de cierre sensible a la temperatura, son equipos homologados que han de tratarse con total atención para evitar que se produzca cualquier obstrucción de las mismas por posibles impurezas del agua, así como posibles corrosiones de las tuberías, toberas, válvulas u otros componentes del sistema.

Las boquillas que se instalan en el Buque Proyecto son boquillas automáticas cerradas por una ampolla de vidrio en cuyo interior existe un líquido de alto coeficiente de dilatación, que se rompen a una temperatura fija.



Imagen 27. Boquilla pulverizadora

Estas boquillas se instalan en las zonas de instalación de agua nebulizada en un sistema denominado de tubería húmeda, en el cual la tubería contiene agua y se encuentra conectada al suministro de agua, de forma que ésta fluya inmediatamente a través de las boquillas automáticas que han sido abiertas por acción del fuego.

La expresión que permite calcular el caudal descargado por cada uno de los orificios se obtiene en función de su constante K y de la presión:

$$Q = K \cdot \sqrt{P} \text{ [l/min]}$$

donde:

Q = caudal de descarga del orificio, en l/min.

K = constante del orificio.

P = presión disponible en el orificio, en bar.

De manera que, el caudal total requerido se obtiene a partir de la suma de los caudales de cada una de las boquillas. En nuestro caso, y por no disponer de suficientes datos, se estima un caudal total para la cámara de máquinas de 60 m<sup>3</sup>/h

### **8.2.5. Sistema de Extinción en Cámara de Máquinas**

La cámara de máquinas se trata de un local que debe ser tratado de forma independiente desde el punto de vista de la seguridad contra incendios. Para el dimensionamiento del sistema en este espacio se sigue la *Regla 57 del Capítulo IV, Parte D* del Convenio de Torremolinos.

En este apartado también se hace uso de los requerimientos exigidos por el SOLAS, el cual establece tres tipos de sistemas fijos de extinción de incendios aceptados.

- Sistema fijo de extinción por gas.
- Sistema fijo de extinción por espuma de alta.
- Sistema fijo aspersor de agua a presión.

De este modo, al contener motores de combustión interna, la cámara de máquinas estará provista de uno de los sistemas fijos de extinción de incendios indicado anteriormente. En este caso se ha optado por elegir, como ya se ha indicado, un **sistema de agua nebulizada a alta presión a través de cabezas nebulizadoras.**

Este sistema de probada eficacia emplea como agente extintor el agua descargada en forma de pequeñas gotas de diámetro inferior a 1.000 micras.

El sistema que se instala en la cámara de máquinas es un sistema de agua nebulizada de líquidos inflamables, ya que protege estos espacios donde predominan líquidos inflamables y combustibles. Dichos espacios son: zonas de maquinaria, local de almacenamiento de líquidos inflamables, cámara de bombas y compresores y locales de hélices de proa.

Se pretende proteger de manera total la cámara de máquinas, por lo que se opta por un sistema de inundación para las dos alturas de cámara de máquinas el cual se diseña para la descarga de agua de forma que se protejan los peligros del local.

Por tanto, teniendo en cuenta el tipo de equipos a proteger en la cámara de máquinas, se ha optado por instalar un sistema de inundación total de alta presión mediante difusores abiertos que descargan directamente sobre el riesgo cuando se produce la activación del sistema.

En resumen, se instala un sistema de agua nebulizada de:

- Alta presión.
- Líquidos inflamables.
- Inundación.
- Tubería húmeda.
- Automático y/o Manual.

El sistema de extinción está concebido para actuar rápidamente y de forma totalmente automática en caso de un principio de incendio en cualquiera de los dos niveles de la sala de máquinas y cubierta principal donde se aloja la sala de compresores y bombas hidráulicas. Dicho sistema también permite su puesta en marcha de modo automático o manual. En el primer caso, ante un principio de incendio se activa el sistema de detección y alarma que genera una orden para poner en marcha el sistema de extinción, mientras que, en el segundo, es un miembro de la tripulación quien lo activa manualmente tanto a través del sistema de detección como del sistema de extinción.

El sistema está compuesto por:

- **Sistema automático de detección de incendios y transmisión de alarma:** detecta el incendio en su fase final, transmite las alarmas correspondientes, activa el sistema de extinción automática y ejecuta otras maniobras complementarias.



- **Sistema automático de extinción de incendios por agua nebulizada:** su finalidad es la de actuar sobre el incendio controlándolo y extinguiéndolo.

Siguiendo la *Norma UNE-CEN/TS 14972*, se instalan:

- Boquillas automáticas sensibles al calor y equipadas con dispositivos de apertura codificados con colores de acuerdo con la *Norma UNE-EN 12259* para indicar su clasificación de temperatura. Se instalarán a lo largo de las cubiertas de las diferentes zonas donde se utiliza el sistema de agua nebulizada automático con una separación suficiente como para extinguir el incendio de acuerdo con la Norma UNE-CEN/TS 14972:2011, incluida en el ANEXO IV del presente Cuaderno.

Tabla 1 – Duración de descarga mínima

Sistemas	Duración	Ensayos de fuego de acuerdo con
Sistemas de extinción	Duración de la descarga de al menos dos veces el tiempo de extinción en los ensayos de fuego correspondientes, mínimo 10 min, a menos que se especifique otra cosa en el protocolo de ensayo correspondiente.	Anexo B
Sistemas de supresión y control	Capacidad mínima durante la duración de 30 min/60 min dependiendo del riesgo de acuerdo con la Norma EN 12845.	Anexos A y B

Tabla 6. Duración de descarga mínima

- Válvulas de control para agua nebulizada adecuadas para las presiones, temperaturas y ambiente impuestos sobre ellas.
- Tanques de abastecimiento de agua; se utilizan los tanques de agua técnica del pique de proa. El grupo de bombeo está abastecido por una reserva de agua suficiente para asegurar sus necesidades de caudal durante el tiempo de operación. Para ello se instalan detectores para el nivel mínimo de agua.
- 3 bombas centrífugas autoaspirantes con una capacidad estimada de 60 m<sup>3</sup>/h a una presión de 35 bar (sistema de alta presión). La potencia estimada del motor de la bomba se calcula con la siguiente expresión:

$$P = \frac{Q \cdot \Delta P \cdot \gamma}{75 \cdot \eta} \cdot 0,736 (kW) = \frac{60,00 \cdot 350 \cdot 1.000}{3.600 \cdot 75 \cdot 0,6} \cdot 0,736 (kW) = 95,50 kW$$

- 2 tanques hidróforos para mantener el agua presurizada.

### **PRESIÓN DESCARGADA POR LOS ORIFICIOS**

Como se indicaba, para el cálculo del caudal descargado por un orificio en función de su constante K y de la presión, se utiliza la siguiente expresión:

$$Q = K \cdot \sqrt{P}$$

donde:

Q = caudal de descarga por el orificio, en l/min

K = constante del orificio, en l/min·bar<sup>-0,5</sup>.

P = presión disponible en el orificio, en bar.

### **8.2.6. Sistema de Detección de Incendio y Alarma**

La instalación de detección de incendios en la cámara de máquinas persigue varios objetivos fundamentales:

- Detectar un conato de incendio en este recinto durante su fase inicial.
- Generar una señal de alarma en la zona y transmitirla al Puente de Gobierno.
- Activar el sistema de extinción por agua nebulizada.

En los accesos a la sala de máquinas se instalan pulsadores manuales de disparo de extinción y pulsadores manuales de paro o bloqueo de la extinción.

Como sistema de alarma, se instalan sirenas acústicas y en los accesos a la sala se colocan paneles ópticos-acústicos con rótulos de extinción disipada.

De este modo, si un detector genera una señal de alarma de fuego, esta señal se transmite a la central por medio de la zona de detección a la que pertenece. La central de detección y extinción recoge esta señal de alarma de zona y el sistema entra en lo que se conoce como estado de prealarma. En este momento la central activa las sirenas de alarma del local y transmite la situación de alarma al sistema de detección general.

Si a continuación un detector de la otra zona entra también en estado de alarma, esta señal también se transmite a la central a través de su zona correspondiente.

Cuando la central recibe esta segunda señal de alarma el sistema entra en lo que se denomina estado de alarma de incendio y es en este momento cuando la central ejecuta las acciones requeridas para iniciar la acción contraincendios.

La activación también se podrá realizar de forma manual a través de los pulsadores de disparo y paro.

Los elementos que forman parte de la detección del sistema de agua nebulizada son los siguientes:

- Detectores de humo convencionales.
- Pulsadores de disparo manual.
- Pulsadores de paro manual.
- Central de detección y extinción.
- Fuente de alimentación.
- Sirena de aviso de incendio.
- Letrero luminoso.

## 9. EQUIPOS DE NAVEGACIÓN Y COMUNICACIONES

Uno de los sistemas que diferencia un buque atunero del resto de buques dedicados a otro tipo de actividades, son los equipos de navegación y pesca.

Estos equipos cobran una notoria importancia en el Buque Proyecto ya que de ellos depende no sólo la navegación y sino también la detección de pesca del buque.

A continuación, se describen los equipos reglamentarios según el Convenio de Torremolinos y SOLAS (*Capítulo IV, Parte A, Regla 7 "Equipo Radioeléctrico: Generalidades"*) y los equipos destinados a las labores de pesca del buque.



Imágenes 28 y 29. Equipos en puente de gobierno

### 9.1. EQUIPOS REGLAMENTARIOS

Como se ha dicho, el *Capítulo IV del reglamento SOLAS* indica los equipos que se han de instalar en un buque que navegue por la Zona A3 como es el Buque Proyecto.

Por otro lado, el *Capítulo X del Convenio de Torremolinos* indica los aparatos náuticos de a bordo que ha de llevar el buque.

De este modo, para la transmisión de órdenes y comunicación de unos puntos a otros del barco se ha previsto lo siguiente:

- Dos convertidores de giroscópica con interfaz para repetidores.
- Compás con tarjeta con salida seno/coseno e interfaz para repetidores.
- Dos unidades de transmisión para los repetidores, el piloto automático y los equipos de información de rumbo.
- Tres repetidores de rumbo instalados en el alerón, la consola de gobierno y el local del servo.
- Dos pilotos automáticos para el sistema de gobierno (uno de ellos de emergencia).

- Indicador de ángulo de timón tipo panorámico y tres indicadores más empotrables.
- Panel de control, sistema de comunicaciones para Zona marítima A3 con duplicación y montado en consola que incluye:
  - Radioteléfonos de 250 W para OM/OC con unidad de control con receptor, sintetizados, transmisor y acoplador de antena.
  - Módem de llamada selectiva y receptor de escucha OM/OC con fuente de alimentación.
  - Dos Standard-C con antena y sus periféricos.
  - Dos fuentes de alimentación de conmutación automática para la consola.
  - Dos radioteléfonos VHF con módulos de llamada selectiva y receptor de canal 70.
  - Un receptor de 2.187 kHz.
  - Una radiobaliza con liberación automática hidrostática.
  - Dos transpondedores de radar.
  - Un receptor Navtex.
  - Tres VHF portátiles GMDSS (servicio internacional de telegrafía de impresión directa para la difusión a los buques de avisos náuticos, boletines meteorológicos y de información urgente de seguridad marítima)
  - Tres radioteléfonos de 250 W para OM/OC.
  - Cuatro radioteléfonos de VHF simplex/semiduplex, uno de ellos para su instalación en la panga.
  - Equipo de comunicaciones Inmarsat Fleet-77 e Inmarsat Mini-M.
  - Transpondedor de radar con AIS.
  - Ordenador personal para diferentes aplicaciones.
  - Dos videosondas con pantalla a color con transmisor de doble frecuencia.

- Radiogoniómetro con marcación automática en OM/OC.
- Dos receptores GPS de 8 canales con posibilidad de entrada DGPS y salidas NMEA y 200 ppm para velocidad.
- Dos convertidores de giroscópica para el envío de señales de rumbo a diversos equipos.
- Generador de llamada selectiva para la conexión a los radioteléfonos.
- Comprobador de rendimiento para el radar de banda X conforme a los requerimientos de la OMI.



Imagen 30. Equipos navegación y comunicaciones

Las antenas para los diferentes equipos van instaladas en el bípode sobre el techo puente y sobre la cofa de observación, dispuesta sobre el palo principal y habilitada con los mismos criterios utilizados para la acomodación del buque.

## 9.2. EQUIPOS DE PESCA

A continuación, se detallan los equipos de pesca instalados a bordo del buque:

- Dos equipos de radar con pantalla de alta resolución y radar plotter para la detección de pájaros a medias y largas distancias.
- Dos equipos de radar con pantalla de alta resolución y radar plotter para la detección de objetos flotantes (radio-balizas).
- Tres repetidores de sónar scanning de alta frecuencia para la detección y seguimiento de bancos de túnidos a corta, media y larga distancia.

- Dos repetidores de sonda de pesca laterales y verticales cuya función es la de detectar el pescado lateralmente cuando se encuentra dentro de la red y así evitar que se escape.
- Se instalan en la cofa del palo un repetidor de sonda y un repetidor de sónar.
- Un indicador de temperatura de agua de mar.
- Un equipo indicador de corrientes.
- Un anemómetro para registrar la velocidad del viento.

Se estima que la potencia consumida por los equipos de navegación y comunicaciones del Buque Proyecto sea similar a la del buque de referencia, por lo que se toma una potencia de 20,00 kW.

## 10. EQUIPOS PARA LA MANIOBRA DE PESCA

Otro de los sistemas que caracteriza y diferencia a un buque atunero del resto de buques son los equipos instalados en cubierta para la maniobra de cerco, carga y descarga.



Imagen 31. Disposición de maquinillas de pesca

Todos los equipos utilizados para la maniobra de pesca, así como los molinetes de fondeo y amarre, son de accionamiento hidráulico. De este modo, en el costado de estribor, a proa de la cámara de máquinas y sobre la cubierta principal (se accede mediante unas escaleras), se instalan las bombas con accionamiento eléctrico como se muestra en la imagen de la disposición general.

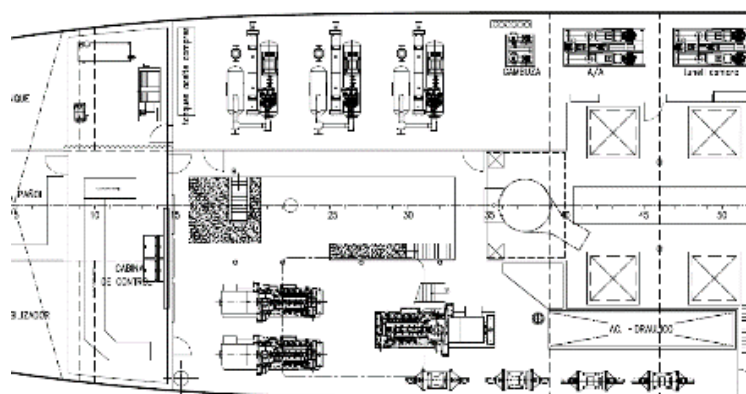


Imagen 32. Disposición de accionamiento hidráulico

En el apartado 3 del presente Cuaderno se ha descrito el arte de pesca que realizan este tipo de buques. A continuación, se indicarán y describirán todos y cada uno de los equipos, así como su función en dicha maniobra.

Como se adelantaba, la pesca al cerco es un arte de calado vertical que se cierra por el fondo y que necesita, para su flotación, boyas o flotadores que forman al mismo tiempo una barrera en la superficie una vez esté la red en el agua.

Para el cierre de esta por su parte inferior, se dispone de una serie de anillas o cáncamos metálicos sujetos por una cadena que va de calón a calón, a través de los cuales pasa el cable de acero, conocido como jareta que, una vez recogido, impide la salida de los peces por la parte inferior de la red.

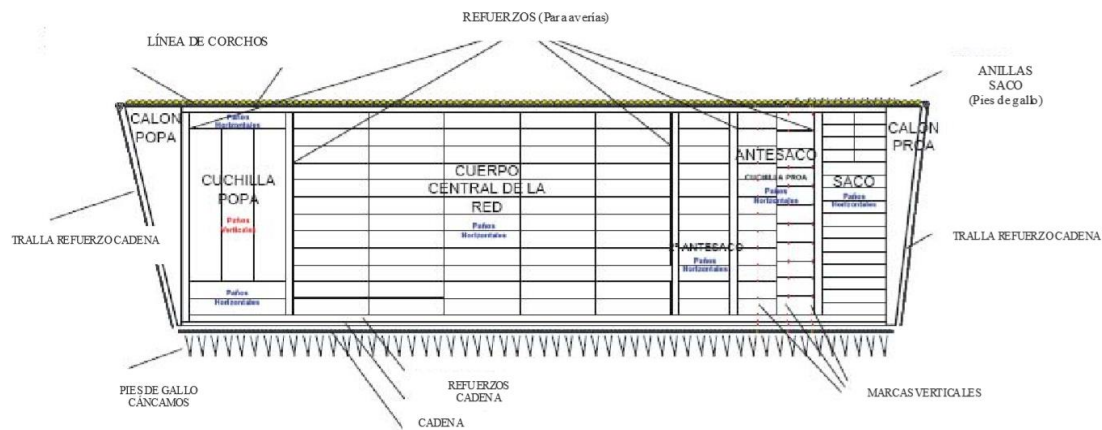


Imagen 33. Red de cerco

De este modo, una vez cercado el cardumen, se realiza una evaluación del tamaño del banco mediante inspección visual, con el empleo del sónar e incluso con la utilización de una embarcación auxiliar. El barco describe el cerco rodeando entonces al grupo de peces a máxima velocidad largando la red, tirada por el extremo de proa por una embarcación auxiliar (panga), que va reduciéndose progresivamente en volumen hasta formar el copo.

La operación de largada dura de 2 a 5 minutos. Mientras se realiza esta operación, es frecuente que una lancha rápida se sitúe dentro del círculo formado por la red para mantener el cardumen en la posición óptima de forma que no escape antes del cierre de la jareta.

Una vez se recoge el calón de proa con el pescante de proa y con su correspondiente maquinilla, se hace pasar la jareta por la pasteca del pescante de babor hasta el "winche" principal, localizado en la cubierta de pesca, para la posterior fase de cerrado de la red. La recogida de la misma por el costado de babor para formar el copo, se realizará por la acción de un rodillo lateral.

El cierre de la red se hace por medio de la jareta, de la misma longitud que la línea de corchos, y una serie de anillas o cáncamos que van izándose a bordo.

Una vez que la panga ha entregado el extremo al buque, se encarga de mantener la posición correcta del barco para evitar el colapso de la red durante la operación de pesca. Esto se hace remolcando la embarcación auxiliar del barco mediante un cabo.

Los peces, una vez agrupados en el saco, se trasladan a cubierta por medio de un salabardo con una capacidad de alrededor de 8 toneladas. Su contenido se vierte en una tolva que comunica con el parque de pesca, donde se encuentran las cubas para proceder a la congelación del pescado.



## 10.1. JARCIA

El Buque Proyecto dispone de un palo principal y cinco grúas, estas últimas utilizadas para las maniobras de carga de las capturas en altamar y descarga en puerto y para la puesta a flote de los botes rápidos.

- Un **palo principal** autosoportado provisto de diferentes equipos necesarios a bordo. Sobré el, se montan proyectores, luces de navegación, antenas y la cofa para avistar las capturas. En el palo, al igual que en las cubiertas superior y castillo, se instalan los distribuidores y elementos hidráulicos.

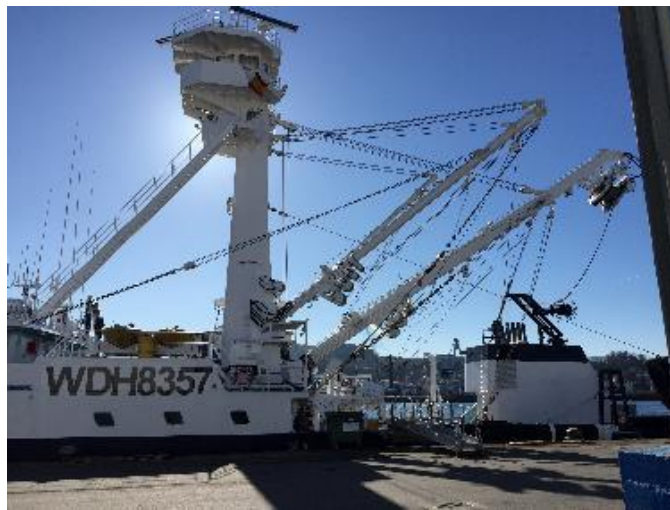


Imagen 34. Palo principal y plumas

- Una **pluma principal** (central) (P-15) para el power-block de unos 30 metros de longitud sobre la que se instalan equipos con diferentes funciones:
  - **Halador de red** (P-1) con dos motores hidráulicos, tambor engomado, gualderas y todas las partes en contacto con la red de acero inoxidable para la maniobra de estiba de la red en la cubierta. Tras el cerco del pescado, se va traccionando de la jareta de la red hasta crear un “saco” al mismo tiempo que se va recogiendo y estibando la red.
  - **Soporte** para el **trincado** del halador (P-45).
  - Maquinilla para el **trincado del halador** (P-7) con trinquete, freno y contrabalance hidráulicos.
  - Maquinilla para el **manejo del salabardo** (P-67). El salabardo es un saco de red cuya boca va sujeta a un aro unido a un mango, que se emplea para extraer la pesca una vez cerrada la red.
  - Maquinilla para el **lanteón** (P-6), de arriado rápido con freno de discos y contrabalance hidráulico.
  - Maquinilla de **izado de la panga** (P-5) de dos velocidades con freno de discos y contrabalance hidráulicos.
  - Maquinilla de **amantillo** (P-2) con freno de discos y contrabalance hidráulicos. El amantillo son los cabos que mueven la pluma verticalmente para levantar la carga con el salabardo.

- Maquinilla de **ostas** de babor (P-3) y estribor(P-4) con freno de discos y contrabalance hidráulicos. Las ostas son los cabos que mueven la pluma horizontalmente para poder trasladar la carga lateralmente de un sitio a otro.
- **Arraigada osta** estribor (P-65).
- Una **pluma auxiliar de salabardeo** (P-16) a babor, de unos 17 metros de longitud con amantillo aparejado en doble. Dicha pluma es la que realiza las labores de carga y descarga a la americana, lo que requiere de la utilización de la pluma principal o pluma de carga para la maniobra. En ella se disponen las siguientes maquinillas:
  - Maquinilla de **maniobra** (P-69) con freno de discos y contrabalance hidráulicos.
  - Maquinilla de **carga** (P-10) con freno de discos y contrabalance hidráulicos.
  - Maquinilla para la **moña** (P-12) (tope de popa de la red) con freno de discos y contrabalance hidráulicos.
  - Maquinilla de **amantillo** (P-8) con freno y contrabalance hidráulicos.
  - Maquinilla de **ostas** (P-13) para trincado de las plumas auxiliares con freno y contrabalance hidráulicos.
- Una **pluma auxiliar de carga** (P-17) a estribor de unos 17 metros de longitud con amantillo aparejado en doble para la americana. En ella se disponen las siguientes maquinillas:
  - Maquinilla de **maniobra** (P-68) con freno de discos y contrabalance hidráulicos.
  - Maquinilla de **carga** (P-11) con freno de discos y contrabalance hidráulicos.
  - Maquinilla de **amantillo** (P-9) con freno y contrabalance hidráulicos.
  - Maquinilla de **ostas** (P-13) para trincado de las plumas auxiliares con freno y contrabalance hidráulicos.



Imagen 35. Salabardeo



Imagen 36. Carga de la pesca

- Dos **grúas** (P-29) de 4 toneladas de capacidad, una a proa sobre la cubierta castillo para las maniobras de **descarga** de la pesca en puerto, y otra sobre la cubierta castillo en la zona de estiba de **botes rápidos** para ponerlos a flote.

Los cables que se instalan en las plumas son de acero, y además se disponen de cáncamos y cornamusas como es habitual en esta clase de buques.

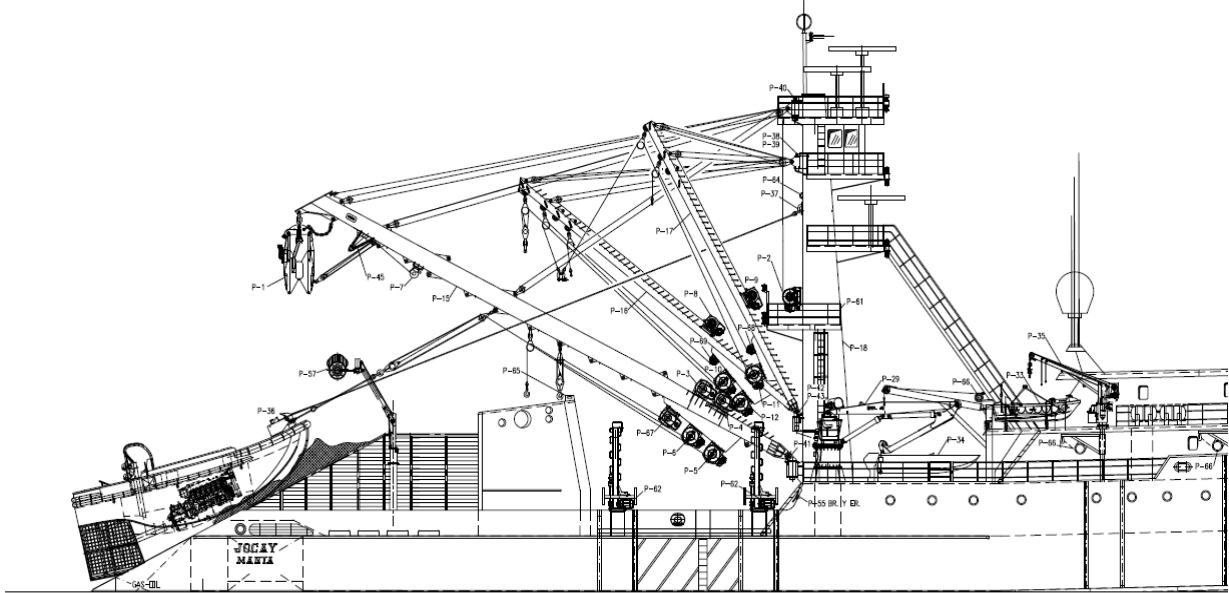


Imagen 37. Disposición de plumas y palo principal



Imágenes 38, 39 y 40. Palo principal, maquinillas de palos y halador

## 10.2. MAQUINILLAS DE JARCIA Y PESCA

Se dedica este apartado a la descripción del conjunto de maquinillas y elementos auxiliares que se utilizan en la compleja maniobra de pesca. Dichos equipos se instalan en la cubierta superior a popa del puente y a proa en la cubierta castillo.

Dichas maquinillas, al igual que las maquinillas de las plumas, requieren de una potencia de tiro que se estimará de manera global para así poder saber el consumo eléctrico de los equipos hidráulicos instalados en la cubierta principal.

- Una **maquinilla principal** (P-19) en el costado de estribor con tres carreteles en cascada, frenos y embragues hidráulicos, estibadores automáticos, frenos de retraso neumáticos, dos accionamientos independientes, uno para la jareta de proa y otro para la jareta de popa y tiro de popa. Cada accionamiento dispone de los controles necesarios para trabajar en serie y paralelo, además de velocidad regulable en ambas direcciones.



Imágenes 41 y 42. Maquinilla principal



Dos de los carreteles se utilizan para el virado de las jaretas de proa y popa (uno para cada uno), mientras que el tercero sujeta la moña (extremo tope de popa de la red) con el fin de evitar que la red se escape una vez finaliza el largado de la red.

- Un **rodillo de babor** con accionamiento hidráulico y sistema de rueda libre compuesto por 4 tramos de rodillo de 2 metros de largo cada uno.



Imagen 43. Rodillo de babor

- Un **pescante de cerco** (P-50) en popa en el costado de babor, muy robusto, abatible, disponiéndose un sistema de trincado que asegura la posición de trabajo y la de estiba. En él se disponen:
  - Dos **pastecas para la jareta** (P-46) de 32 toneladas cada una.
  - Dos **pastecas para los calones** de proa y popa (P-47).
  - Una **pasteca** para el cable de **remolque** de popa (P-63) de 12 toneladas.
  - Dos **grilletes de lira** (P-44) de 25 toneladas.
  - Una **barra guía** desmontable (P-48) para el calón.
  - Una **maquinilla de anillas** (P-28) con mando local pilotado.



Imagen 44. Pescante de cerco

- Dos **maquinillas de chóquer** (proa y popa) (P-20 y P-21) para la retenida de la bolsa de la red embarcada a la cubierta de pesca con ayuda del rodillo de babor, con guías, freno de discos y contrabalance hidráulicos.



Imagen 45. Maquinillas de chóquer

- Una **maquinilla de cierre de salabardeo** (P-24) sobre la cubierta superior a babor, con 2 cabirones y mando local pilotado, para la maniobra de cierre del salabardo en las labores de carga de las capturas a través de la escotilla de popa.
- Una **maquinilla de anillas** (P-28) con mando local pilotado.
- Una **maquinilla para el calón de proa** (P-26) a proa, con guía, freno de discos y contrabalance hidráulicos.



Imagen 46. Maquinilla calón de proa

- Un **pescante para el calón de proa** (P-31) en el costado de babor en proa que dispone de:



Imagen 47. Pescante calón de proa

- Un **grillete de lira** (P-56) de 13,5 toneladas.
- Una **pasteca** (P-58) para el calón de proa de acero galvanizado.

- Dos **maquinillas de corchos** (P-25) a babor, una en proa y otra en popa, con cabirón de acero.
- Dos **pescantes de botes rápidos** (P-23) a babor con cilindro hidráulico y sus correspondientes **maquinillas** (P-62).



Imagen 48. Pescante botes rápidos

- Un **palmeador de corchos** (P-57) a popa en el costado de estribor para facilitar la maniobra de estiba de la red.



Imagen 49. Palmeador de corchos

A continuación, se muestra una vista en planta de la disposición general en la que aparecen representados los equipos que se acaban de describir, tanto en la cubierta principal a popa de la superestructura como a proa sobre la cubierta castillo.

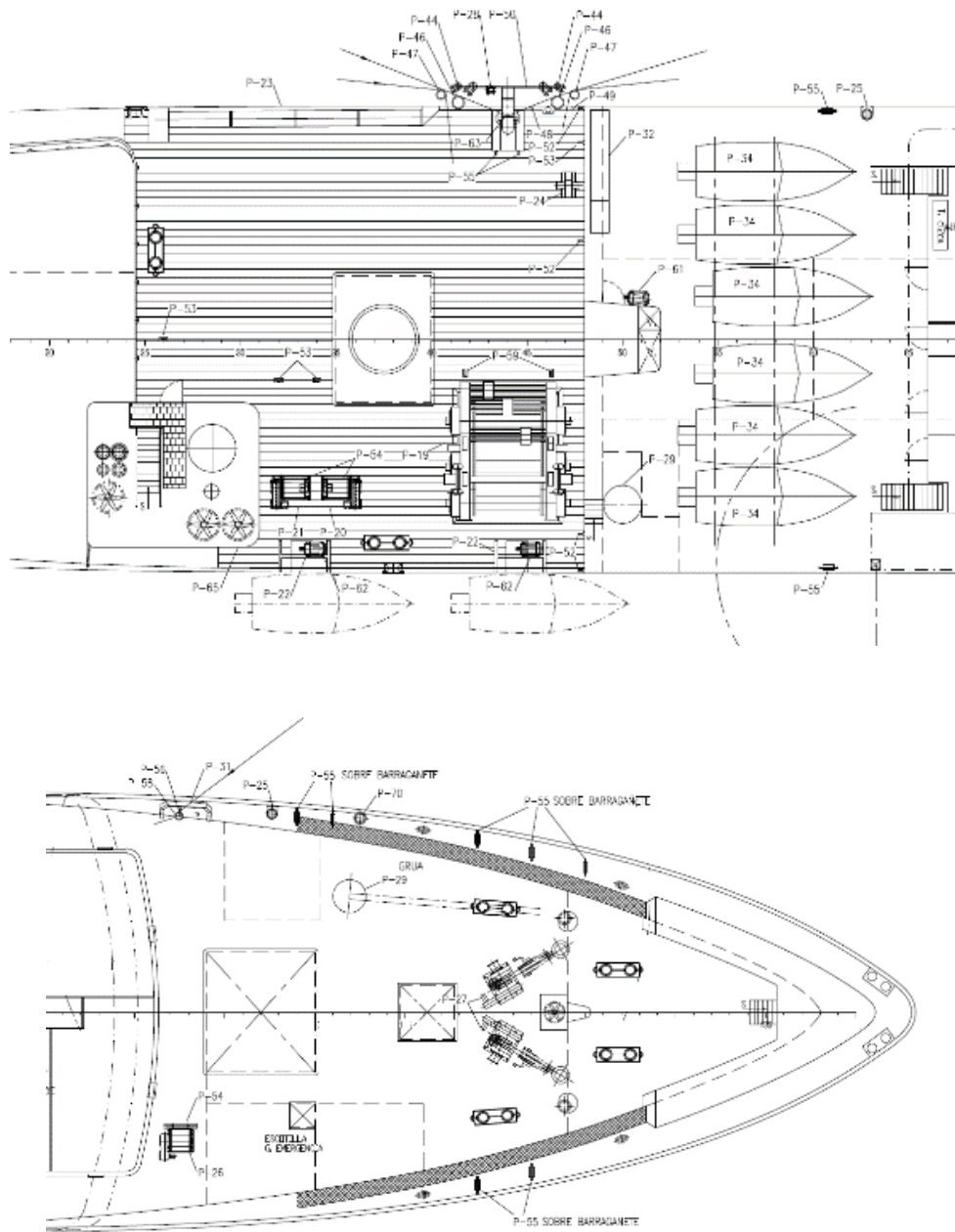


Imagen 50. Disposición maquinillas de pesca



### **10.3. CONSOLA DE CONTROL**

Sobre la cubierta castillo, a popa y orientada hacia la zona de maniobra de pesca, se instala una consola de control que dispondrá de una serie de mandos que permitirán controlar todas las maquinillas y equipos que se han descrito en los apartados anteriores.

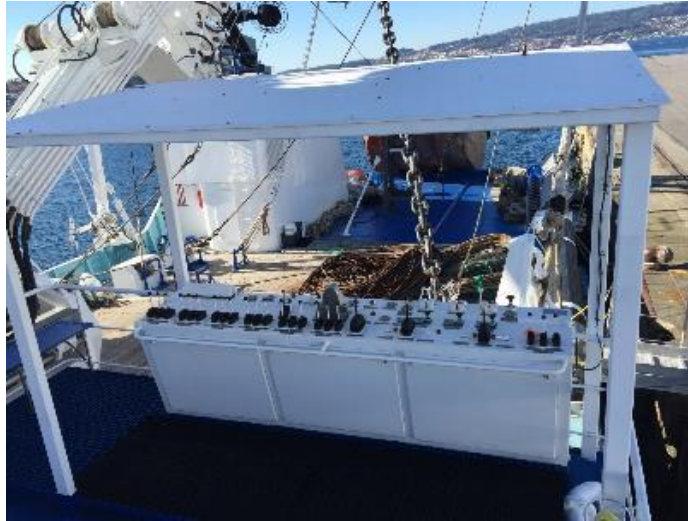


Imagen 51. Consola de control

Los mandos de los que dispone se nombran a continuación:

#### **PARA LA MAQUINILLA PRINCIPAL**

- Mandos independientes reversibles, progresivos y pilotados hidráulicamente para los carretes de jareta de proa y popa.
- Selectores serie/paralelo y selectores de velocidad de tres posiciones
- Válvulas de control fino.
- Mandos hidráulicos para frenos y embragues.
- Reguladores neumáticos para control de los frenos de retraso.
- Manómetros.

#### **PARA LAS MAQUINILLAS AUXILIARES**

- Mandos progresivos pilotados hidráulicamente para control de velocidad y sentido de:
- Halador.
- Maquinilla de panga.
- Maquinilla de rodillo de costado de babor.
- Maquinilla de amantillo y ostas
- Maquinilla de carga.
- Maquinilla del lanteón.

- Maquinilla de trincado del halador.
- Maquinilla de bolsas.
- Maquinilla de la moña.
- Maquinilla de arrastre del salabardo.

#### **10.4. INSTALACIÓN HIDRÁULICA EN CÁMARA DE MÁQUINAS**

En el costado de estribor, a proa de la cámara de máquinas y sobre la cubierta principal, se instala la central electro-hidráulica adecuada para el accionamiento de todo el equipo de pesca, compuesta por cuatro motores eléctricos de 250 kW (se toma dato del buque de referencia), doble eje con dos bombas dobles cada uno. Las bombas están interconectadas de tal forma que todo el sistema podrá ser accionado por tres cualquiera de los motores, sirviendo el cuarto de reserva de los anteriores.



Imagen 52. Planta hidráulica

Haciendo un estudio de las maquinillas y equipos que utilizan los buques de la base de datos, se llega a la conclusión de que, en este sentido, no existe diferencia a pesar de tener diferentes capacidades de carga. El motivo por el que esto ocurre es por evitar daños sobre la pesca, es decir, la capacidad de carga del salabardo está entorno a las 6-7 toneladas ya que, de ser de otro modo, el pescado se aplastaría y destrozaría.

Por otro lado, las redes de pesca tienen prácticamente las mismas dimensiones, lo que supone que la capacidad de tiro de dichos equipos será la misma independientemente de la capacidad del buque del que se trate.

Se instalan, además:

- Dos grupos electrohidráulicos con una bomba accionada por motor eléctrico de 11 kW para las líneas de mandos, uno principal y el otro de reserva.
- Un grupo electrohidráulico con una bomba simple accionada por un motor eléctrico de 30 kW para accionamiento de los pescantes de botes sin necesidad de arrancar la central principal.

- Un tomafuerzas con 5 bombas, accionado por motor diésel mediante acoplamiento de cadena y para ser utilizado como unidad de reserva. Sirve como freno para las maquinillas en caso de que el sistema hidráulico falle.
- El conjunto hidráulico llevará tanque, filtros, válvulas de seguridad, antirretornos, manómetros, alarma de nivel de aceite y sistema de refrigeración.

## 10.5. CARGA Y DESCARGA

Para las operaciones de carga y descarga del pescado, el barco irá dotado de una serie de instalaciones que se citan a continuación:

- Una **escotilla para descarga** situada en la **proa** sobre la cubierta castillo, dotada de un tronco que da acceso al extremo de proa de las cubas de pescado. Esta escotilla se dimensiona de manera que facilita dichas labores y va dotada de una tapa de aluminio dispuesta en dos mitades con sus bisagras y trincas de cierre.



Imagen 53. Escotilla de proa

- Una **escotilla para carga y descarga** situada sobre la cubierta superior en la zona de pesca y que da acceso al extremo de **popa** del parque de pesca. En este caso, la tapa y brazola son de acero inoxidable con sus trincas de cierre. Esta tapa dispone a su vez de una tapa de inoxidable por la que se introduce el atún capturado durante la maniobra de salabardeo. Bajo la escotilla circular va montada una tolva giratoria de inoxidable que conduce el pescado a la cinta transportadora dispuesta entre las escotillas de las cubas en toda su longitud. Dicha cinta está compuesta de tres tramos independientes, siendo el tramo central el más corto. Los tres tramos son reversibles, accionados por motores eléctricos, contruidos enteramente en acero inoxidable y dotados de bandas de goma y rodillos de apoyo. Para extraer el pescado congelado de las cubas y depositarlo en la cinta para su descarga al exterior, se instalan en el parque de pesca 8 maquinillas eléctricas verticales de 10 CV.



Imagen 54. Escotilla popa

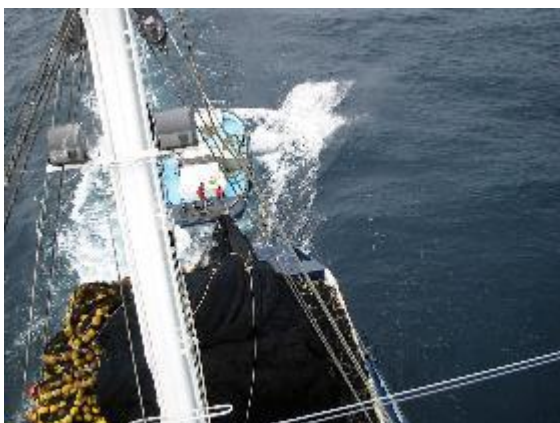
## 10.6. EMBARCACIONES AUXILIARES

Para la maniobra de cerco el Buque Proyecto utilizará dos tipos de embarcaciones auxiliares con diferentes funciones.

### 10.6.1. *Panga*

Se trata de una embarcación auxiliar que se emplea para tres funciones:

- Largado y cerco de la red, manteniendo en una determinada posición el extremo de proa de la red mientras que el buque realiza la maniobra de cerco.
- Tracción del buque sobre el costado de estribor a través de una estacha que, junto con las hélices transversales, mantienen al buque alejado de la red.
- Además, actúa como embarcación de rescate, por lo que está dotada de los equipos reglamentarios exigidos por la Administración.



Imágenes 55 y 56. Panga largando y traccionando

Siguiendo el buque de referencia de la base de datos “Albatún Dos”, se instala una panga de 12,00 m de eslora, 6,00 m de manga y 2,80 m de puntal. Las formas de proa y popa son redondeadas, con cajera a proa para defensa y patines laterales y central reforzados. Desplaza unas 50 tn, como se indica en el Cuaderno 2, y tiene un tiro de 13,5 tn. La panga está propulsada por un motor Caterpillar 3512 de 1.200 HP, con inversora que acciona una hélice de paso fijo y el servotimón es hidráulico. Requiere de una potencia de tiro tan elevada para desarrollarla durante la maniobra de pesca.



Imágenes 57 y 58. Panga

### 10.6.2. Speed Boats

El Buque Proyecto dispone de cinco botes rápidos, también llamados speed-boats, de aluminio para el pastoreo del atún hacia el copo impidiendo que este se escape.

Estos botes están propulsados por motores intraborda de 140 CV. Se estiban a popa en la zona de la cubierta castillo, usando para ello calzos de acero.

Como se ha indicado ya en el Cuaderno 2, el peso de cada uno de ellos es de 1,8 toneladas, y para ponerlos a flote el buque dispone de una grúa hidráulica autónoma situada en la cubierta castillo en la zona de estiba de dichas embarcaciones, como ya se ha indicado en apartados anteriores.



Imágenes 59 y 60. Speed boats

## 11. INSTALACIÓN FRIGORÍFICA DE LA PESCA

El Buque Proyecto, al igual que cualquier buque atunero congelador, almacena la carga en sus bodegas frigoríficas situadas en el parque de pesca. Para la conservación de las capturas utiliza un sistema de refrigeración característico y propio de este tipo de barcos, con una capacidad de congelación de 200 Tn/día.

De este modo, una vez que los atunes han sido embarcados, se trasladan a las cubas de congelación a través de la tolva y las canaletas por la escotilla de popa de la cubierta superior que los conducen a la cinta transportadora del parque de pesca.

Entre la cinta y cada una de las 24 cubas de las que dispone el Buque Proyecto se disponen unas canaletas desmontables que permiten almacenar finalmente los atunes en las cubas de congelación y conservación.

El sistema que utiliza el Buque Proyecto para la refrigeración es a través de serpentines con  $\text{Cl}_2\text{Ca}$  y salmuera refrigerada con dicho  $\text{Cl}_2\text{Ca}$  en las propias cubas.

La razón por la que se ha instalado este sistema de refrigeración es por los riesgos que conlleva la utilización de  $\text{NH}_3$  como líquido refrigerante directo para la pesca. En este caso, se utiliza un intercambiador de  $\text{NH}_3/\text{Cl}_2\text{Ca}$  que se instala en la cámara de máquinas, de manera que el amoniaco circula por cuatro circuitos independientes, cada uno de 50 kg de carga, refrigerando el  $\text{Cl}_2\text{Ca}$ . Esto da un total de 200 kg de refrigerante en el sistema, frente a los 8.000 kg que usan habitualmente este tipo de buques con sistemas sólo de amoniaco. En un supuesto caso de avería, el alcance sería menor, concentrándose en la sala de compresores.

Para describir el sistema y el proceso, se detallan las diferentes instalaciones y equipos que se utilizan.

### 11.1. INSTALACIONES DE LA PLANTA FRIGORÍFICA

La planta frigorífica del buque está formada por tres instalaciones o sistemas:

- **24 cubas de congelación** en cuyo interior se instala un sistema de serpentines por los que circula el líquido refrigerante ( $\text{Cl}_2\text{Ca}$ ), enfriado a su vez por  $\text{NH}_3$  en el circuito que se describe en el siguiente punto, y diversas tomas para la entrada de salmuera durante el proceso de congelación y su posterior retirada para proceder a la etapa de conservación de la pesca.

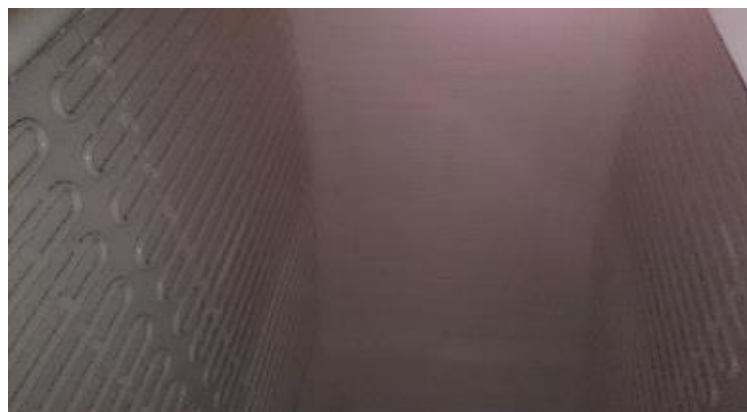


Imagen 61. Serpentes de cubas de carga

Las cubas se forran interiormente con chapa de acero calidad Naval D, de 6 mm en costados, mamparos y techos, y de 7 mm en pisos. El forro interior de las cubas se une a la estructura por medio de aisladores Elecqui, mientras que las costuras de soldadura se refuerzan para evitar grietas.

El montaje de los serpentines de  $\text{Cl}_2\text{Ca}$  en el interior de los tanques de pescado se hace lo más cerca posible del forro de las cubas para así evitar la pérdida de espacio dentro de la cuba. Se cuidan las curvas con el fin de que sean lo más cerradas posible a fin de aumentar la longitud útil de serpentines para mejorar la transmisión térmica.

Por otro lado, el Buque Proyecto utiliza un sistema de descarga por flotación, por lo que se instalan dos colectores, uno a cada costado por el techo del parque de pesca.



Imagen 62. Serpentines y colector salmuera

- Una **instalación de cuatro unidades enfriadoras** iguales situadas a babor en la cámara de máquinas sobre la cubierta principal. Cada una de ellas está formada por un compresor de tornillo y aspira de un separador de partículas desde el cual se alimenta por gravedad al intercambiador de placas de  $\text{NH}_3 / \text{Cl}_2\text{Ca}$ .

El compresor va montado sobre un separador de aceite horizontal y tienen además su propio economizador intermedio para aumentar su rendimiento. Para el enfriamiento de aceite se utiliza agua de mar y la condensación se realiza mediante condensadores de placas de titanio.

Es el  $\text{Cl}_2\text{Ca}$  el refrigerante que se bombea hacia los serpentines de cada una de las cubas de carga.

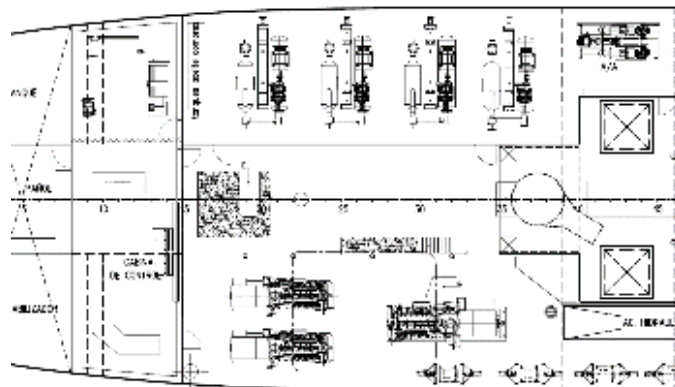


Imagen 63. Disposición sala de refrigeración en cámara de máquinas

Los equipos del servicio de refrigeración que se instala son los siguientes:

- 4 **separadores de partículas** horizontal en chapa de acero al carbono para los intercambiadores  $\text{NH}_3 / \text{Cl}_2\text{Ca}$  que separan las partículas de gas líquido del flash gas (burbujas de gas en la línea del líquido que viene desde el condensador hacia el dispositivo de expansión).
- 4 **electro-compresores** de tornillo de 230 kW de potencia cada uno (dato de buque "Jocay") que aspiran  $\text{NH}_3$  seco del separador de partículas a la temperatura de evaporación, lo comprime hasta la temperatura de condensación.
- 4 **economizadores** para los compresores, cada uno con un enfriador de placas y sus correspondientes elementos de control.
- 4 **intercambiadores tubulares de  $\text{NH}_3 / \text{Cl}_2\text{Ca}$** , cada uno con su bomba centrífuga para el enfriamiento del  $\text{Cl}_2\text{Ca}$  con el amoníaco para su posterior distribución a los serpentines de las cubas. La utilización de intercambiadores tubulares para acelerar el enfriamiento de las cubas reduce el tiempo necesario para la congelación del pescado, mejorando así la calidad final del producto.
- 4 **condensadores** horizontales de tipo marino con envolvente de acero y placas de titanio cada uno con su bomba de agua de 14 kW (dato de buque "Jocay") para licuar, con agua de mar, el gas de  $\text{NH}_3$  tras su evaporación por calentamiento en el intercambiador de placas. Además, disipa el calor de dicho gas refrigerante mediante el sistema de enfriamiento.



Imagen 64. Equipo de refrigeración

- 4 grupos de **electrobombas** para el bombeo de  $\text{Cl}_2\text{Ca}$  por los serpentines de las cubas, de  $165 \text{ m}^3/\text{h}$  a 3,5 bar. La potencia estimada a partir de la formulación utilizada hasta ahora es de 26,50 kW.



- **Tuberías de distribución** de  $\text{Cl}_2\text{Ca}$  a las cubas con sus válvulas de paso.
- **Serpentines** de acero galvanizado en las cubas de carga.
- Un **túnel de congelación y conservación** para la circulación de salmuera en las cubas situado entre las cubas de congelación que se extiende desde la cubierta de doble fondo hasta una altura de 3,00 metros. En él se instalan las 24 electrobombas centrífugas, utilizadas también para el lastrado de las cubas, de  $240 \text{ m}^3/\text{h}$  y 2,2 bar de presión modelo VM 125/33, de ejecución vertical monobloc IN-LINE de 1.450 r.p.m, 50 Hz y un peso 358 kg (incluido el motor) cuya potencia estimada en el correspondiente apartado es de 28,00 kW. Se incluyen mandos de marcha y parada en el propio túnel, así como las llaves de cierre o apertura del paso de la salmuera a cada una de las cubas. Además, se disponen de manómetro, termómetro y vacuómetro.



Imagen 65. Túnel de refrigeración

El proceso de congelación y conservación del atún hasta su descarga en puesto se realiza del siguiente modo:

- El atún se introduce en las cubas como se ha indicado y, a través de los colectores, se hace pasar una solución de salmuera sódica previamente enfriada a  $-18^{\circ}\text{C}$ , que se mantiene circulando en circuito cerrado unas 12-24 horas hasta que el pescado alcanza la temperatura de congelación adecuada (unos  $-18^{\circ}\text{C}$ ). Con este sistema cerrado, se crea una corriente de flujo que aumenta la velocidad de congelación de la pesca.
- Una vez congelado el pescado, se retira la salmuera y se conserva la carga seca a una temperatura de unos  $-20^{\circ}\text{C}$  con el líquido refrigerante ( $\text{Cl}_2\text{Ca}$ ) que circula por los serpentines.

## 12. SISTEMA DE VENTILACIÓN Y EXTRACCIÓN

En cualquier ambiente interior es necesario mantener el aire limpio, sin olores y en unas adecuadas condiciones de temperatura, humedad y velocidad. Además, requieren especial atención aquellas situaciones en las que se generan atmósferas tóxicas e inflamables, por el daño que pueden producir a las personas expuestas y a las propias instalaciones.

El Convenio Torremolinos, en su *Regla 70 del Capítulo V “Sistemas de ventilación”* indica los requerimientos exigidos para la instalación del sistema de ventilación a bordo del buque.

Los conductos que se van a utilizar para dicho sistema son de material incombustible, revestidos con un manguito de chapa de acero en aquellas zonas que atraviesan mamparos o cubiertas y cuya sección transversal libre excede de 0,02 m<sup>2</sup>.

La ventilación de los espacios de máquinas será suficiente para evitar en todas las condiciones normales la acumulación de vapores de petróleo, y serán independientes de los provistos para otros espacios.

La *Norma UNE-EN ISO 8861*, la cual define la ventilación como el suministro de aire a un espacio cerrado para satisfacer las necesidades de sus ocupantes y/o los requisitos del equipamiento en este respecto, establece los requisitos de diseño, los métodos de cálculo y la guía de buena práctica para la ventilación de la sala de máquinas en barcos de motor diésel, para condición normal en todo tipo de aguas, según las necesidades impuestas por la maquinaria de propulsión principal, generadores diésel, maquinaria eléctrica principal, etc. Los cálculos se basarán en información de los fabricantes salvo que no haya información disponible, en cuyo caso se extraerán los datos de dicha norma.

Como se verá a continuación, se calcularán los espacios de cámara de máquinas del motor principal y los espacios fuera de sala de máquinas de manera independiente.

### 12.1. CÁMARA DE MÁQUINAS

Para el cálculo del sistema de ventilación de la cámara de máquinas, se debe saber que el flujo de aire total  $Q$  a la sala de máquinas debe ser al menos el del valor más alto de las dos expresiones que se muestran a continuación. Se tendrá en cuenta que el cálculo debe basarse en el máximo régimen del motor diésel principal y los motores diésel de los generadores auxiliares.

$$Q = q_c + q_h$$

$$Q = 1,5 \cdot q_c$$

siendo:

$q_c$  = cantidad de flujo de aire para combustión en m<sup>3</sup>/s.

$$q_c = q_{dp} + q_{dg}$$

$q_{dp}$  = flujo de aire para la combustión del motor principal diésel en  $m^3/s$ .

$$q_{dp} = \frac{P_{dp} \cdot m_{ad}}{\rho} = \frac{7.200 \cdot 0,0017}{1,13} = 10,83 \text{ m}^3/s$$

$P_{dp}$  = potencia normalizada de servicio del propulsor a la máxima potencia de salida continua (100%MCR) en kW. Se toman los **7.200 kW** del motor CATERPILLAR 6L46F instalado.

$m_{ad}$  = aire necesario para la combustión del motor principal en kg/kW·s. El fabricante proporciona un flujo de aire al 100% de carga de 12,4 kg/s para el motor principal, por lo que se toman **0,0017 kg/kW·s**.

$\rho$  = densidad del aire a +35 °C, 70 HR y 101,3 kPa. Se toman **1,13 kg/m<sup>3</sup>**.

$q_{dg}$  = flujo de aire para la combustión de los motores diésel auxiliares en  $m^3/s$ .

$$q_{dg} = \frac{P_{dg} \cdot m_{ad}}{\rho} = \frac{2.400 \cdot 0,0017}{1,13} = 3,60 \text{ m}^3/s$$

$P_{dg}$  = potencia de servicio de los motores auxiliares a la máxima potencia de salida en kW. En el Cuaderno 11 "*Planta Eléctrica*" se instalan 3 generadores auxiliares WÄRTSILA 3512 B con una potencia unitaria de 1.200 kW. Se toman **2.400 kW**.

Por lo tanto,

$$q_c = 10,85 + 3,60 = \mathbf{14,50 \text{ m}^3/s}$$

Sin olvidarnos de que:

$$\mathbf{Q = q_c + q_h}$$

$q_h$  = cantidad de flujo de aire necesaria para evacuación de la emisión de calor en  $m^3/s$ .

$$q_h = \frac{\phi_{dp} + \phi_{dg} + \phi_b + \phi_p + \phi_g + \phi_{el} + \phi_{ep} + \phi_t + \phi_0}{\rho \cdot c \cdot \Delta T} - 0,4 \cdot (q_{dp} + q_{dg}) - q_b$$

donde:

$\Phi_b$ ,  $\Phi_p$ ,  $\Phi_t$  y  $q_b$  son datos que no se aplican en la formulación para el del Buque Proyecto.

$\Phi_{dp}$  = emisión de calor del motor principal en kW. Obtenido de la tabla de la norma.

$$\phi_{dp} = 210 \text{ kW (dato extraído del catálogo)}$$

$\Phi_{dg}$  = emisión de calor del motor auxiliar en kW. Obtenido de la tabla de la norma a partir de la potencia máxima de los motores generadores de electricidad.

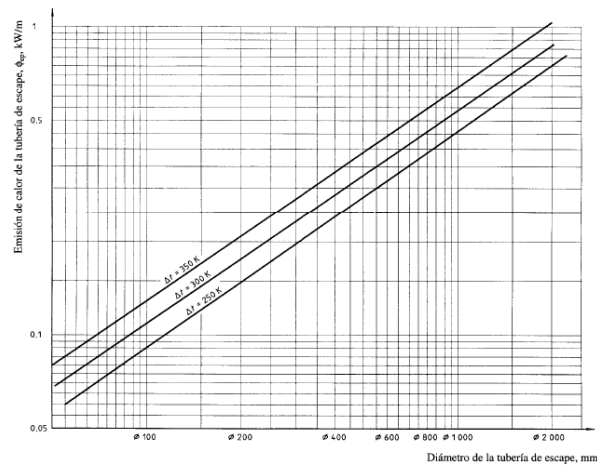


Imagen 66. Calor emitido por auxiliares

$$\phi_{dg} = 2 \cdot 56 = 112 \text{ kW}$$

$\Phi_g$  = emisión de calor del generador eléctrico refrigerado por aire en kW.

$$\phi_g = P_g \cdot \left(1 - \frac{\eta}{100}\right) = 2.500 \cdot \left(1 - \frac{0,94}{100}\right) = 2.476,50 \text{ kW}$$

Donde  $\eta = 0,94$  (dato extraído de la norma) y  $P_g$  es la potencia del generador instalado refrigerado por aire. Se toman **2.500 kW** del alternador de cola seleccionado en el Cuaderno 11.

$\Phi_{el}$  = emisión de calor de las instalaciones eléctricas en kW. En barcos convencionales, la emisión de calor por instalaciones eléctricas se toma como el 20% de la potencia en régimen del equipo eléctrico y de la iluminación que se utiliza en el mar. Se toma una potencia de **2.290,50 kW** extraída del balance eléctrico del Cuaderno 11 "Planta Eléctrica" en la situación más desfavorable (pescando y refriegrando).

$$\phi_{el} = 0,20 \cdot 2.290,00 = 458,10 \text{ kW}$$

$\Phi_{ep}$  = emisión de calor, en kW, de las tuberías de escape. Tomando como referencia el buque de la base de datos "Jocay", el diámetro de tubería del motor principal se estima de 1.300 mm y una longitud de 11,00 m (tomada desde la salida de gases del motor principal a la salida de los gases de combustión en la chimenea), con un  $\Delta t = 320$  K extraído de la norma.

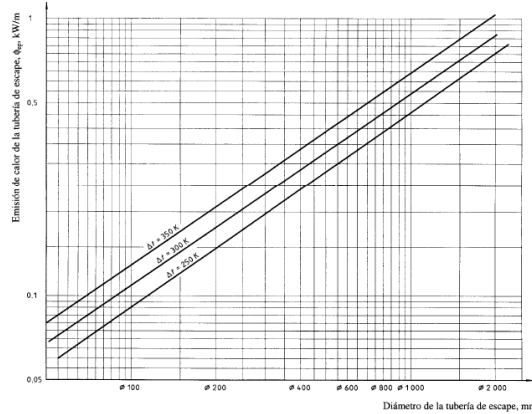


Imagen 67. Emisión de calor de tuberías de escape

$$\phi_{ep} = 0,70 \cdot 11,00 = 7,7 \text{ kW}$$

$\Phi_0$  = emisión de calor de otros componentes en kW. Al no disponer de datos, se toma el 40% de la emisión de gases del motor principal.

$$\phi_0 = 0,40 \cdot 210 = 84,00 \text{ kW}$$

$c$  = capacidad de calor específico del aire. Se toman **1,01 kJ/kg·K**.

$\Delta T$  = aumento de la temperatura del aire en la sala de máquinas, esto es, la diferencia de temperatura de entrada y la salida medida en las condiciones de diseño. Se toman 12,5 K.

Así,

$$q_h = \frac{210 + 112 + 2.476,50 + 458,10 + 7,70 + 84}{1,13 \cdot 1,01 \cdot 12,5} - 0,4 \cdot (10,85 + 3,60) = 228,90 \text{ kW}$$

$$Q = 14,45 + 228,90 = 243,36 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q = 1,5 \cdot 14,45 = 21,70 \text{ m}^3/\text{s}$$

Por lo que el caudal de aire final es el mayor de los resultados obtenidos:

$$\mathbf{Q = 243,36 \text{ m}^3/\text{s}}$$

Una vez calculado el flujo de aire a la sala de máquinas, se calcula la potencia eléctrica de la planta de ventilación. Para ello, se tiene en cuenta que el sistema de evacuación debe designarse para mantener una ligera presión positiva en dicha zona que no excederá los 50 Pa. Se toma una presión de 3 bar (30 m.c.a. o 294,2 MPa) y un caudal de aire de 243,36 m<sup>3</sup>/s con un rendimiento estimado del 60 %.

Se instalan tres ventiladores axiales de 70 kW de potencia cada uno (uno de respeto para cubrir una posible avería). Se instala además un extractor de 7,5 kW para exhaurir los gases generados en la cámara de máquinas.

## **12.2. OTROS ESPACIOS**

En este apartado se dimensionarán las capacidades de los equipos de ventilación de los principales locales a bordo del Buque Proyecto. Para ello se utilizará el buque de la base de datos como referencia.

### **12.2.1. Local del Grupo de Emergencia**

Como se ha indicado en el Cuaderno 10, la fuente de energía eléctrica de emergencia se instala a proa en el costado de estribor sobre la cubierta principal, de manera que esté asegurado en caso de incendio o ante otras causas de fallo de las instalaciones eléctricas principales.

Para un volumen del local de uno 100 m<sup>3</sup>, se instala un ventilador (400 V/50 Hz) con una capacidad de 12.000 m<sup>3</sup>/h a 3 bar, con motor de 5,2 kW. Dicho ventilador dispone de una parada remota en el exterior del local.

### **12.2.2. Local de Hélices de Proa**

En el local de las hélices de proa tienen un volumen aproximado de 120 m<sup>3</sup> y se instala un sistema de ventilación cuya capacidad es de 12.000 m<sup>3</sup>/h a una presión de 3 bar, con una potencia del motor de 5,2 kW.

### **12.2.3. Local del Túnel de Refrigeración**

El túnel de tuberías dispone de un sistema de extracción (exhaustación) de gases que permite eliminar las partículas gaseosas perjudiciales para la salud que pueda haber por pérdidas de refrigerante. Para cubrir los aproximadamente 400 m<sup>3</sup> del túnel, se dispone un equipo igual que el del local de las hélices de proa con capacidad de extracción de 20.000 m<sup>3</sup>/h a 4 bar, con motor de 18 kW.

### **12.2.4. Local de la Maquinaria Frigorífica en CCMM.**

El volumen del local frigorífico es de aproximadamente 300 m<sup>3</sup>, por lo que se decide instalar un ventilador sólo accionado para la extracción de un caudal de 20.000 m<sup>3</sup>/h a 4 bar de presión, siendo el motor de 18 kW de potencia.

Dicho ventilador dispone de una parada a distancia fuera del local frigorífico.

### **12.2.5. Local del Servomotor**

Para el local del servo, cuyo volumen aproximado es de 170 m<sup>3</sup>, se instala un extractor con una capacidad de 12.000 m<sup>3</sup>/h a 3 bar, con motor de 5,2 kW.

### **12.2.6. Aseos y Lavandería**

Los aseos comunes que se han instalado en la cubierta superior, así como la lavandería, dispondrán de ventilación forzada de uno 5.000 m<sup>3</sup>/h a 3 bar, con un motor de 1,5 kW de potencia. Los aseos privados también estarán provistos de ventilación de tipo forzada.

### **12.2.7. Puente y Derrota**

Para puente de gobierno y derrota, cuyo volumen aproximado es de 312 m<sup>3</sup>, se instala un extractor con una capacidad de 12.000 m<sup>3</sup>/h a 3 bar, con motor de 5,2 kW.

### **12.2.8. Enfermería y Camarotes de Marinería**

Para los camarotes, cuyo volumen total es de unos 500 m<sup>3</sup>, se instala un extractor común con una capacidad de 12.000 m<sup>3</sup>/h a 3 bar, con motor de 5,2 kW.



### 13. SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO

En lo que se refiere al sistema de aire acondicionado instalado en el Buque Proyecto, se dispone un sistema para los camarotes, despachos, comedores, salón, puente, derrota y radio.

El sistema está formado por la central de tratamiento de aire, las unidades de descarga de aire y los automatismos necesarios para su funcionamiento.

La central de tratamiento de aire está formada por su correspondiente sección de aire exterior y recirculado con compuertas de regulación, sección de filtrado de aire con filtros de tipo limpiable, batería de enfriamiento del aire, bandeja de recogida de agua de goteo, ventilador centrífugo, caja atenuadora de sonidos, automatismos de funcionamiento y control.

El aire, a su paso por la central, es filtrado, enfriado y deshumedecido. El aire así tratado es impulsado por un ventilador centrífugo a una caja atenuadora de sonidos desde donde se realiza la distribución de aire acondicionado a los distintos locales.

La distribución de aire se realiza por medio de conductos de chapa galvanizada aislados con lana de roca y con recubrimiento especial adaptado al uso marino.

El sistema tiene recirculación de aproximadamente el 60% del volumen de aire y regulación individual en cada salida. Las condiciones de temperatura y humedad relativa y el número de renovaciones por hora se muestran en la siguiente tabla:

	Exterior	Interior
Temperatura	+ 35 °C	+ 22 °C
Humedad Relativa	90 % HR	50% HR

La batería de enfriamiento de aire central está refrigerada mediante dos grupos compresores de funcionamiento automático, con condensador de placas enfriado por agua de mar, uno de ellos de reserva.

La climatización de la sala de control y taller se efectúa mediante un grupo compacto independiente.

Tomando como referencia el buque “Albatún Dos”, se instala una planta frigorífica con dos compresores (uno de reserva) de cuatro cilindros y efecto simple para refrigerante R-404A de Grasso, con capacidad para 194.200 kcal/h accionados por dos motores eléctricos horizontales en jaula de ardilla de 75 kW. Las dos electrobombas centrífugas horizontales no autocebadas para agua de mar son de bronce, con un caudal de 80 m<sup>3</sup>/h a 1,5 bar y accionadas por un motor eléctrico de 7,5 kW a 1.500 r.p.m.

La unidad climatizadora de aire se compone de: sistema de filtración, batería de enfriamiento y unidad de ventilación con capacidad frigorífica de 185.000 kcal/h. el grupo electroventilador es centrífugo, con capacidad para 15.000 m<sup>3</sup>/h, formada por un grupo compresor de 7 m<sup>3</sup>/h accionado por motores de 1 kW, un condensador y dos baterías de enfriamiento de aire.

La instalación se completa con dos condensadores horizontales de placas enfriados por agua de mar y un depósito horizontal para líquidos de 75 litros, con sus accesorios, conexiones y válvulas correspondientes.

## 14. EQUIPOS DE CONTROL DEL MOTOR PROPULSOR

Los equipos de control del motor propulsor se instalan tanto en el puente de gobierno como en el alerón de babor en la cubierta puente y en la cabina de control situada en la cámara de máquinas. Desde ahí, se podrán controlar y dirigir las maniobras de gobierno del buque.

El aparato de gobierno comprenderá lo siguiente:

- Mandos eléctricos en el puente de gobierno y alerón de babor.



Imagen 68. Mandos del puente de gobierno

- Mando eléctrico de emergencia a disponer en el local del servomotor.



Imágenes 69. Mandos local del servo

- Repetidor de ángulo de posición del timón en el puente de gobierno del panorámico.

- Servomotor hidráulico de émbolos.



Imagen 70. Servomotor

- Repetidores de ángulo de timón en la cofa, en el alerón de babor y cabina de control.



Imagen 71. Repetidor de ángulo del timón

- Equipos electrónicos necesarios.

## **ANEXO I\_NÚMERO DE EQUIPO**

# SECTION 4 EQUIPMENT

## Symbols

- EN : Equipment Number defined in [2.1]
- $\sigma_{ALL}$  : Allowable stress, in N/mm<sup>2</sup>, used for the yielding check in [4.9.7], [4.10.7], [4.11.2] and [4.11.3], to be taken as the lesser of:
- $\sigma_{ALL} = 0,67 R_{eH}$
  - $\sigma_{ALL} = 0,40 R_m$
- $R_{eH}$  : Minimum yield stress, in N/mm<sup>2</sup>, of the material, defined in Ch 4, Sec 1, [2]
- $R_m$  : Tensile strength, in N/mm<sup>2</sup>, of the material, defined in Ch 4, Sec 1, [2].

## 1 General

### 1.1 General

**1.1.1** The requirements in [2] and [3] apply to temporary mooring of a ship within or near harbour, or in a sheltered area, when the ship is awaiting a berth, the tide, etc.

Therefore, the equipment complying with the requirements in [2] and [3] is not intended for holding a ship off fully exposed coasts in rough weather or for stopping a ship which is moving or drifting.

**1.1.2** The equipment complying with the requirements in [2] to [4] is intended for holding a ship in good holding ground, where the conditions are such as to avoid dragging of the anchor. In poor holding ground the holding power of the anchors is to be significantly reduced.

**1.1.3** It is assumed that under normal circumstances a ship will use one bow anchor only.

## 2 Equipment number

### 2.1 Equipment number

#### 2.1.1 General

All ships are to be provided with equipment in anchors and chain cables (or ropes according to [3.2.5]), to be obtained from Tab 1, based on their Equipment Number EN.

In general, stockless anchors are to be adopted.

For ships with EN greater than 16000, the determination of the equipment will be considered by the Society on a case by case basis.

For ships having the navigation notation **coastal area** or **sheltered area**, the equipment in anchors and chain cables may be reduced. The reduction consists of entering in Tab 1 one line higher for ships having the navigation notation **coastal area** and two lines higher for ships having the navigation notation **sheltered area**, based on their Equipment Number EN.

For ships of special design or ships engaged in special services or on special voyages, the Society may consider equipment other than that in Tab 1.

#### 2.1.2 Equipment Number for ships with perpendicular superstructure front bulkhead

The Equipment Number EN is to be obtained from the following formula:

$$EN = \Delta^{2/3} + 2 h B + 0,1 A$$

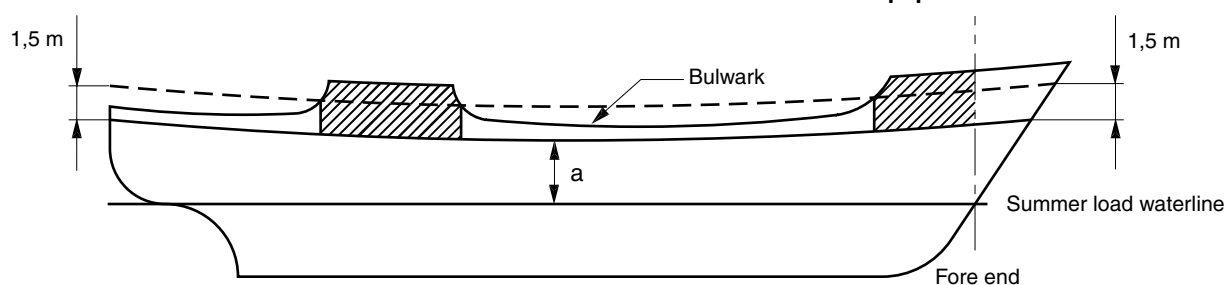
where:

- $\Delta$  : Moulded displacement of the ship, in t, to the summer load waterline
- $h$  : Effective height, in m, from the summer load waterline to the top of the uppermost house, to be obtained in accordance with the following formula:  
 $h = a + \sum h_n$   
 When calculating  $h$ , sheer and trim are to be disregarded
- $a$  : Freeboard amidships from the summer load waterline to the upper deck, in m
- $h_n$  : Height, in m, at the centreline of tier "n" of superstructures or deckhouses having a breadth greater than B/4. Where a house having a breadth greater than B/4 is above a house with a breadth of B/4 or less, the upper house is to be included and the lower ignored
- $A$  : Area, in m<sup>2</sup>, in profile view, of the parts of the hull, superstructures and houses above the summer load waterline which are within the length  $L_E$  and also have a breadth greater than B/4
- $L_E$  : Equipment length, in m, equal to L without being taken neither less than 96% nor greater than 97% of the total length of the summer load waterline.

Fixed screens, fixed picture windows or bulwarks 1,5 m or more in height are to be regarded as parts of houses when determining  $h$  and  $A$ . In particular, the hatched area shown in Fig 1 is to be included. In case of non butt-jointed picture windows, only the efficient closed areas are to be included.

The height of hatch coamings and that of any deck cargo, such as containers, may be disregarded when determining  $h$  and  $A$ .

**Figure 1 : Ships with perpendicular front bulkhead**  
**Effective area of bulwarks or fixed screen to be included in the Equipment Number**



**Table 1 : Equipment**

Equipment number EN $A < EN \leq B$		Stockless bower anchors		Stud link chain cables for bower anchors			
		N (1)	Mass per anchor, in kg	Total length in m	Diameter, in mm		
A	B				Q1	Q2	Q3
50	70	2	180	220,0	14,0	12,5	
70	90	2	240	220,0	16,0	14,0	
90	110	2	300	247,5	17,5	16,0	
110	130	2	360	247,5	19,0	17,5	
130	150	2	420	275,0	20,5	17,5	
150	175	2	480	275,0	22,0	19,0	
175	205	2	570	302,5	24,0	20,5	
205	240	3	660	302,5	26,0	22,0	20,5
240	280	3	780	330,0	28,0	24,0	22,0
280	320	3	900	357,5	30,0	26,0	24,0
320	360	3	1020	357,5	32,0	28,0	24,0
360	400	3	1140	385,0	34,0	30,0	26,0
400	450	3	1290	385,0	36,0	32,0	28,0
450	500	3	1440	412,5	38,0	34,0	30,0
500	550	3	1590	412,5	40,0	34,0	30,0
550	600	3	1740	440,0	42,0	36,0	32,0
600	660	3	1920	440,0	44,0	38,0	34,0
660	720	3	2100	440,0	46,0	40,0	36,0
720	780	3	2280	467,5	48,0	42,0	36,0
780	840	3	2460	467,5	50,0	44,0	38,0
840	910	3	2640	467,5	52,0	46,0	40,0
910	980	3	2850	495,0	54,0	48,0	42,0
980	1060	3	3060	495,0	56,0	50,0	44,0
1060	1140	3	3300	495,0	58,0	50,0	46,0
1140	1220	3	3540	522,5	60,0	52,0	46,0
1220	1300	3	3780	522,5	62,0	54,0	48,0
1300	1390	3	4050	522,5	64,0	56,0	50,0
1390	1480	3	4320	550,0	66,0	58,0	50,0
1480	1570	3	4590	550,0	68,0	60,0	52,0

(1) See [3.1.4].

Equipment number EN A < EN ≤ B		Stockless bower anchors		Stud link chain cables for bower anchors			
		N (1)	Mass per anchor, in kg	Total length in m	Diameter, in mm		
A	B				Q1	Q2	Q3
1570	1670	3	4890	550,0	70,0	62,0	54,0
1670	1790	3	5250	577,5	73,0	64,0	56,0
1790	1930	3	5610	577,5	76,0	66,0	58,0
1930	2080	3	6000	577,5	78,0	68,0	60,0
2080	2230	3	6450	605,0	81,0	70,0	62,0
2230	2380	3	6900	605,0	84,0	73,0	64,0
2380	2530	3	7350	605,0	87,0	76,0	66,0
2530	2700	3	7800	632,5	90,0	78,0	68,0
2700	2870	3	8300	632,5	92,0	81,0	70,0
2870	3040	3	8700	632,5	95,0	84,0	73,0
3040	3210	3	9300	660,0	97,0	84,0	76,0
3210	3400	3	9900	660,0	100,0	87,0	78,0
3400	3600	3	10500	660,0	102,0	90,0	78,0
3600	3800	3	11100	687,5	105,0	92,0	81,0
3800	4000	3	11700	687,5	107,0	95,0	84,0
4000	4200	3	12300	687,5	111,0	97,0	87,0
4200	4400	3	12900	715,0	114,0	100,0	87,0
4400	4600	3	13500	715,0	117,0	102,0	90,0
4600	4800	3	14100	715,0	120,0	105,0	92,0
4800	5000	3	14700	742,5	122,0	107,0	95,0
5000	5200	3	15400	742,5	124,0	111,0	97,0
5200	5500	3	16100	742,5	127,0	111,0	97,0
5500	5800	3	16900	742,5	130,0	114,0	100,0
5800	6100	3	17800	742,5	132,0	117,0	102,0
6100	6500	3	18800	742,5		120,0	107,0
6500	6900	3	20000	770,0		124,0	111,0
6900	7400	3	21500	770,0		127,0	114,0
7400	7900	3	23000	770,0		132,0	117,0
7900	8400	3	24500	770,0		137,0	122,0
8400	8900	3	26000	770,0		142,0	127,0
8900	9400	3	27500	770,0		147,0	132,0
9400	10000	3	29000	770,0		152,0	132,0
10000	10700	3	31000	770,0			137,0
10700	11500	3	33000	770,0			142,0
11500	12400	3	35500	770,0			147,0
12400	13400	3	38500	770,0			152,0
13400	14600	3	42000	770,0			157,0
14600	16000	3	46000	770,0			162,0

(1) See [3.1.4].

**Table 6 : Material and equipment certification status**

Component	Material		Equipment	
	Certificate	Reference of applicable requirements	Certificate	Reference of applicable requirements
Towing pennant	Not applicable	[4.7.1]	COI (1)	[4.7]
Chafing chain and associated accessories	COI (2)	[4.8.3]	COI (1)	[4.8]
Fairleads	CW	[4.9.2]	COI	[4.9]
Strongpoint:			COI (3)	[4.10]
• main framing	COI (2)	[4.10.2]		
• stopping device	COI (2)	[4.10.2]		
Pick-up gear:				No requirement
• rope	Not applicable	–	CW	
• buoy	Not applicable	–	Not required (4)	
• line-throwing appliance	Not applicable	–	Not required (4)	
Pedestal roller fairlead	CW	–	Not required (4)	No requirement
<p>(1) according to NR216 Materials and Welding, Ch 4, Sec 1.  (2) according to NR216 Materials and Welding, Chapter 1.  (3) to be type approved.  (4) may be type approved.</p> <p><b>Note 1:</b>  COI : Certificate of inspection,  CW : Works' certificate 3.1.B according to EN 10204.</p>				

#### 4.13.2 Inspection and certification

The materials and equipment are to be inspected and certified as specified in Tab 6.

#### 4.13.3 Prototype tests

Prototype tests are to be witnessed by a Surveyor and are to include the following:

- demonstration of the rapid deployment according to the criteria in [4.12]
- load test of the strongpoints (chain stoppers, towing brackets or equivalent fittings) under a proof load equal to 1,3 times the safe working load defined in [4.6.1].

A comprehensive test report duly endorsed by the Surveyor is to be submitted to the Society for review.

## 5 Towing and mooring arrangement

### 5.1 Towline and mooring line equipment

#### 5.1.1 Conditions of classification

The towline and the mooring lines equipment is given as a guidance but is not required as a condition of classification.

**5.1.2** The equipment in towline and mooring lines (length, breaking load and number of lines) is obtained from Tab 7, based on the ship Equipment Number EN.

### 5.2 Towlines and mooring lines

#### 5.2.1 General

The breaking load given in Tab 7 is used to determine the maximum design load applied to shipboard fittings as defined in [5.3.4].

The towlines having the characteristics defined in Tab 7 are intended as those belonging to the ship to be towed by a tug or another ship under normal towing conditions (calm water / harbour).

#### 5.2.2 Materials

Towlines and mooring lines may be of wire or synthetic fibre or a mixture of wire and fibre.

The breaking loads defined in Tab 7 refer to steel wires.

Steel wires and fibre ropes are to be tested in accordance with the applicable requirements in NR216 Materials and Welding, Ch 4, Sec 1.

#### 5.2.3 Steel wires

Steel wires are to be made of flexible galvanised steel and are to be of types defined in Tab 8.

Where the wire is wound on the winch drum, steel wires to be used with mooring winches may be constructed with an independent metal core instead of a fibre core. In general such wires are to have not less than 186 threads in addition to the metallic core.



### 5.2.4 Mooring alternative

When the breaking load of each mooring line is greater than 490kN, either a greater number of mooring lines than those required in Tab 7 having lower strength or a lower number of mooring lines than those required in Tab 7 having greater strength may be used, provided the total breaking load of all lines aboard the ship is greater than the value defined in Tab 7.

In any case, the number of lines is to be not less than 6 and the breaking load of each line is to be greater than 490 kN.

### 5.2.5 Length of mooring lines

The length of individual mooring lines may be reduced by up to 7% of the length defined in Tab 7, provided that the total length of mooring lines is greater than that obtained by adding the lengths of the individual lines defined in Tab 7.

**Table 7 : Towline and mooring lines**

Equipment number EN $A < EN \leq B$		Towline (1)		Mooring lines (1)		
A	B	Minimum length, in m	Breaking load, in kN	N (2)	Length of each line, in m	Breaking load, in kN (3)
50	70	180	98,1	3	80	34
70	90	180	98,1	3	100	37
90	110	180	98,1	3	110	39
110	130	180	98,1	3	110	44
130	150	180	98,1	3	120	49
150	175	180	98,1	3	120	54
175	205	180	112	3	120	59
205	240	180	129	4	120	64
240	280	180	150	4	120	69
280	320	180	174	4	140	74
320	360	180	207	4	140	78
360	400	180	224	4	140	88
400	450	180	250	4	140	98
450	500	180	277	4	140	108
500	550	190	306	4	160	123
550	600	190	338	4	160	132
600	660	190	371	4	160	147
660	720	190	406	4	160	157
720	780	190	441	4	170	172
780	840	190	480	4	170	186
840	910	190	518	4	170	201
910	980	190	550	4	170	216
980	1060	200	603	4	180	230
1060	1140	200	647	4	180	250
1140	1220	200	692	4	180	270
1220	1300	200	739	4	180	284
1300	1390	200	786	4	180	309
1390	1480	200	836	4	180	324
1480	1570	220	889	5	190	324
1570	1670	220	942	5	190	333
1670	1790	220	1024	5	190	353
1790	1930	220	1109	5	190	378
1930	2080	220	1168	5	190	402
2080	2230	240	1259	5	200	422

(1) The towline and the mooring lines are given as a guidance, but are not required as a condition of classification.

(2) See [5.2.7].

(3) For mooring lines with breaking load above 490 kN, see [5.2.4].

Equipment number EN $A < EN \leq B$		Towline (1)		Mooring lines (1)		
A	B	Minimum length, in m	Breaking load, in kN	N (2)	Length of each line, in m	Breaking load, in kN (3)
2230	2380	240	1356	5	200	451
2380	2530	240	1453	5	200	481
2530	2700	260	1471	6	200	481
2700	2870	260	1471	6	200	490
2870	3040	260	1471	6	200	500
3040	3210	280	1471	6	200	520
3210	3400	280	1471	6	200	554
3400	3600	280	1471	6	200	588
3600	3800	300	1471	6	200	612
3800	4000	300	1471	6	200	647
4000	4200	300	1471	7	200	647
4200	4400	300	1471	7	200	657
4400	4600	300	1471	7	200	667
4600	4800	300	1471	7	200	677
4800	5000	300	1471	7	200	686
5000	5200	300	1471	8	200	686
5200	5500	300	1471	8	200	696
5500	5800	300	1471	8	200	706
5800	6100	300	1471	9	200	706
6100	6500	300	1471	9	200	716
6500	6900	300	1471	9	200	726
6900	7400	300	1471	10	200	726
7400	7900	300	1471	11	200	726
7900	8400	300	1471	11	200	735
8400	8900	300	1471	12	200	735
8900	9400	300	1471	13	200	735
9400	10000	300	1471	14	200	735
10000	10700	300	1471	15	200	735
10700	11500	300	1471	16	200	735
11500	12400	300	1471	17	200	735
12400	13400	300	1471	18	200	735
13400	14600	300	1471	19	200	735
14600	16000	300	1471	21	200	735

(1) The towline and the mooring lines are given as a guidance, but are not required as a condition of classification.  
(2) See [5.2.7].  
(3) For mooring lines with breaking load above 490 kN, see [5.2.4].

Table 8 : Steel wire composition

Breaking load $B_L$ , in kN	Steel wire components		
	Number of threads	Ultimate tensile strength of threads, in N/mm <sup>2</sup>	Composition of wire
$B_L < 216$	72	1420 ÷ 1570	6 strands with 7-fibre core
$216 < B_L < 490$	144	1570 ÷ 1770	6 strands with 7-fibre core
$B_L > 490$	216 or 222	1770 ÷ 1960	6 strands with 1-fibre core

## **ANEXO II\_CÁLCULO MOLINETE ANCLAS**

# Normas prácticas para el diseño de molinetes de ancla

Juan Carlos Carral Couce, Ingeniero Industrial  
 Director Técnico de Talleres Carral  
 Luís Carral Couce, Doctor Ing. Naval  
 Profesor Universidad de La Coruña

## Indice

- 1.- Hipótesis de cálculo
- 2.- Ficha de especificación técnica
  - 2.1. Introducción.
  - 2.2. Forma y dimensiones del barbotén.
  - 2.3. Tipos de molinetes. Formas de accionamiento. Relación de transmisión.
  - 2.4. Potencia media e instantánea del motor del molinete.
  - 2.5. Dimensiones de los cabirones.
  - 2.6. Tipo y dimensiones del freno.
  - 2.7. Ejemplo de cálculo.
- 3.- Pruebas funcionales de aceptación
  - 3.1. Prueba de funcionamiento en vacío.
  - 3.2. Prueba estática.
  - 3.3. Prueba de funcionamiento en carga.
- 4.- Bibliografía

## 1.- Hipótesis de cálculo

Las presentes normas prácticas de diseño de molinetes son un ejemplo de condiciones mínimas a exigir a éstos, resultando de interés su seguimiento tanto a la hora de redactar las Especificaciones Técnicas que deberá cumplir el equipo, como de determinar criterios de aceptación de éste durante las pruebas en los talleres del fabricante. Sin embargo, estas recomendaciones no pretenden seguir fielmente los criterios dictados por las Sociedades de Clasificación en sus reglamentos. A falta de otras condicionantes especificadas por el armador son las que aconsejamos para el proyecto de molinetes.

1. Estando el molinete parado, el barbotén embragado y el freno sin actuar, sus elementos mecánicos, incluidos los anclajes, deben ser capaces de soportar un tiro aplicado en el diámetro primitivo del barbotén igual al 40 % de la carga de rotura de la cadena.
2. Si el molinete se va a emplear sin estopor, la carga estática deberá ser igual al 80 % de la carga de rotura de la cadena.
3. Estando el molinete en movimiento, sus elementos mecánicos deben ser capaces de soportar una carga perpendicular al eje del molinete, cuyo punto de aplicación corresponderá a aquél del barbotén de diámetro primitivo igual al mayor de los valores siguientes:
  - a)  $6,5^2 \times d_c$  (Kg.), siendo  $d_c$  el diámetro de la cadena.
  - b)  $1,1 \times (P_a + P_c)$ , siendo  $P_a$  el peso del ancla y  $P_c$  el peso de 165 m. de cadena (6 largos).
4. Estando el molinete en movimiento, sus elementos mecánicos deberán ser capaces de soportar, por lo menos, un esfuerzo superior en un 25 % al mayor de los dos valores anteriores, esto durante un tiempo no inferior a 30 minutos por operación y un mínimo de 12.000 operaciones.
5. Si el molinete es blanca, además de las fuerzas anteriores deberá ser capaz de soportar conjuntamente el 50 % de cada una de ellas aplicadas sobre los dos barbotenes.
6. El motor del molinete debe ser capaz de ejercer durante 30 minutos, al menos, la potencia correspondiente al valor siguiente:

$$P \text{ (C.V.)} = \frac{0,87 \times (P_a + P_c) \times V_s}{4.500 \times \eta_t \times \eta_e}$$

siendo:  $P_a$  = peso del ancla (Kg)  
 $P_c$  = peso de la cadena (Kg)  
 $V_s$  = velocidad de izada en m/min.  
 $\eta_t$  = rendimiento de la transmisión.  
 $\eta_e$  = rendimiento del escobén.

7. A falta de datos sobre los pesos de la cadena y el ancla, el motor del molinete deberá ser capaz de ejercer durante 30 minutos una potencia de:

$$P \text{ (C.V.)} = \frac{6,5 \times d_c^2 \times V_s}{4.500 \times \eta_m}$$

Siendo:  $d_c$  : diámetro de la cadena (mm)  
 $V_s$  : velocidad de izada (m / min.)  
 $\eta_m$  : rendimiento del molinete

8. El motor del molinete deberá ser capaz de ejercer durante 5 minutos, al menos, una potencia superior en un 20 % a la calculada en el apartado anterior.
9. El motor del molinete deberá estar preparado para soportar 6 arranques durante 30 minutos con periodos intermedios de reposo de 1 hora.
10. La velocidad media de izada no será inferior a 9 m/min. ni superior a 12 m/min., ello al régimen de giro nominal del motor y a plena carga.
11. Si el molinete va a trabajar conjuntamente con un estopor, deberá ser capaz de resistir frenado, y con el barbotén desembragado del motor, la mayor de las dos cargas estáticas siguientes, aplicadas estas en el diámetro primitivo del barbotén.
- $0,21 \times d_c^2 \times (50 - 0,20 \times d_c)$
  - El 15 % de la carga de rotura de la cadena.
12. Si el molinete no lleva estopor estas cargas se transforman en:
- $1,2 \times d_c^2 \times (50 - 0,20 \times d_c)$
  - El 80 % de la carga de rotura de la cadena.
13. En el caso de frenos asistidos, el sistema debe estar diseñado de forma tal, que si falla el suministro de energía al freno, este actuará de forma instantánea y automática.
14. El barbotén dispondrá de un acoplamiento tal, que permita en parado su desembragado y embragado del motor principal.
15. La forma y dimensiones del barbotén estarán de acuerdo a la norma UNBV 6044.
16. Los rodamientos se calcularán para una vida efectiva de 4.000 horas de trabajo a la carga y velocidad nominal. Siempre que sea posible estarán lubricados mediante baño de aceite o por barboteo. De realizarse este mediante cámara de grasa, entonces se dispondrán, fácilmente accesibles, engrasadores tipo "Tecalemit".
17. Los ejes y engranajes se calcularán a fatiga para una vida efectiva de 8.000 horas a la carga nominal de trabajo.
18. Con el fin de asegurar la duración de los cables y estachas, si el molinete tiene cabirones, estos presentarán un diámetro de al menos 15 veces el del cable a emplear, o en su caso 5 veces el diámetro de la estacha.
19. Si existe una reductora de engranajes se garantizará su lubricación de un modo continuo y suficiente. Deberá disponerse un sistema de control visual del nivel de aceite. No se admite la lubricación de engranajes mediante grasa.
20. Si el accionamiento es eléctrico, se aconsejan motores asíncronos de corriente alterna trifásica del tipo jaula de ardilla, hasta 40 C.V. y eventualmente de anillos rozantes. Tendrán aislamiento clase F y calentamiento clase B. El grado de protección deberá ser (UNE 20324 - CEI 144) IP-560 cuando vayan sobre cubierta, e IP-540 en los demás casos.
21. Si el accionamiento es hidráulico, la presión de trabajo del sistema deberá ser, como máximo, del 70 % de la máxima admisible en continuo por el fabricante del componente cuya presión nominal, sea la menor de todos los elementos constitutivos del sistema.
22. Si el reductor mecánico es reversible o el molinete es de accionamiento directo, debe disponerse un sistema que asegure el frenado del motor cuando este, voluntariamente o no, deje de funcionar. En particular en el caso de molinetes accionados eléctricamente se recomienda el empleo de un electrofreno de falta de corriente.

23. Un aspecto a considerar por el astillero será el sistema de taqueado a emplear, ello necesariamente deberá ser indicado al fabricante del equipo, ya que de utilizarse el taqueado mediante resina epóxica, la bancada del equipo deberá presentar la superficie necesaria para que las cargas específicas sobre el taco resulten admisibles.

Todos los elementos susceptibles de oxidación deberán estar protegidos contra la corrosión mediante pinturas o tratamientos tales como el galvanizado, electrocincado, etc. Un ejemplo de protección adecuado sería la aplicación del siguiente esquema de pintado:

#### Superficies exteriores:

Granallado SAE 2 1/2

Una capa de silicato de Zn de 35  $\mu$ m

Una capa de Epoxi cromatada de 50  $\mu$ m.

Una capa de Imprimación de 40  $\mu$ m.

#### Superficies interiores:

Granallado SAE 2 1/2

Una capa de silicato de Zn de 50  $\mu$ m

## 2. Ficha de especificación técnica

### 2.1. Introducción

La Ficha de Especificación Técnica del Molinete define sus características principales de acuerdo a los datos suministrados por el cliente. Esta contendrá toda la información necesaria para que el fabricante pueda suministrar el equipo adecuado a estas características. En general, los datos mínimos necesarios para definir un molinete son:

- Tipo de molinete y accionamiento.
- Número de líneas de fondeo.
- Diámetro y grado de la cadena.

Otros datos que completan esta información básica serían, la velocidad de izada, la existencia o no de cabirones auxiliares, y en el caso de ser accionado mediante motor eléctrico, el número de velocidades del motor.

### 2.2.- Forma y dimensiones del barbotén.

Los barbotenes, en general, tienen cinco puntas, aunque eventualmente se construyen también de cuatro. Su forma debe ser tal que siempre esté en contacto con sus puntas, al menos, dos eslabones de cadena. Esta condición dependerá del ángulo abrazado por la cadena en el barbotén, el cual, a su vez vendrá determinado por la posición relativa entre la regola de cubierta ó el estopor y el tubo de gatera de la caja de cadenas. Por ello, una vez situado el equipo sobre su polín a bordo, se deberá comprobar este hecho.

Nosotros recomendamos el barbotén de 5 puntas, cuyas dimensiones se corresponden con la norma UNBV 6044 y se reflejan en la figura 1.

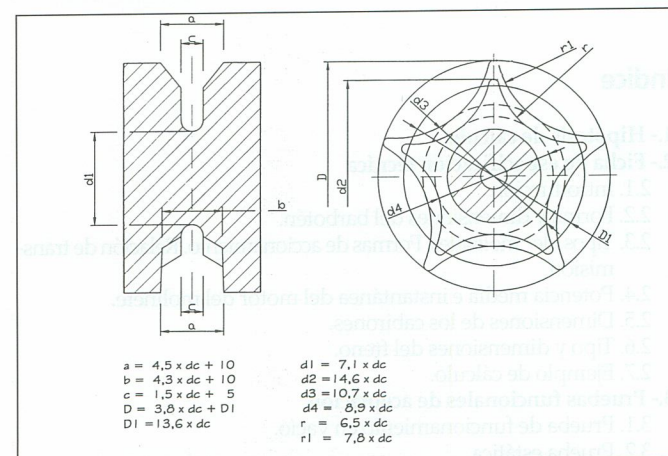


Figura 1.- Dimensiones y geometría del barbotén en función del diámetro de la cadena.

De todas estas medidas la más importante para el cálculo será la correspondiente al diámetro primitivo del barbotén, respondiendo a la fórmula:

$$D_b = 1,27 \times 10^{-2} \times d_c$$

siendo:  $d_c$ : el diámetro de la cadena en mm.

Los barbotenes se montan libres sobre el eje del molinete, recibiendo el par del accionamiento mediante un embrague de garras. Dada la alta carga radial y baja velocidad se suele montar sobre cojinetes de bronce. Si se emplean rodamientos deberán ser estos del tipo de rodillos.

### 2.3 Tipos de molinete. Forma de accionamiento. Relación de transmisión

Básicamente, los molinetes se clasifican en bianclas o de dos líneas de fondeo y monoanclas o de una única línea de fondeo. Estos últimos pueden a su vez ser horizontales o verticales según la posición que adopte el eje de transmisión del barbotén. (Fig. 2 y 3).

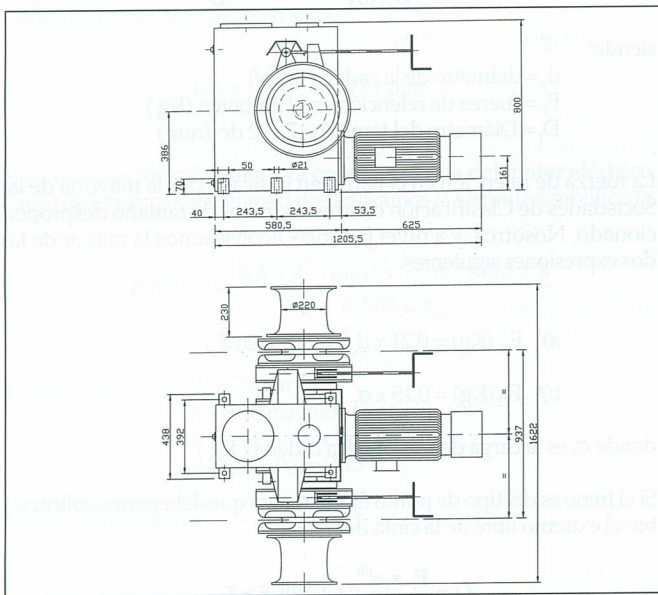


Figura 2.- Molinete biancla del tipo horizontal para cadena de 22mm. y accionamiento eléctrico.

En general los molinetes bianclas se emplean para cadenas pequeñas y medianas (22 – 70 mm). Tanto para cadenas muy pequeñas, de diámetros inferiores a esta primera cifra, y grandes, más de 70 mm., se usan los monoanclas.

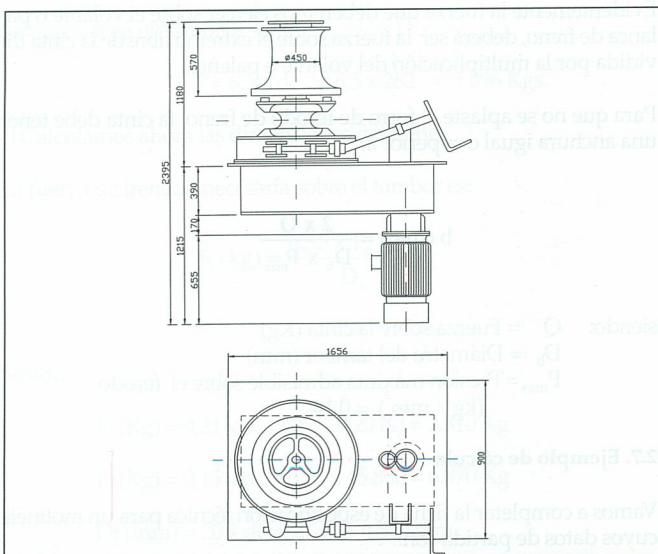


Figura 3.- Molinete de anclas vertical para cadena de 34 mm. Y accionamiento eléctrico.

En lo referente al accionamiento los más utilizados son el eléctrico y el hidráulico. Entre los motores eléctricos más comunes destacaremos el de corriente continua y el asíncrono de corriente alterna. El motor de corriente continua presenta dos grandes ventajas; tener un alto par de arranque, lo que es importante para zarpar el ancla, y el hecho de aumentar su velocidad al disminuir la carga, lo que nos reduce el tiempo de izado. En contra tenemos su elevado precio y mantenimiento.

De los motores asíncronos de corriente alterna a nosotros nos interesan dos tipos, el de rotor en jaula de ardilla y el de anillos rozantes. El primero es muy económico y de fácil mantenimiento pero presenta peor par de arranque que el de anillos rozantes. Ambos tipos apenas presentan variación de velocidad al reducirse la carga, por lo que para disminuir el tiempo de izado del ancla se recurre a la instalación de motores con varias velocidades.

En cuanto a los accionamientos hidráulicos, se usan principalmente los motores rápidos de pistones axiales conectados a bombas de caudal constante ó variable. Ambos sistemas presentan la ventaja de poder variar la velocidad de izado, al tiempo que ofrecen un par constante independientemente de ésta. Por el contrario, su elevado precio y alto mantenimiento, constituyen sus desventajas.

Concluimos diciendo que en molinetes pequeños, hasta cadena de 30 mm., se usan principalmente los motores asíncronos. Para cadenas mayores se prefiere el accionamiento hidráulico o el eléctrico de corriente continua.

En general los molinetes llevan un reductor mecánico, siendo necesario determinar su relación de transmisión, que se define como el cociente entre el número de vueltas del eje de entrada, donde se sitúa el motor de accionamiento, y el del eje de salida.

$$i = \frac{N_m}{N_b} = \frac{4 \times 10^{-2} \times N_m \times d_c}{V_s}$$

siendo:  $d_c$  = diámetro de la cadena (mm)  
 $V_s$  = velocidad de izada (m / min)  
 $N_m$  = r.p.m. del motor de accionamiento

Si el accionamiento es eléctrico tomaremos como velocidad del motor la correspondiente a plena carga. En general podremos elegir entre varias posibilidades; 500, 750, 1000, 1.500 o 3.000 r.p.m.

En los molinetes con cabirones auxiliares para maniobras de amarre, como la velocidad requerida suele ser del orden de 20 m/min., resultan particularmente interesantes los motores de dos velocidades.

Si el accionamiento elegido es el hidráulico, la velocidad del motor dependerá de su cilindrada y del caudal suministrado por la bomba que lo alimenta, es decir:

$$N_m = \frac{Q \times \eta_v \times 1000}{V_g}$$

siendo:  $Q$  = Caudal de la bomba (l / min.)  
 $\eta_v$  = Rendimiento volumétrico (0,8 - 0,95)  
 $V_g$  = Cilindrada del motor (cm<sup>3</sup>)

### 2.4.- Potencia media e instantánea del motor del molinete

La potencia media del motor del molinete depende del número de líneas de fondeo, del tamaño y grado de la cadena, de la velocidad de izada y de los rendimientos del molinete y escobén.

Si no disponemos de datos suficientes da buenos resultados la fórmula siguiente:

$$P (C.V.) = \frac{6,5 \times d_c^2 (mm) \times v_s (m/min) \times k}{4.500 \times \eta_m}$$

Siendo:

- $d_c$  = diámetro de la cadena (mm)
- $V_s$  = Velocidad de izada (m/min.) 9 - 11
- $k$  = Coeficiente corrector. Tómesese 0,91 para molinetes monoancla y 1 para biancla.
- $\eta_m$  = Rendimiento del molinete 0,4 - 0,8

Disponiendo de datos sobre el grado y longitud de cadena, el peso del ancla, el rendimiento del escobén y de la reductora, será mejor emplear la fórmula siguiente:

$$P (C.V.) = \frac{0,87 \times (P_a + 0,02 \times d_c^2 \times L) \times V_s}{4.500 \times \eta_m \times \eta_e}$$

- Siendo:
- $P_a$  = Peso del ancla (Kg)
  - $d_c$  = diámetro de la cadena.
  - $L$  = longitud de cadena.
  - $V_s$  = velocidad de izada (m/min.)
  - $\eta_m$  = rendimiento del molinete.
  - $\eta_e$  = rendimiento del escobén (0,5 - 0,7)

Generalmente desconocemos el rendimiento del molinete. Podemos obtener una aproximación multiplicando los rendimientos unitarios de cada uno de sus saltos de engranajes constitutivos y del barbotén. Como orientación citaremos algunos rendimientos típicos:

- Pareja de engranajes cilíndricos con relación de transmisión  $i \leq 8$ :  $\eta = 0,95 - 0,90$
- Pareja de engranajes cónicos con relación de transmisión  $i \leq 10$ :  $\eta = 0,90 - 0,85$
- Grupo de engranajes corona-tornillo sin fin reversible  $\eta = 0,5 - 0,7$

- Grupo de engranajes corona-tornillo sin fin irreversible  $\eta = 0,4 - 0,5$

Como rendimiento del barbotén puede tomarse 0,98

Para zarpar el ancla del fondo el motor deber vencer el poder de agarre de esta. Por esta razón el motor durante dos minutos deberá ejercer la potencia instantánea calculada a continuación:

$$P (C.V.) = \frac{(2,1 P_a + 0,02 \times d_c^2 \times L) \times V_s}{4.500 \times \eta_m \times \eta_e}$$

En el caso de accionamiento mediante motor eléctrico asíncrono hay que comprobar que el par de arranque sea suficiente para hacer zarpar el ancla con toda la cadena largada.

## 2.5.- Dimensiones de los cabirones

Los cabirones en los molinetes de ancla se emplean para virar las amarras en la zona del castillo. Como suelen ir montados en el mismo eje que el barbotén, para conseguir una velocidad de izada adecuada, prácticamente, deben girar al doble de vueltas que aquél. La forma más sencilla de lograrlo será variando la velocidad del motor de accionamiento.

El diámetro del cabirón debe ser tal que se evite el deterioro del cable o estacha al arrollarlo. Por esta razón el diámetro mínimo del cabirón deberá ser superior en 15 veces al del cable, o 5 veces el diámetro de la estacha.

## 2.6.- Tipo y dimensiones del freno

Todo barbotén debe llevar un freno que le permita reducir su velocidad o detenerlo cuando se largue la cadena. En la mayoría de los casos este freno es de cinta del tipo de punto fijo. Para molinetes de gran tamaño se prefiere el tipo diferencial por ser autoenergizante y poder llegar a ser automático.(Fig. 4)

Para obtener la fuerza necesaria de la cinta sobre el tambor de freno, principalmente en frenos de punto fijo de accionamiento manual, los

molinetes de cadena superior a 50 mm. suelen incorporar sistemas que multiplican la fuerza que hacemos sobre la palanca ó volante de accionamiento.

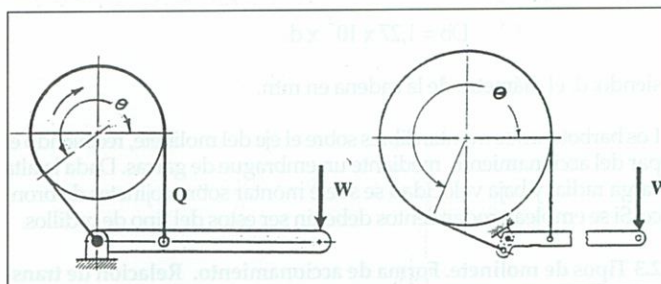


Figura 4.- Tipos de frenos de cinta; de punto fijo y diferencial.

La fuerza de frenado necesaria sobre el tambor es:

$$F_r = \frac{2 \times M_r (Kkgm)}{D_t (m)} = \frac{6,35 \times F_r \times d_c}{D_t}$$

siendo:

- $d_c$  = diámetro de la cadena (mm)
- $F_r$  = fuerza de retención en el barbotén (Kg)
- $D_t$  = Diámetro del tambor: 17 - 22  $d_c$  (mm)

La fuerza de retención en el barbotén indicada por la mayoría de las Sociedades de Clasificación conduce a frenos de tamaño desproporcionado. Nosotros, y a nivel práctico, aconsejamos la mayor de las dos expresiones siguientes.

a)  $F_{r1} (Kg) = 0,21 \times d_c^2 \times (50 - 0,20 d_c)$

b)  $F_{r2} (Kg) = 0,15 \times \sigma_r$

donde  $\sigma_r$  es la carga de rotura de la cadena ( Kg )

Si el freno es del tipo de punto fijo, la fuerza que deberemos aplicar sobre el extremo libre de la cinta de freno es;

$$Q = \frac{F_r \times e^{\mu\theta}}{e^{\mu\theta} - 1} \approx 1,3, 1,5 \times F_r$$

donde:

- $\theta$  = ángulo abarcado en radianes.
- $\mu$  = coeficiente de fricción.

Evidentemente la fuerza que deberemos ejercer sobre el volante o palanca de freno, deberá ser la fuerza sobre el extremo libre de la cinta dividida por la multiplicación del volante o palanca.

Para que no se aplaste el forro de ferodo de freno, la cinta debe tener una anchura igual o superior a:

$$b (mm) = \frac{2 \times Q}{D_b \times P_{max}}$$

- siendo:
- $Q$  = Fuerza sobre la cinta (Kg)
  - $D_b$  = Diámetro del tambor (mm)
  - $P_{max}$  = Presión máxima admisible sobre el ferodo ( $kg / mm^2$ ) = 0,14

## 2.7. Ejemplo de cálculo

Vamos a completar la ficha de especificación técnica para un molinete cuyos datos de partida son:

*Molinete horizontal con dos líneas de fondeo para cadena de 28 mm.*

Dos cabirones auxiliares.  
Accionamiento eléctrico.

a) Comenzamos calculando la relación de transmisión correspondiente para este molinete

$$i = \frac{N_m}{N_b} = \frac{4 \times 10^{-2} \times N_m \times d_c}{v_s}$$

Partiremos de un motor de 1.500 r.p.m.(a plena carga 1450) y una velocidad de izada de 10 m/min., sustituyendo:

$$i = \frac{4 \times 10^{-2} \times 1450 \times 28}{10} = 162,4$$

Esta relación de transmisión la podemos obtener con dos grupos de engranajes, el primero un sin fin de 32:1 y el segundo cilíndrico de relación de reducción 5,075:1

Las revoluciones del barbotén serán:

$$N_b = \frac{1450}{162,4} = 8,93 \text{ r.p.m.}$$

b) A continuación calculamos la potencia media del motor eléctrico. Como no tenemos suficientes datos aplicamos la fórmula simplificada.

$$P \text{ (C.V.)} = \frac{6,5 \times d_c^2 \text{ (mm)} \times v_s \text{ (m/min)} \times k}{4.500 \times \eta_m}$$

En este caso:  $d_c = 28 \text{ mm.}$   
 $v_s = 10 \text{ m/min.}$   
 $k = 1 \text{ (por ser blanca)}$   
 $\eta = 0,5 \times 0,9 = 0,45$

Sustituyendo valores:

$$P_m = \frac{6,5 \times 28^2 \times 10 \times 1}{4.500 \times 0,45} = 25,16 \text{ C.V.}$$

Adoptamos el motor de potencia estándar inmediato superior; 25 C.V. Sabemos que durante 5 minutos deberá dar un 20 % más de potencia, es decir 30 C.V.

La tracción en el barbotén será:

$$T = 6,5 \times d_c^2 = 6,5 \times 28^2 = 5.096 \text{ Kgs.}$$

c) Calculamos ahora las dimensiones del freno:

La fuerza de frenado necesaria sobre el tambor es:

$$F_f \text{ (kg)} = \frac{6,35 \times F_r \times d_c}{D_t}$$

Siendo:

$$F_1 \text{ (Kg)} = 0,21 \times d_c^2 \times (50 - 0,20 d_c) = 7.310 \text{ Kg}$$

$$F_2 \text{ (Kg)} = 0,15 \times \sigma_r = 0,15 \times 45.800 = 6.870 \text{ Kg}$$

$$D_t \text{ (mm)} = 20 \times d_c = 20 \times 28 = 560 \text{ mm.}$$

Adoptamos como diámetro del tambor 500 mm. Sustituyendo valores,

la fuerza de frenado necesaria será:

$$F_f \text{ (kg)} = \frac{6,35 \times 7.310 \times 28}{500} = 2.599 \text{ kgs.}$$

Y la fuerza a ejercer sobre la parte libre de la cinta de freno:

$$Q = 1,4 \times F_f, \quad Q = 1,4 \times 2.599 = 3.638 \text{ Kgs.}$$

En consecuencia, la anchura mínima de la cinta de freno es:

$$b \text{ (mm)} = \frac{2 \times Q}{D_b \times P_{\max}}$$

siendo:  $Q = \text{Fuerza sobre la cinta: } 3.638 \text{ Kg}$   
 $D_b = \text{Diámetro del tambor: } 500 \text{ mm}$   
 $P_{\max} = \text{Presión sobre el ferodo: } 0,14$

Sustituyendo:

$$b = \frac{2 \times 3.628}{500 \times 0,14} = 103,9 \text{ mm.}$$

El freno será de 500 x 100 mm.

La ficha técnica del molinete quedará representada en la figura 5.

CLIENTE _____
FECHA _____ ATT. _____ TLF _____
MOTOR ELECTRICO 25 C.V. a 1.500 R.P.M. ELECTRIC MOTOR
R.P.M. BARBOTEN 8,93 CABLE LIFTER R.P.M.
DIAMETRO CABIRON : 225 mm WARPING END DIAMETER
DIMENSIONES DEL FRENO : 500 X 100 mm BRAKE DIMENSIONS
VELOCIDAD DE IZADA : 10 m/min. HOISTING SPEED
TRACCION BARBOTEN : 5.096 Kg. CABLE LIFTER PULLING
DIAMETRO Y GRADO DE CADENA: 28 mm. U-2 CHAIN DIAMETER

Fig. 5.- Ficha técnica de un molinete tipo

### 3.- Pruebas funcionales de aceptación

Para demostrar el cumplimiento de lo indicado en la ficha de especificación técnica, así como el correcto funcionamiento del equipo, se deberán realizar tres tipos de pruebas:

- Prueba funcional en vacío.
- Prueba estática
- Prueba de funcionamiento en carga



### 3.1 Prueba de funcionamiento en vacío

Esta consistirá en tener rodando el molinete, sin carga, durante dos ciclos completos de funcionamiento. Esto es, 15 minutos con la velocidad rápida en un sentido y a continuación 30 con la velocidad lenta en sentido contrario. Para a continuación repetir la secuencia de trabajo, pero variando el sentido de giro. En cada caso se registrará la tensión de entrada al motor eléctrico, así como el consumo de éste.

Se comprobará el correcto funcionamiento del dispositivo de embrague y del de frenado, realizando esta operación reiteradas veces.

### 3.2 Prueba estática

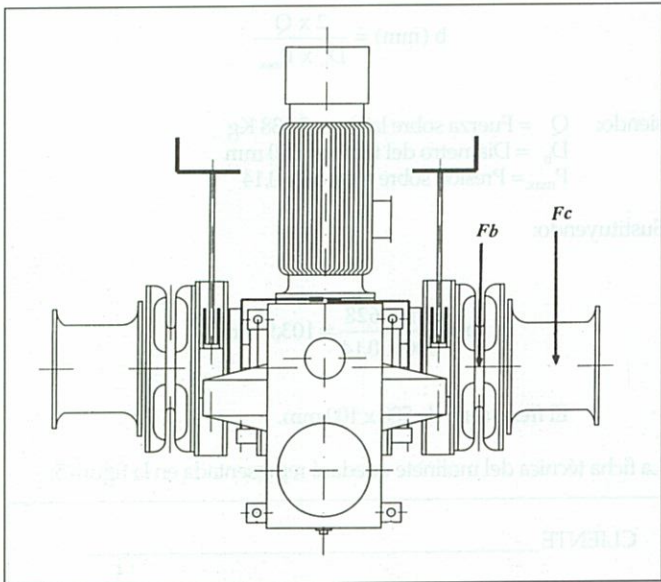


Figura 6.- Prueba estática molinete.

La prueba estática del molinete tratará de demostrar la resistencia del equipo en la doble función de: comprobar ésta en los componentes dedicados al laboreo de estachas, y en la parte de maniobra del ancla. Los primeros se probarán mediante la aplicación de una carga normal al eje del cabirón, en el centro de la altura del mismo y durante 10 minutos, de valor correspondiente a:

$$F_c = 3,5 \times d_c^2$$

La parte del equipo correspondiente al fondeo, se probará estáticamente

mediante la aplicación de una carga en el centro del barbotén y normal a éste. El valor de ésta se obtendrá en función del diámetro de la cadena, mediante la expresión:

$$F_b = 7,5 \times d_c^2$$

Se comprobará que no se presentan deformaciones permanentes en el equipo.

### 3.3 Prueba de funcionamiento en carga

El objeto de la prueba buscará el demostrar el correcto trabajo del equipo, esto es las operaciones de arriar y llevar el ancla, así como el laboreo de las estachas, todo ello en unas circunstancias de operación similares a las de proyecto.

Para ello se simulará la carga correspondiente al funcionamiento real, actuando el freno de cinta como un freno de banco al objeto de comprobar que el motor, en ambas velocidades, entrega el par correspondiente a la potencia nominal de éste.

Se actuará el freno progresivamente, de modo que se sobrecargue el motor eléctrico hasta alcanzar la potencia nominal. Esa circunstancia se comprueba tomando consumos. Al tiempo se miden las revoluciones, tomando datos relativos a la velocidad de trabajo. Esta situación se mantendrá durante 15 minutos. Durante la prueba, se tendrá la precaución de lubricar periódicamente la pista de frenado para evitar el deterioro del forro. Al fin de este periodo se tomará medida de la temperatura de la carcasa del equipo.

Se repetirá la prueba con la velocidad de trabajo lenta.

### Bibliografía

- Reglamentos de las Sociedades de Clasificación
- Procedimientos para el ensayo y prueba de cabrestantes – Manual de Calidad Talleres Carral
- Comas Turnes E., "Equipos y Servicios – Vol. 1". ETSIN - U.P.N.
- Niemann G., "Tratado teórico práctico de elementos de máquinas". Ed. Labor
- Shigley J.E. – Mitchell L.D., "Diseño en Ingeniería Mecánica". Ed. Mac Graw Hill
- Training Hidráulico – Mannesmann Rexroth.

## **ANEXO III\_ REAL DECRETO 1942/1993**

**APÉNDICE 1**

**CARACTERÍSTICAS E INSTALACIÓN DE LOS APARATOS, EQUIPOS Y SISTEMAS DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS**

Los aparatos, equipos y sistemas, así como sus partes o componentes, y la instalación de los mismos, deben reunir las características que se especifican a continuación:

**1. *Sistemas automáticos de detección de incendio.***

1. Los sistemas automáticos de detección de incendio y sus características y especificaciones se ajustarán a la norma UNE 23.007.

2. Los detectores de incendio necesitarán, antes de su fabricación o importación, ser aprobados de acuerdo con lo indicado en el artículo 2 de este Reglamento, justificándose el cumplimiento de lo establecido en la norma UNE 23.007.

**2. *Sistemas manuales de alarma de incendios.***

Los sistemas manuales de alarma de incendio estarán constituidos por un conjunto de pulsadores que permitirán provocar voluntariamente y transmitir una señal a una central de control y señalización permanentemente vigilada, de tal forma que sea fácilmente identificable la zona en que ha sido activado el pulsador.

Las fuentes de alimentación del sistema manual de pulsadores de alarma, sus características y especificaciones deberán cumplir idénticos requisitos que las fuentes de alimentación de los sistemas automáticos de detección, pudiendo ser la fuente secundaria común a ambos sistemas.

Los pulsadores de alarma se situarán de modo que la distancia máxima a recorrer, desde cualquier punto hasta alcanzar un pulsador, no supere los 25 metros.

**3. *Sistemas de comunicación de alarma.***

El sistema de comunicación de la alarma permitirá transmitir una señal diferenciada, generada voluntariamente desde un puesto de control. La señal será, en todo caso, audible, debiendo ser, además, visible cuando el nivel de ruido donde deba ser percibida supere los 60 dB (A).

El nivel sonoro de la señal y el óptico, en su caso, permitirán que sea percibida en el ámbito de cada sector de incendio donde esté instalada.

El sistema de comunicación de la alarma dispondrá de dos fuentes de alimentación, con las mismas condiciones que las establecidas para los sistemas manuales de alarma, pudiendo ser la fuente secundaria común con la del sistema automático de detección y del sistema manual de alarma o de ambos.

**4. *Sistemas de abastecimiento de agua contra incendios.***

Cuando se exija sistema de abastecimiento de agua contra incendios, sus características y especificaciones se ajustarán a lo establecido en la norma UNE 23.500.

El abastecimiento de agua podrá alimentar a varios sistemas de protección si es capaz de asegurar, en el caso más desfavorable de utilización simultánea, los caudales y presiones de cada uno.

**5. *Sistemas de hidrantes exteriores.***

1. Los sistemas de hidrantes exteriores estarán compuestos por una fuente de abastecimiento de agua, una red de tuberías para agua de alimentación y los hidrantes exteriores necesarios.

Los hidrantes exteriores serán del tipo de columna hidrante al exterior (CHE) o hidrante en arqueta (boca hidrante).

2. Las CHE se ajustarán a lo establecido en las normas UNE 23.405 y UNE 23.406. Cuando se prevean riesgos de heladas, las columnas hidrantes serán del tipo de columna seca.

Los racores y mangueras utilizados en las CHE necesitarán, antes de su fabricación o importación, ser aprobados de acuerdo con lo dispuesto en el artículo 2 de este Reglamento, justificándose el cumplimiento de lo establecido en las normas UNE 23.400 y UNE 23.091.

3. Los hidrantes de arqueta se ajustarán a lo establecido en la norma UNE 23.407, salvo que existan especificaciones particulares de los servicios de extinción de incendios de los municipios en donde se instalen.

#### **6. Extintores de incendio.**

1. Los extintores de incendio, sus características y especificaciones se ajustarán al «Reglamento de aparatos a presión» y a su Instrucción técnica complementaria MIE-AP5.

2. Los extintores de incendio necesitarán, antes de su fabricación o importación, con independencia de lo establecido por la ITC-MIE-AP5, ser aprobados de acuerdo con lo establecido en el artículo 2 de este Reglamento, a efectos de justificar el cumplimiento de lo dispuesto en la norma UNE 23.110.

3. El emplazamiento de los extintores permitirá que sean fácilmente visibles y accesibles, estarán situados próximos a los puntos donde se estime mayor probabilidad de iniciarse el incendio, a ser posible próximos a las salidas de evacuación y preferentemente sobre soportes fijados a paramentos verticales, de modo que la parte superior del extintor quede, como máximo, a 1,70 metros sobre el suelo.

4. Se considerarán adecuados, para cada una de las clases de fuego (según UNE 23.010), los agentes extintores, utilizados en extintores, que figuran en la tabla I-1.

**TABLA I-1**

#### **Agentes extintores y su adecuación a las distintas clases de fuego**

Agente extintor	Clase de fuego (UNE 23.010):			
	A (Sólidos)	B (Líquidos)	C (Gases)	D (Metales especiales)
Agua pulverizada	(2)xxx	x		
Agua a chorro	(2)xx			
Polvo BC (convencional)		xxx	xx	
Polvo ABC (polivalente)	xx	xx	xx	
Polvo específico metales				xx
Espuma física	(2)xx	xx		
Anhídrido carbónico	(1)x	x		
Hidrocarburos halogenados	(1)x	xx		

Siendo:

xxx Muy adecuado.

xx Adecuado.

x Aceptable.

Notas:

(1) En fuegos poco profundos (profundidad inferior a 5 mm) puede asignarse xx.

(2) En presencia de tensión eléctrica no son aceptables como agentes extintores el agua a chorro ni la espuma; el resto de los agentes extintores podrán utilizarse en aquellos extintores que superen el ensayo dieléctrico normalizado en UNE 23.110.

#### **7. Sistemas de bocas de incendio equipadas.**

1. Los sistemas de bocas de incendio equipadas estarán compuestos por una fuente de abastecimiento de agua, una red de tuberías para la alimentación de agua y las bocas de incendio equipadas (BIE) necesarias.

Las bocas de incendio equipadas (BIE) pueden ser de los tipos BIE de 45 mm y BIE de 25 mm.

2. Las bocas de incendio equipadas deberán, antes de su fabricación o importación, ser aprobadas de acuerdo con lo dispuesto en el artículo 2 de este Reglamento, justificándose el cumplimiento de lo establecido en las normas UNE-EN 671-1 y UNE-EN 671-2.

3. Las BIE deberán montarse sobre un soporte rígido de forma que la altura de su centro quede como máximo a 1,50 m sobre el nivel del suelo o a más altura si se trata de BIE de 25 mm, siempre que la boquilla y la válvula de apertura manual si existen, estén situadas a la altura citada.

Las BIE se situarán, siempre que sea posible, a una distancia máxima de 5 m de las salidas de cada sector de incendio, sin que constituyan obstáculo para su utilización.

El número y distribución de las BIE en un sector de incendio, en espacio diáfano, será tal que la totalidad de la superficie del sector de incendio en que estén instaladas quede cubierta por una BIE, considerando como radio de acción de ésta la longitud de su manguera incrementada en 5 m.

La separación máxima entre cada BIE y su más cercana será de 50 m. La distancia desde cualquier punto del local protegido hasta la BIE más próxima no deberá exceder de 25 m.

Se deberá mantener alrededor de cada BIE una zona libre de obstáculos que permita el acceso a ella y su maniobra sin dificultad.

La red de tuberías deberá proporcionar, durante una hora, como mínimo, en la hipótesis de funcionamiento simultáneo de las dos BIE hidráulicamente más desfavorables, una presión dinámica mínima de 2 bar en el orificio de salida de cualquier BIE.

Las condiciones establecidas de presión, caudal y reserva de agua deberán estar adecuadamente garantizadas.

El sistema de BIE se someterá, antes de su puesta en servicio, a una prueba de estanquidad y resistencia mecánica, sometiendo a la red a una presión estática igual a la máxima de servicio y como mínimo a 980 kPa (10 kg/cm<sup>2</sup>), manteniendo dicha presión de prueba durante dos horas, como mínimo, no debiendo aparecer fugas en ningún punto de la instalación.

#### **8. *Sistemas de columna seca.***

El sistema de columna seca estará compuesto por toma de agua en fachada o en zona fácilmente accesible al servicio contra incendios, con la indicación de uso exclusivo de los bomberos, provista de conexión siamesa, con llaves incorporadas y racores de 70 mm con tapa y llave de purga de 25 mm, columna ascendente de tubería de acero galvanizado y diámetro nominal de 80 mm, salidas en las plantas pares hasta la octava y en todas a partir de ésta, provistas de conexión siamesa, con llaves incorporadas y racores de 45 mm con tapa; cada cuatro plantas se instalará una llave de seccionamiento por encima de la salida de planta correspondiente.

La toma de fachada y las salidas en las plantas tendrán el centro de sus bocas a 0,90 m sobre el nivel del suelo.

Las llaves serán de bola, con palanca de accionamiento incorporada.

El sistema de columna seca se someterá, antes de su puesta en servicio, a una prueba de estanquidad y resistencia mecánica, someténdole a una presión estática de 1.470 kPa (15 kg/cm<sup>2</sup>) durante dos horas, como mínimo, no debiendo aparecer fugas en ningún punto de la instalación.

Los racores antes de su fabricación o importación deberán ser aprobados de acuerdo con este Reglamento, ajustándose a lo establecido en la norma UNE 23.400.

#### **9. *Sistemas de extinción por rociadores automáticos de agua.***

Los sistemas de rociadores automáticos de agua, sus características y especificaciones, así como las condiciones de su instalación, se ajustarán a las normas UNE 23.590 y UNE 23.595.

**10. Sistemas de extinción por agua pulverizada.**

Los sistemas de agua pulverizada, sus características y especificaciones, así como las condiciones de su instalación se ajustarán a las normas UNE 23.501, UNE 23.502, UNE 23.503, UNE 23.504, UNE 23.505, UNE 23.506 y UNE 23.507.

**11. Sistemas de extinción por espuma física de baja expansión.**

Los sistemas de espuma física de baja expansión, sus características y especificaciones, así como las condiciones de su instalación, se ajustarán a las normas UNE 23.521, UNE 23.522, UNE 23.523, UNE 23.524, UNE 23.525 y UNE 23.526.

**12. Sistemas de extinción por polvo.**

Los sistemas de extinción por polvo, sus características y especificaciones, así como las condiciones de su instalación, se ajustarán a las normas UNE 23.541, UNE 23.542, UNE 23.543 y UNE 23.544.

**13. Sistemas de extinción por agentes extintores gaseosos.**

Los sistemas por agentes extintores gaseosos estarán compuestos, como mínimo, por los siguientes elementos:

- a) Mecanismo de disparo.
- b) Equipos de control de funcionamiento eléctrico o neumático.
- c) Recipientes para gas a presión.
- d) Conductos para el agente extintor.
- e) Difusores de descarga.

Los mecanismos de disparo serán por medio de detectores de humo, elementos fusibles, termómetro de contacto o termostatos o disparo manual en lugar accesible.

La capacidad de los recipientes de gas a presión deberá ser suficiente para asegurar la extinción del incendio y las concentraciones de aplicación se definirán en función del riego, debiendo quedar justificados ambos requisitos.

Estos sistemas sólo serán utilizables cuando quede garantizada la seguridad o la evacuación del personal. Además, el mecanismo de disparo incluirá un retardo en su acción y un sistema de prealarma de forma que permita la evacuación de dichos ocupantes antes de la descarga del agente extintor.

**ANEXO AL APÉNDICE 1  
RELACIÓN DE NORMAS UNE QUE SE CITAN**

UNE EN 671-1: 1995.	Instalaciones fijas de extinción de incendios. Sistemas equipados con mangueras. Parte 1: Bocas de incendios equipadas con mangueras semirrígidas.
UNE EN 671-2: 1995.	Instalaciones fijas de extinción de incendios. Sistemas equipados con mangueras. Parte 2: Bocas de incendios equipadas con mangueras planas.
UNE 23.007/1 1996.	Sistemas de detección y alarma de incendio. Parte 1: Introducción.
UNE 23.007/2 1998.	Sistemas de detección y de alarma de incendio. Parte 2: Equipos de control e indicación.
UNE 23.007/4 1998.	Sistemas de detección y de alarma de incendio. Parte 4: Equipos de suministro de alimentación.
UNE 23.007/5 1978.	Componentes de los sistemas de detección automática de incendios. Parte 5: Detectores de calor. Detectores puntuales que contienen un elemento estático.
UNE 23.007/5 1990.	
1.ª modificación.	Componentes de los sistemas de detección automática de incendios. Parte 5: Detectores de calor. Detectores puntuales que contienen un elemento estático.
UNE 23.007/6 1993.	Componentes de los sistemas de detección automática de incendios. Parte 6: Detectores térmicos termovelocimétricos puntuales sin elemento estático.
UNE 23.007/7 1993.	Componentes de los sistemas de detección automática de incendios. Parte 7: Detectores puntuales de humos. Detectores que funcionan según el principio de difusión o transmisión de la luz o de ionización.
UNE 23.007/8 1993.	Componentes de los sistemas de detección automática de incendios. Parte 8: Detectores de calor con umbrales de temperatura elevada.
UNE 23.007/9 1993.	Componentes de los sistemas de detección automática de incendios. Parte 9: Ensayos de sensibilidad ante hogares tipo.
UNE 23.007/10 1996.	Sistemas de detección y de alarma de incendios. Parte 10: Detectores de llamas.
UNE 23.007/14 1996.	Sistemas de detección y de alarma de incendios. Parte 14: Planificación, diseño, instalación, puesta en servicio, uso y mantenimiento.
UNE 23.091/1 1989.	Mangueras de impulsión para la lucha contra incendios. Parte 1: Generalidades.
UNE 23.091/2A 1996.	Mangueras de impulsión para la lucha contra incendios. Parte 2 A: Manguera flexible plana para servicio ligero de diámetros 45 milímetros y 70 milímetros.
UNE 23.091/2B 1981.	Mangueras de impulsión para la lucha contra incendios. Parte 2 B: Manguera flexible plana para servicio duro de diámetros 25, 45, 70 y 100 milímetros.
UNE 23.091/3A 1996.	Mangueras de impulsión para la lucha contra incendios. Parte 3 A: Manguera semirrígida para servicio normal de 25 milímetros de diámetro.
UNE 23.091/4 1990.	Mangueras de impulsión para la lucha contra incendios. Parte 4: Descripción de procesos y aparatos para pruebas y ensayos.
UNE 23.091/4 1994.	
1.ª modificación.	Mangueras de impulsión para la lucha contra incendios. Parte 4: Descripción de procesos y aparatos para pruebas y ensayos.
UNE 23.091/4 1996.	
2.ª modificación.	Mangueras de impulsión para la lucha contra incendios. Parte 4: Descripción de procesos y aparatos para pruebas y ensayos.

## **ANEXO IV\_ NORMA UNE-CEN/TS 14972:2011**