



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

Trabajo Fin de Grado

CURSO 2020/21

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

Grado en Ingeniería Naval y Oceánica

ALUMNO

Miguel Ángel Rodríguez González

TUTOR

D. Luis Manuel Carral Couce

FECHA

Septiembre 2021



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

TRABAJO FIN DE GRADO

CURSO 2020/21

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

Grado en Ingeniería Naval y Oceánica

Cuaderno 12

“EQUIPOS Y SERVICIOS”

ÍNDICE

1 RPA.....	6
2 Resumen	7
2.1 Castellano.....	7
2.2 Gallego	7
2.3 Inglés	7
3 Introducción.....	8
4 Equipos de amarre y fondeo.....	9
4.1 Número de equipo	9
4.2 Equipos de amarre y fondeo	12
4.2.1 Anclas y cadenas	12
4.2.2 Chigre	13
4.2.3 Líneas y elementos de amarre y Remolque.....	13
4.3 Caja de cadenas	13
4.4 Volumen requerido de caja de cadenas	14
4.5 Diseño de la caja de cadenas	15
4.6 Diámetro del escobén	16
4.7 Molinetes	16
5 Dispositivos y Medios de Salvamento	18
5.1 Normativa aplicable	18
5.2 Botes salvavidas	18
5.3 Balsas salvavidas	19
5.4 Botes de rescate.....	19
5.5 Aros salvavidas	20
6 Servicio de Achique y Sentinas	21
6.1 Colector Principal de Sentinas	21
6.2 Caudal de las bombas de achique.....	22
6.2.1 Pérdidas de carga	23
6.2.2 Velocidad de la bomba de achique y sentinas.....	23
6.2.3 Potencia de las bombas	24
7 Servicio de Lastre	25
7.1 Tiempo y Caudal de deslastre.....	25
7.2 Dimensionamiento.....	25
8 Servicio Sanitario	27
8.1 Cálculo de las necesidades del servicio sanitario	27
8.2 Dimensionamiento del generador de agua dulce.....	29
8.3 Cálculo de caudales.....	30

8.3.1 Compartimentos tipo.....	30
8.3.2 Caudales por cubierta	31
8.4 Presiones de suministro	33
8.4.1 Pérdidas de carga al consumidor más desfavorable	34
8.4.2 Altura de bombeo	35
8.5 Dimensionamiento de las bombas de suministro	36
8.6 Pérdidas de carga de recirculación	37
8.7 Dimensionamiento de las bombas de circulación	39
8.8 Dimensionamiento de los calentadores	40
8.9 Selección de la planta de tratamiento de aguas residuales	41
9 Servicio Contraincendios	43
9.1 Agua nebulizada en Cámara de Máquinas y Habilitación.....	43
9.1.1 Dimensionamiento del sistema	43
9.2 Bombas CI, colectores, hidrantes y mangueras.....	48
9.2.1 Hidrantes y mangueras.....	48
9.2.2 Bombas Contraincendios.....	48
9.2.3 Bomba Contraincendios de emergencia.....	50
9.3 Extintores portátiles.....	51
9.4 Sistema de detección de incendios.....	51
10 Ventilación	52
10.1 Ventilación de Espacios de Carga	52
10.2 Ventilación de Cámara de Máquinas.....	53
10.2.1 Flujo de aire para la combustión	54
11 Servicio Tratamiento de Basuras	56
12 Equipo de Fonda y hotel	59
12.1 Equipo de cocina y oficios.....	59
12.2 Gambuzas.....	59
12.3 Equipo de lavandería	60
13 Medios de Carga y Descarga.....	61
13.1 Escotillas.....	61
13.2 Dispositivos de Estiba y Medios de Trincaje	62
13.2.1 En Bodega: Guías Celulares	62
13.2.2 Sobre Cubierta: Equipo de Estiba	63
14 Navegación y Comunicaciones	64
14.1 Aparatos y sistemas náuticos.....	66
14.2 Comunicaciones interiores	68
14.2.1 Telégrafo de máquinas	68
14.2.2 Teléfonos interiores.....	68
14.2.3 Altavoces.....	68
15 Aire Acondicionado.....	69

15.1 Condición de verano	71
15.2 Condición de invierno	76
15.3 Resultado y dimensionamiento de la planta AACC.	78
Anexo I: Planos	79

1 RPA



GRADO EN INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA TRABAJO FIN DE GRADO

PROYECTO NÚMERO

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

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

CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA: 20000 TEUS

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

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

PROPULSIÓN: Motor Diésel.

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

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

Ferrol, 4 Octubre 2020

ALUMNO/A: D Miguel Ángel Rodríguez González

2 RESUMEN

2.1 Castellano

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

2.2 Gallego

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

2.3 Inglés

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

3 INTRODUCCIÓN

En este cuaderno se realizará la descripción y el dimensionamiento de los principales sistemas y equipos los cuales, no están directamente relacionados con el motor principales, aunque en su gran mayoría son esenciales para el correcto funcionamiento del buque.

Para el desarrollo de este cuaderno se utilizarán los datos obtenidos en el cuaderno 3 “Coeficientes y Plano de Formas”, son las siguientes:

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

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

4 EQUIPOS DE AMARRE Y FONDEO

El equipo de amarre y fondeo es el encargado de inmovilizar el buque con respecto a las corrientes de agua y al viento mediante una serie de maquinaria que unidos al buque son capaces de asegurarlo bien en el fondo o bien en el puerto.

4.1 Número de equipo

El número de equipo será calculado mediante el reglamento DNV, capítulo 3, sección 3:

$$EN = \Delta^{2/3} + 2 * \left[a * B + \sum_i (b_i * h_i * \sin \theta) \right] + 0,1 * A$$

Siendo:

- Δ máximo desplazamiento en toneladas.
- B es la manga máxima de trazado en m.
- A es el área lateral proyectada en metros cuadrados, por encima de la línea de calado de verano, en este caso sacada del programa Navcad.
- h es la altura efectiva en metros desde la línea de calado de verano hasta la parte más alta de la superestructura, medida como:
 - a es la distancia en metros desde la línea de calado de verano hasta la cubierta superior.
 - b es la altura de cada una de las superestructuras con una manga superior a B/4

$$h = a + \sum b_i$$

$$h = 9,286 + (37,14 + 2,32)$$

$$h = 48,746$$

$$EN = 299292^{2/3} + 2 * 58 * 48,75 + 0,1 * 8 123,896$$

$$EN = 10 941$$

A continuación, se adjuntan las tablas del DNV.

Table 1 Equipment, general

Equipment number	Equipment letter	Stockless bower anchors		Stud-link chain cables			Towline (guidance)		Mooring lines ¹⁾²⁾⁴⁾ (guidance)			
		Number	Mass per anchor kg	Total length	Diameter and steel grade			Steel or fibre ropes		Steel or fibre ropes		
				m	VL K1 mm	VL K2 mm	VL K3 mm	Minimum length m	Minimum breaking strength kN	Number	Length of each m	Minimum breaking strength kN
30 to 49	a ₀	2	120	192.5	12.5			170	88.5	2	80	35
50 to 69	a	2	180	220	14	12.5		180	98	3	80	37
70 to 89	b	2	240	220	16	14		180	98	3	100	40
90 to 109	c	2	300	247.5	17.5	16		180	98	3	110	42
110 to 129	d	2	360	247.5	19	17.5		180	98	3	110	48
130 to 149	e	2	420	275	20.5	17.5		180	98	3	120	53
150 to 174	f	2	480	275	22	19		180	98	3	120	59
175 to 204	g	2	570	302.5	24	20.5		180	112	3	120	64
205 to 239	h	2	660	302.5	26	22	20.5	180	129	4	120	69
240 to 279	i	2	780	330	28	24	22	180	150	4	120	75
280 to 319	j	2	900	357.5	30	26	24	180	174	4	140	80
320 to 359	k	2	1020	357.5	32	28	24	180	207	4	140	85
360 to 399	l	2	1140	385	34	30	26	180	224	4	140	96
400 to 449	m	2	1290	385	36	32	28	180	250	4	140	107
450 to 499	n	2	1440	412.5	38	34	30	180	277	4	140	117
500 to 549	o	2	1590	412.5	40	34	30	190	306	4	160	134
550 to 599	p	2	1740	440	42	36	32	190	338	4	160	143
600 to 659	q	2	1920	440	44	38	34	190	370	4	160	160
660 to 719	r	2	2100	440	46	40	36	190	406	4	160	171
720 to 779	s	2	2280	467.5	48	42	36	190	441	4	170	187
780 to 839	t	2	2460	467.5	50	44	38	190	479	4	170	202
840 to 909	u	2	2640	467.5	52	46	40	190	518	4	170	218
910 to 979	v	2	2850	495	54	48	42	190	559	4	170	235
980 to 1059	w	2	3060	495	56	50	44	200	603	4	180	250
1060 to 1139	x	2	3300	495	58	50	46	200	647	4	180	272
1140 to 1219	y	2	3540	522.5	60	52	46	200	691	4	180	293
1220 to 1299	z	2	3780	522.5	62	54	48	200	738	4	180	309
1300 to 1389	A	2	4050	522.5	64	56	50	200	786	4	180	336

BUQUE PROTACONTENEDORES DE 20000 TEUS ADAPTADO A RUTA ASIA - EUROPA

Cuaderno 12: Equipos y servicios

Miguel Ángel Rodríguez González

Equipment number	Equipment letter	Stockless bower anchors		Stud-link chain cables			Towline (guidance)		Mooring lines ¹⁾²⁾⁴⁾ (guidance)			
		Number	Mass per anchor kg	Total length	Diameter and steel grade			Steel or fibre ropes		Steel or fibre ropes		
				m	VL K1 mm	VL K2 mm	VL K3 mm	Minimum length m	Minimum breaking strength kN	Number	Length of each m	Minimum breaking strength kN
1390 to 1479	B	2	4320	550	66	58	50	200	836	4	180	352
1480 to 1569	C	2	4590	550	68	60	52	220	888	5	190	352
1570 to 1669	D	2	4890	550	70	62	54	220	941	5	190	362
1670 to 1789	E	2	5250	577.5	73	64	56	220	1024	5	190	384
1790 to 1929	F	2	5610	577.5	76	66	58	220	1109	5	190	411
1930 to 2079	G	2	6000	577.5	78	68	60	220	1168	5 ³⁾	190 ³⁾	437 ³⁾
2080 to 2229	H	2	6450	605	81	70	62	240	1259			
2230 to 2379	I	2	6900	605	84	73	64	240	1356			
2380 to 2529	J	2	7350	605	87	76	66	240	1453			
2530 to 2699	K	2	7800	632.5	90	78	68	260	1471			
2700 to 2869	L	2	8300	632.5	92	81	70	260	1471			
2870 to 3039	M	2	8700	632.5	95	84	73	260	1471			
3040 to 3209	N	2	9300	660	97	84	76	280	1471			
3210 to 3399	O	2	9900	660	100	87	78	280	1471			
3400 to 3599	P	2	10500	660	102	90	78	280	1471			
3600 to 3799	Q	2	11100	687.5	105	92	81	300	1471			
3800 to 3999	R	2	11700	687.5	107	95	84	300	1471			
4000 to 4199	S	2	12300	687.5	111	97	87	300	1471			
4200 to 4399	T	2	12900	715	114	100	87	300	1471			
4400 to 4599	U	2	13500	715	117	102	90	300	1471			
4600 to 4799	V	2	14100	715	120	105	92	300	1471			
4800 to 4999	W	2	14700	742.5	122	107	95	300	1471			
5000 to 5199	X	2	15400	742.5	124	111	97	300	1471			
5200 to 5499	Y	2	16100	742.5	127	111	97	300	1471			
5500 to 5799	Z	2	16900	742.5	130	114	100	300	1471			
5800 to 6099	A*	2	17800	742.5	132	117	102	300	1471			
6100 to 6499	B*	2	18800	742.5	137	120	107	300	1471			
6500 to 6899	C*	2	20000	770		124	111	300	1471			
6900 to 7399	D*	2	21500	770		127	114	300	1471			
7400 to 7899	E*	2	23000	770		132	117	300	1471			

Equipment number	Equipment letter	Stockless bower anchors		Stud-link chain cables			Towline (guidance)		Mooring lines ¹⁾²⁾⁴⁾ (guidance)			
		Number	Mass per anchor kg	Total length	Diameter and steel grade			Steel or fibre ropes		Steel or fibre ropes		
				m	VL K1 mm	VL K2 mm	VL K3 mm	Minimum length m	Minimum breaking strength kN	Number	Length of each m	Minimum breaking strength kN
7900 to 8399	F*	2	24500	770		137	122	300	1471			
8400 to 8899	G*	2	26000	770		142	127	300	1471			
8900 to 9399	H*	2	27500	770		147	132	300	1471			
9400 to 9999	I*	2	29000	770		152	132	300	1471			
10000 to 10699	J*	2	31000	770			137					
10700 to 11499	K*	2	33000	770			142					
11500 to 12399	L*	2	35500	770			147					
12400 to 13399	M*	2	38500	770			152					
13400 to 14599	N*	2	42000	770			157					
14600 to 16000	O*	2	46000	770			162					

1) For ships with equipment number *EN* less or equal to 2000, having the ratio $A/EN > 0.9$ the following number of mooring lines should be added to number of mooring lines as given by the table:
 One line where $0.9 < A/EN \leq 1.1$,
 two lines where $1.1 < A/EN \leq 1.2$,
 three lines where $1.2 < A/EN$, where *A* is taken as defined in [3.1.2].
 2) Value is applicable for ships with equipment number $1930 < EN \leq 2000$.
 3) Guidance for mooring lines for ships with equipment number $EN > 2000$ is given in [3.3].

10000 to 10699	J*	2	31000	770			137			15	200	735
10700 to 11499	K*	2	33000	770			142			16	200	735
11500 to 12399	L*	2	35500	770			147			17	200	735

4.2 Equipos de amarre y fondeo

4.2.1 Anclas y cadenas

Gracias al numeral de equipo, en las tablas que se adjuntaron en el apartado del cálculo de dicho numeral, se puede observar que el buque proyecto lleva:

- N° de anclas: 2
- Peso de cada ancla: 33 ton.
- Longitud de cadenas: 770 m
- Diámetro de las cadenas (dc): 142 mm.

A partir de todo esto, se escogerán las anclas.

4.2.2 Chigre

A continuación, y siguiendo el documento “Normas prácticas para el diseño de chigres de carga y maniobra” de Luis Carral Couce y Juan Carlos Carral Couce, se dimensionan las medidas y la potencia del motor necesario para los chigres del buque.

Se comienza dimensionando el carretel, siendo el idóneo aquel que pueda cumplir el requisito básico de almacenar todo el cable y que además cumpla:

- El cable no sufra daños al ser enrollado.
- La velocidad lineal del cable largando y cobrando se mantiene constante.
- El carretel sea lo más reducido posible.

El tamaño del carretel será más pequeño cuanto más estrecho sea y menor sea el núcleo sobre el que se arrolla el cable. Se dimensiona el carretel calculando el diámetro interior y exterior, los cuales se calcularán de la siguiente manera:

$$d_i(mm) = 17 * d_c$$

$$d_e(mm) = 1,7 * d_i$$

Para realizar los cálculos anteriores se necesita saber el diámetro de la estacha para lo que se buscará en el catálogo de algún fabricante, una estacha que cumpla con los requisitos que se obtuvieron en el cálculo del numeral de equipo, es decir, 735 kN, o lo que es lo mismo 74946,47 kg-f.

4.2.3 Líneas y elementos de amarre y Remolque

En cuanto a las líneas de amarre, tal y como se muestra en las tablas del DNV, serán necesarias:

- Nº de líneas de amarre: 16
- Longitud de cada línea: 200 m.
- Fuerza de rotura de las amarras: 735 kN.

Junto con todo lo descrito anteriormente, y lo que se muestra en apartados posteriores, se han de instalar todos los elementos auxiliares y necesarios para el correcto funcionamiento de los medios de amarre y fondeo que el buque ha de llevar según las normas. Estos elementos serán tales como bitas, guías, alavantes, etc.

4.3 Caja de cadenas

La caja de cadenas ha de ser capaz de albergar la totalidad de los largos de cadena que sustenta el ancla. Se colocará debajo del molinete en las proximidades de su vertical para facilitar su entrada en el izado de las anclas, y su salida para engranar en el barbotén cuando se fondean.

La forma de la caja de cadenas puede ser tanto cilíndrica como prismáticas, pero en ambos casos se recomienda que tengan un mínimo en cuanto a dimensiones de diámetro y lado respectivamente.

En el caso del buque proyecto, se establece que serán prismáticas, por lo que el lado mínimo recomendado es:

$$l \geq 25 \cdot d$$

Siendo:

- l: lado de la caja de cadenas
- d: diámetro de la cadena (137 mm según el numeral de equipo)

Por lo que sustituyendo en la ecuación se obtiene:

$$l \geq 25 \cdot 142$$

$$l \geq 3550 \text{ mm}$$

4.4 Volumen requerido de caja de cadenas

El volumen requerido de la caja de cadenas, se establece mediante una ecuación, la cual es:

$$V = (c_4 \cdot dc^4 + c_3 \cdot dc^3 + c_2 \cdot dc^2 + c_1 \cdot dc^1 + b)/100$$

Donde:

- dc es el diámetro de la cadena
- $c_4 = 2,55346E - 09$
- $c_3 = -738665E - 07$
- $c_2 = 0,001039204$
- $c_1 = -0,02422335$
- $b = 0,025432392$

$$V = (2,55346E - 09 \cdot 142^4 + (-738665E - 07) \cdot 142^3 + 0,001039204 \cdot 142^2 + (-0,02422335) \cdot 142^1 + 0,025432392) \cdot 385/100$$

$$V = 75,3 \text{ m}^3$$

Este será el volumen de las dos cajas de cadenas en conjunto, por lo que si se quiere saber el volumen de cada una de ellas se divide entre dos.

Se dispondrá de un doble fondo para poder decantar ahí los lodos y un espacio en la parte superior para acceder al interior de dicha caja

El diámetro de la gatera será de 7,5 veces el diámetro de la cadena.

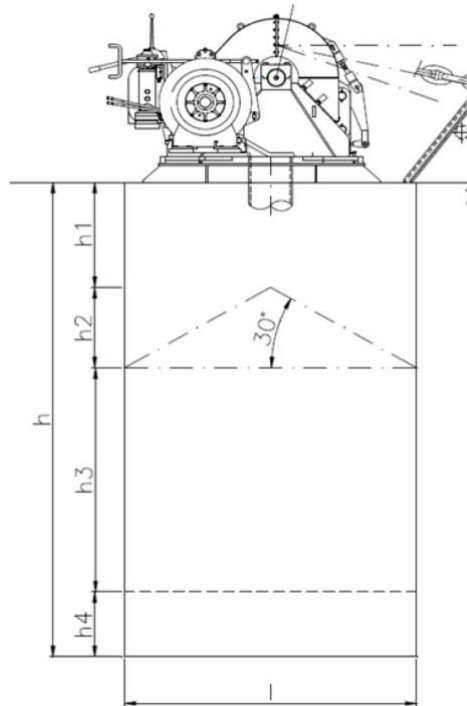
$$D(mm) = 7,5 * d(mm)$$

$$D(mm) = 7,5 * 142$$

$$D(mm) = 1065 \text{ mm}$$

4.5 Diseño de la caja de cadenas

El diseño de la caja de cadenas se basa en el reparto del volumen útil, el cual se descompone en dos partes, las cuales se corresponden a la siguiente imagen:



Tal y como se puede observar en el esquema anterior, la altura de la caja de cadenas se puede dividir de la siguiente manera:

$$h = h_1 + h_2 + h_3 + h_4$$

Donde:

- h_1 : caída para la cadena y acceso ($1,5 < h < 2,8$ m)
- h_2 : $h_2 = l/2 * \tan 30$
- h_3 : Para las cajas prismáticas:

$$h_2 = \frac{V_2}{l^2}$$

Donde l ha de ser:

$$l \geq 25 \cdot d$$

Siendo d como en otros casos, el diámetro de la cadena.

- h_4 : altura para el drenaje de la cadena ($0,6 < h < 0,8$ m)

El volumen de h_3 se descompone en dos partes, las cuales son:

- Volumen cónico de la parte superior:

$$V_1 = \frac{h_2}{3} * \pi * \left(\frac{l}{2}\right)^2$$

$$V_1 = \frac{25 * 142 * 10^{-3} / 2 * \tan 30}{3} * \pi * \left(\frac{25 * 142 * 10^{-3}}{2}\right)^2$$

$$V_1 = 3,38 \text{ m}^3$$

$$V_2 = V - V_1$$

$$V_2 = 75,3 - 3,38$$

$$V_2 = 71,92 \text{ m}^3$$

$$h = 2 + \frac{25 * 142 * 10^{-3}}{2} * \tan 30 + \frac{58,22}{(25 * 142 * 10^{-3})^2} + 0,7$$

$$h = 9,43 \text{ m}$$

4.6 Diámetro del escobén

El diámetro del escobén se calculará siguiendo la expresión:

$$D = [(100 - d) * 0,0367 + 7,5] * d$$

Donde:

- D es el diámetro de la bocina del escobén (mm)
- d es el diámetro de la cadena

Por lo que sustituyendo quedaría:

$$D = [(100 - 142) * 0,03867 + 7,5] * 142$$

$$D = 830 \text{ mm}$$

4.7 Molinetes

El buque poseerá dos molinetes para cada ancla de proa.

Para el cálculo de la potencia media que debe dar el molinete se emplea la expresión siguiente, sacada del artículo "Normas prácticas para el diseño de molinetes de anclas" de Juan Carlos Carral Couce y Luis Carral Couce:

$$POT(CV) = \frac{0,87 * (Pa + 0,02 * dc^2 * Lc) * Vs}{4\ 500 * \eta m * \eta e}$$

Donde:

- Pa: peso del ancla en kg.
- dc: diámetro de la cadena
- Lc: longitud de la cadena
- Vs: velocidad de izada (m/min)
- ηm : rendimiento del molinete. Se toma 0,6
- ηe : rendimiento del escobén (0,5 – 0,7). Se escoge 0,6

Una velocidad normal de izada se puede estimar en unos 10 m/min.

$$POT(CV) = \frac{0,87 * (33\ 000 + 0,02 * 142^2 * 385) * 10}{4\ 500 * 0,6 * 0,6}$$

$$POT(CV) = 1011\ CV = 753,93\ kW$$

De manera instantánea y durante dos minutos, el motor debe dar una potencia que sea capaz de vencer el poder de agarre del ancla. Esta potencia instantánea será:

$$POT(CV) = \frac{(2,1 * Pa + 0,02 * dc^2 * Lc) * Vs}{4\ 500 * \eta m * \eta e}$$

$$POT(CV) = \frac{(2,1 * 33\ 000 + 0,02 * 142^2 * 385) * 10}{4\ 500 * 0,6 * 0,6}$$

$$POT(CV) = 1386,2\ CV = 1033,68\ kW$$

5 DISPOSITIVOS Y MEDIOS DE SALVAMENTO

5.1 Normativa aplicable

En cuanto a dispositivos y medios de salvamento, la legislación que se aplica es lo establecido en el SOLAS, Capítulo III: "Dispositivos y medios de salvamento".

5.2 Botes salvavidas

Los buques de carga, llevarán uno o varios botes salvavidas totalmente cerrados que cumplan lo prescrito en la sección 4.6 del código y cuya capacidad conjunta en cada banda baste para dar cabida al número total de personas que vayan a bordo. En este caso se pondrán 4 botes salvavidas, de manera que dos de ellos estarán en la zona de proa, uno en babor y otro en estribor, y los otros dos de la misma manera en la zona de popa.

Los buques de carga han llevar:

- Uno o varios botes salvavidas de caída libre que cumplan lo prescrito en la sección 4.7 del código, que puedan ponerse a flote por caída libre por la popa del buque y cuya capacidad conjunta baste para dar cabida al número total de personas que vayan a bordo.

Los botes salvavidas cerrados serán algo como lo que se muestra en la imagen siguiente:



Cabe destacar que, en este caso, si la distancia horizontal desde el extremo de la roda o de la popa del buque hasta el extremo más próximo de la embarcación de supervivencia más cercana es más de 100 m, llevarán además una balsa estibada lo más a proa o popa posible. Esta balsa deberá poder lanzarse a mano.

En cuanto a su disposición, será necesario que estén a popa del mamparo de colisión, que no interfieran con otro medio de salvamento, y que además estén tan cerca del agua como sea posible, con un mínimo de 2 metros a la flotación de plena carga, incluyendo un asiento de 10° y una escora de 20°, limitados por la inmersión de la cubierta de intemperie. Además, cabe destacar que no se pueden instalar sobre tanques con productos tóxicos o explosivos, ni encima de aletas estabilizadoras.

5.3 Balsas salvavidas

Según lo establecido en el SOLAS, se instalarán cuatro balsas salvavidas, con capacidad para el 100% de la tripulación, dispuestos de la misma manera que los botes salvavidas.

Las balsas salvavidas tendrán un aspecto similar al que se muestra a continuación:



En cuanto a su disposición, al igual que en el caso de los botes salvavidas, será necesario que estén a popa del mamparo de colisión, que no interfieran con otro medio de salvamento, y que además estén tan cerca del agua como sea posible, con un mínimo de 2 metros a la flotación de plena carga, incluyendo un asiento de 10° y una escora de 20°, limitados por la inmersión de la cubierta de intemperie. Además, cabe destacar que no se pueden instalar sobre tanques con productos tóxicos o explosivos, ni encima de aletas estabilizadoras.

5.4 Botes de rescate

Los buques de carga llevarán al menos un bote de rescate que cumpla lo prescrito en la sección 5.1 del código. Podrá aceptarse un bote salvavidas como bote de rescate a condición de que cumpla también lo reglamentario para un bote de rescate.

En el caso del buque proyecto se ha establecido para una mayor seguridad, debido a la grandes dimensiones del mismo, que se porten dos botes de rescate uno a cada banda, cumpliendo así la sección 5.1 del código llevando un bote a mayores de lo que éste indica.

Los botes de rescate tendrán una forma similar a lo que se muestra en la imagen a continuación:



5.5 Aros salvavidas

Los buques de carga llevarán al menos el número de aros salvavidas conformes con lo prescrito en la regla 7.1 y en la sección 2.1 del código que se indica en el cuadro siguiente:

Eslora del buque en metros	Número mínimo de aros salvavidas
Menos de 100	8
De 100 a menos de 150	10
De 150 a menos de 200	12
200 o más	14

A cada banda del buque habrá como mínimo un aro salvavidas provisto de una rabiza flotante, de una longitud igual por lo menos al doble de la altura a la cual vaya estibado por encima de la flotación de navegación marítima con calado mínimo, o a 30 metros, si este valor es superior.

La mitad al menos del número total de aros salvavidas estarán provistos de luces encendido automático, alimentados por baterías. Llevarán también señales fumígenas.

Al tener el buque proyecto mas de 200 metros de eslora, deberá contar con al menos 14 aros salvavidas.

Se colocarán, por tanto, 7 aros con luz de los cuales 2 de ellos tendrán humo y quick reléase desde el puente. Distribuidos de igual manera a ambas bandas. El resto de aros, serán aros básicos con rabizas de mínimo 30 metros de rabiza. Se distribuirán de manera que queden igual a ambas bandas en cubierta expuesta y al menos uno de cada tipo cerca de la popa.

Se escogen un aro del fabricante Lalizas, concretamente el modelo Giove Lifebuoy Ring SOLAS de 60 centímetros con 30 metros de rabiza, el cual se muestra en la siguiente imagen:



6 SERVICIO DE ACHIQUE Y SENTINAS

Se calcularán los sistemas de achique y sentinas de acuerdo a lo establecido en el SOLAS, Capítulo 2-1, Regla 21: “Disposición del circuito de achique”.

Este sistema ha de permitir bombear y agotar cualquier compartimento estanco distinto de un espacio destinado permanentemente a llevar agua dulce, agua de lastre combustible líquido o carga líquida.

Tal como recoge el SOLAS en el punto 1.4 y el punto 3: “la disposición del sistema de bombeo del agua de sentinas y de lastre será tal que el agua no pueda pasar del mar o de los tanques de lastre a los espacios de carga o de máquinas, ni de un compartimento a otro. Se tomarán medidas para impedir que ningún tanque profundo tenga conexiones con las instalaciones de achique y lastrados fuera inadvertidamente la penetración de agua del mar cuando contenga carga, o que se vacíe por un ramal de sentina cuando contenga lastre de agua”. “Se instalarán como mínimo dos bombas motorizadas conectadas al colector de achique; una de ellas podrá estar accionada por las máquinas propulsoras. La administración podrá permitir que se prescindiera de las disposiciones relativas a achique en determinados compartimentos si se estima que ello no influirá en la seguridad del buque”.

6.1 Colector Principal de Sentinas

El diámetro $d_{CSentinas}$ del colector de achique se calculará mediante la siguiente ecuación obtenida del SOLAS:

$$d = 25 + 1.68 * \sqrt{L * (B + D)}$$

Siendo:

- L y B son la eslora y la manga del buque, en metros
- D puntal de trazado del buque medido hasta la cubierta de cierre, también en metros.

Se obtiene, por tanto:

$$d = 25 + 1.68 * \sqrt{382,4 * (58 + 32)}$$

$$\mathbf{d = 336,67 \text{ mm}}$$

Una vez obtenida la medida del diámetro del colector mínimo, se escoge la tubería apropiada de la tabla comercial que se puede encontrar a continuación, la cual tienen un diámetro de 350 mm.



Nominal Dimensions of Pipe

Revised 24/01/2012

Nominal Pipe Size		Outside Diameter (mm)	Wall Thickness (mm)																	
DN	NPS		Stainless Steel				Carbon Steel													
			Sch 5S	Sch 10S	Sch 40S	Sch 80S	Sch 10	Sch 20	Sch 30	Sch 40	STD	Sch 60	Sch 80	XS	Sch 100	Sch 120	Sch 140	Sch 160	XXS	
6	¼	10.3		1.24	1.73	2.41	1.24		1.45	1.73	1.73		2.41	2.41						
8	¼	13.7		1.65	2.24	3.02	1.65		1.85	2.24	2.24		3.02	3.02						
10	¾	17.1		1.65	2.31	3.20	1.65		1.85	2.31	2.31		3.20	3.20						
15	½	21.3	1.65	2.11	2.77	3.73	2.11		2.41	2.77	2.77		3.73	3.73				4.78	7.47	
20	¾	26.7	1.65	2.11	2.87	3.91	2.11		2.41	2.87	2.87		3.91	3.91				5.56	7.82	
25	1	33.4	1.65	2.77	3.38	4.55	2.77		2.90	3.38	3.38		4.55	4.55				6.35	9.09	
32	1¼	42.2	1.65	2.77	3.56	4.85	2.77		2.97	3.56	3.56		4.85	4.85				6.35	9.70	
40	1½	48.3	1.65	2.77	3.68	5.08	2.77		3.18	3.68	3.68		5.08	5.08				7.14	10.15	
50	2	60.3	1.65	2.77	3.91	5.54	2.77		3.18	3.91	3.91		5.54	5.54				8.74	11.07	
65	2½	73.0	2.11	3.05	5.16	7.01	3.05		4.78	5.16	5.16		7.01	7.01				9.53	14.02	
80	3	88.9	2.11	3.05	5.49	7.62	3.05		4.78	5.49	5.49		7.62	7.62				11.13	15.24	
90	3½	101.6	2.11	3.05	5.74	8.08	3.05		4.78	5.74	5.74		8.08	8.08						
100	4	114.3	2.11	3.05	6.02	8.56	3.05		4.78	6.02	6.02		8.56	8.56			11.13		13.49	17.12
125	5	141.3	2.77	3.40	6.55	9.53	3.40			6.55	6.55		9.53	9.53			12.70		15.88	19.05
150	6	168.3	2.77	3.40	7.11	10.97	3.40			7.11	7.11		10.97	10.97			14.27		18.26	21.95
200	8	219.1	2.77	3.76	8.18	12.70	3.76	6.35	7.04	8.18	8.18	10.31	12.70	12.70	15.09	18.26	20.62	23.01	22.23	
250	10	273.1	3.40	4.19	9.27	12.70	4.19	6.35	7.80	9.27	9.27	12.70	15.09	12.70	18.26	21.44	25.40	28.58	25.40	
300	12	323.9	3.96	4.57	9.53	12.70	4.57	6.35	8.38	10.31	9.53	14.27	17.48	12.70	21.44	25.40	28.58	33.32	25.40	
350	14	355.6	3.96	4.78	9.53	12.70	6.35	7.92	9.53	11.13	9.53	15.09	19.05	12.70	23.83	27.79	31.75	35.71		
400	16	406.4	4.19	4.78	9.53	12.70	6.35	7.92	9.53	12.70	9.53	16.66	21.44	12.70	26.19	30.96	36.53	40.49		
450	18	457	4.19	4.78	9.53	12.70	6.35	7.92	11.13	14.27	9.53	19.05	23.83	12.70	29.36	34.93	39.67	45.24		
500	20	508	4.78	5.54	9.53	12.70	6.35	9.53	12.70	15.09	9.53	20.62	26.19	12.70	32.54	38.10	44.45	50.01		
550	22	559	4.78	5.54			6.35	9.53	12.70		9.53	22.23	28.58	12.70	34.93	41.28	47.63	53.98		
600	24	610	5.54	6.35	9.53	12.70	6.35	9.53	14.27	17.48	9.53	24.61	30.96	12.70	38.89	46.02	52.37	59.54		
650	26	660					7.92	12.70			9.53			12.70						
700	28	711					7.92	12.70	15.88		9.53			12.70						
750	30	762	6.35	7.92			7.92	12.70	15.88		9.53			12.70						

- These dimensions are nominal – substantial tolerances apply – refer to Atlas *TechNote 12* and the standards for details.
- Stainless steel pipe nominal dimensions based on ASTM A312M and ASME B36.19M-2004.
- Carbon steel pipe nominal dimensions based on ASTM A106M and ASME B36.10M-2004. For other wall thicknesses and for sizes above DN 750 up to DN 2000 consult ASME B36.10M.

6.2 Caudal de las bombas de achique

El caudal de las bombas de achique viene dado por el reglamento escogido, en este caso el DNV, Parte 4, Capítulo 6, Apartado 8.2 “Capacity and types of bilge pumping units”.

Se obtiene:

$$Q = \frac{5.75 \cdot d^2}{10^3}$$

$$Q = \frac{5.75 \cdot 350^2}{10^3}$$

$$Q = 704,375 \frac{m^3}{h} = 11739,58 \text{ l/min}$$

Este caudal se repartirá entre 4 bombas para así obtener un caudal de:

$$Q = \frac{704,375}{4} = 140,875 \approx 145 \frac{m^3}{h}$$

6.2.1 Pérdidas de carga

Para el cálculo de las pérdidas de carga se utiliza la siguiente ecuación de Hazen-Williams:

$$P_{fricción} = \frac{6,05 \cdot 10^5}{C^{1,85} \cdot 250^{4,87}} \cdot L \cdot Q^{1,85}$$

Donde,

- L será la longitud del tubo desde la bomba hasta el tanque más a proa, que tiene un valor de 290 metros
- C es un coeficiente del tubo, en este caso al ser de acero al carbono el coeficiente tiene un valor de 120
- Q será en caudal en l/min que tiene un valor de 11739,58 l/min

Accesorios	K
Válvula esférica (totalmente abierta)	10
Válvula en ángulo recto (totalmente abierta)	5
Válvula de seguridad (totalmente abierta)	2.5
Válvula de retención (totalmente abierta)	2
Válvula de compuerta (totalmente abierta)	0.2
Válvula de compuerta (abierta $\frac{3}{4}$)	1.15
Válvula de compuerta (abierta $\frac{1}{2}$)	5.6
Válvula de compuerta (abierta $\frac{1}{4}$)	24.0
Válvula de mariposa (totalmente abierta)	-
"T" por la salida lateral	1.80
Codo a 90° de radio corto (con bridas)	0.90
Codo a 90° de radio normal (con bridas)	0.75
Codo a 90° de radio grande (con bridas)	0.60
Codo a 45° de radio corto (con bridas)	0.45
Codo a 45° de radio normal (con bridas)	0.40
Codo a 45° de radio grande (con bridas)	0.35

$$P_{fricción} = \frac{6,05 \cdot 10^5}{120^{1,85} \cdot 250^{4,87}} \cdot 290 \cdot 11739,58^{1,85}$$

$$P_{fricción} = 1,773 \text{ bar}$$

6.2.2 Velocidad de la bomba de achique y sentinas

La capacidad de estas bombas vendrá dada por la velocidad a la que debe de bombear agua al colector, velocidad que no debe ser inferior a 2 m/s según el SOLAS.

$$v = \frac{Q}{\pi \cdot \frac{d^2}{4}} \cdot \frac{1}{3600}$$

$$v = \frac{704,375}{\pi \cdot \frac{0,35^2}{4}} \cdot \frac{1}{3600}$$

$$v = 2,034 \text{ m/s}$$

Queda comprobado por tanto que la velocidad supera los 2 m/s.

6.2.3 Potencia de las bombas

Se escoge a continuación de la bomba para poder determinar su potencia de manera correcta.

Se escoge del catálogo SAER elettropompe, del tipo centrífugas sobre bancada normalizadas norma EN733. Se ha de tener en cuenta que cada una de las bombas tendrá que suministrar un caudal de al menos $145 \text{ m}^3/\text{h}$. Por lo tanto se escoge el modelo NCBZ2P 80-160D.

2900 RPM

Tipo	P2		In (A)		Is / In	U.S.g.p.m.	0	286	310	330	350	396	440	484	528	572	616	660	704	726	793	858	880	924	990	1056	1122	1233	
	kW	HP	230 V	400 V		Q	m³/h	0	65	70	75	80	90	100	110	120	130	140	150	160	165	180	195	200	210	225	240	255	280
						l/min	0	1083	1167	1250	1333	1500	1667	1833	2000	2167	2333	2500	2667	2755	3000	3250	3333	3500	3750	4000	4250	4667	
NCBZ2P 80-160G	5,5	7,5	17,6	10,1	9		17,8	17,3	16,5	16	15,8	15	14	13,1	12	11	10												
NCBZ2P 80-160F	7,5	10		13,6	9		20,2	19,9	19,4	19	18,5	18	17	16	15	14,5	13,7	11,7	11	10,5									
NCBZ2P 80-160E	9,2	12,5		17,4	8,9		25,5	25,3	25	24,8	24,5	24,2	23	22	21	20,2	19,1	18,1	17	16									
NCBZ2P 80-160D	11	15		20,1	9		26,8	26,5	26,3	26,1	25,9	25,4	24,5	23,8	23	21,9	20,8	19,6	18,2	17,6	14,8								
NCBZ2P 80-160C	15	20		26,3	8,2		31		30,6	30,5	30,2	30	28,5	27,5	26,5	25	24	22,4	21	20	18,5	17							
NCBZ2P 80-160B	18,5	25		33	8,5	H	37		36	35,8	35,2	34,5	33,6	32,6	31,8	30,5	29,5	28,4	27	26,4	24,1	21							
NCBZ2P 80-160A	22	30		39,2	8,5	(m)	40,4		40,2	40	39,9	39,4	39	38,2	37,5	36,6	35,9	34,7	33,3	32,8	30,5	28,8	27	25,5	23,5				
NCBZ2P 80-200B	30	40		53,1	9,1		52,4				52	51,8	51,3	50,5	50,4	48,9	47,9	46,5	45,5	45	44	41	40	39	37	31			
NCBZ2P 80-2000	45	60		79,4	6,9		64,4				64,2	64	63,9	63,7	63,2	62,9	62,2	61,6	60,5	60	59,1	57,1	56	55,2	52,3	50	46	42,8	
NCBZ2P 80-250C	45	60		79,4	6,9		70,5				70,3	70	69,8	69,5	68,8	68,1	67,5	66,5	65	64,5	63,3	61,4	60	59,3	56,8				
NCBZ2P 80-250B	55	75		96,8	8		80,4				80	79,6	79,2	78,5	78,2	77,5	77,1	76,2	74,9	74	73,6	71,7	70,9	70,1	67,6	65,7	62		
NCBZ2P 80-250A	75	100		125,4	8		102,7				102,5	102,3	102,2	102	101,8	101,2	101,1	100	99,3	98,8	98,1	97,2	96,4	95,9	94,4	92,3	90,2		

Las características principales son:

- Nº de unidades: 4 bombas
- Caudal: $150 \text{ m}^3/\text{h}$
- Presión de aproximadamente 2 bar
- Potencia: 11kW.

7 SERVICIO DE LASTRE

7.1 Tiempo y Caudal de deslastrado

Los sistemas de lastre son la manera que tiene el buque para corregir su asiento en las diferentes situaciones de carga en la navegación.

A pesar de que estos sistemas son aparentemente sencillos, se han ido tornando a ser más complejos con el paso del tiempo. Una de las principales causas de que estos sistemas se volvieron algo en lo que tener más consideración fueron problemas de tipo biológico, ya que en el lastre y deslastrado del buque, se trasladaban microorganismos de un lugar a otro dando como resultado invasiones de especies en los diferentes ecosistemas existentes en los océanos. Por todo ello, se implantan restricciones en cuanto a estos sistemas y se ha de llevar a bordo un sistema de tratamiento de agua de lastre para poder eliminar todos estos microorganismos y evitar los problemas anteriormente mencionados.

El tiempo de lastre o deslastrado debe estar próximo al tiempo que se tarda en cargar o descargar el buque, y por consecuencia las bombas de lastre han de ser capaces de bombear el volumen total de agua de lastre en un tiempo similar al de carga o descarga.

Se establece por tanto en primer lugar la cantidad de lastre que se necesita y que fue calculado en el cuaderno, siendo esta cantidad 104601,95 m³. Además, se fija como tiempo de lastre y deslastrado 20 horas.

El caudal necesario que han de cubrir las bombas de lastre será:

$$Q = \frac{104601,95}{20} = 5230,1 \text{ m}^3/\text{h}$$

7.2 Dimensionamiento

Por lo tanto, una vez que se ha calculado el caudal total que las bombas tienen que soportar, será necesario establecer cual es el número de bombas que se necesitan para garantizar dicho caudal. Por lo tanto, para el caso del lastre se establece que se dispondrán 6 bombas a bordo. Si bien es cierto que se podría instalar un número menor de bombas y de mayor potencia, se ha establecido de esta manera atendiendo a que será un sistema mucho más flexible en caso de averías, situación que si se produjese no limitaría tanto el caudal total.

De acuerdo con lo anterior, cada bomba tendrá que ser capaz de suministrar un caudal de 872 m³/h trabajando a una presión adecuada.

En el catalogo de SAER electropompe, concretamente en el apartado de bombas centrifugas sobre bancada que exceden la norma EN733, Serie NCBK/NCBKZ se ha escogido el tipo de bomba NCBKZ4P 200-500B con un caudal de 900 m³/h. Se muestra en la tabla de a continuación:

1450 RPM

Tipo	P2		In (A)		Is / In	U.S.g.p.m. / Q m³/h / l/min	0	880	1321	1761	2200	2640	2900	3522	3963	4402	4843	5283	
	kW	HP	400V	0			200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200		
	H (m)																		
NCBKZ4P 200-500C	200	270	337,3	7,7	H (m)	74	73,5	73	72,5	71	69	65	60,5	54,5	47				
NCBKZ4P 200-500B	250	340	426,4	7,9		83	82,5	82	81,5	80	78	75	71	66	59,5	50			
NCBKZ4P 200-500A	315	430	531,2	7,8		95	93,5	92,5	91	89	86,5	83,5	79,5	75	69	61,5	53		

Tal y como se establece, se ha de añadir 1 bomba de agotamiento del 5% de caudal de las principales, es decir, en este caso, se ha de poner una bomba de agotamiento de 43,6 m³/h. Para dicha bomba se ha escogido de tipo centrífuga sobre bancada normalizada norma EN733, Serie NCB/NCBZ, la tipo NCBZ2P 50-160A con un caudal de 45 m³/h. Se muestra a continuación la tabla. La potencia de la bomba será 7,5 kW.

2900 RPM

Tipo	P2		In (A)		Is / In	U.S.g.p.m. / Q m³/h / l/min	0	79	18	110	154	176	198	220	242	264	286	310	330	350	374	396	440	462	528	572	594		
	kW	HP	230V	400V			0	18	20	25	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	100	105	120	130	135		
	H (m)																												
NCBZ2P 50-125C	2,2	3	8	4,6	H (m)	17,5	17,2	17	16,7	15,2	14,3	13,2	12	10	8														
NCBZ2P 50-125B	3	4	10,8	6,2		21,2	20,6	20	18,6	17,6	16,6	15,3	13,9	13	11														
NCBZ2P 50-125A	4	5,5	13	7,5		24,2			24,4	23,2	22,4	21,4	20,3	19,1	17,7	17													
NCBZ2P 50-160B	5,5	7,5	17,6	10,1		32,5			32	30,1	28,8	27,5	25,9	24,2	22,3	20,3	18,4	16,6											
NCBZ2P 50-160A	7,5	10		13,6		40,4			40	38,6	37,7	36,6	35,2	33,7	31,8	29,7	27,6	25,7											
NCBZ2P 50-160NC	5,5	7,5	17,6	10,1		30,5				27,7	27	26	24,9	23,6	22,1	20,6	20												
NCBZ2P 50-160NB	7,5	10		13,6		39				36,8	35,8	35	33,7	32,3	30,7	29	27	25											
NCBZ2P 50-160NA	9,2	12,5		17,4		44				40,6	40	39	38	36	35,2	34	32	30	27,5	26									
NCBZ2P 50-200C	9,2	12,5		17,4		52,2				52	49,6	47,8	45,9	43,4	41	38,2	35	32,3	28,4										
NCBZ2P 50-200B	11	15		20,1		58				57,3	54,3	52,3	50,1	47,2	44,2	40,8	37,3	33,8											
NCBZ2P 50-200A	15	20		26,3		61,8				60	58	56,5	55	53	50,5	48	45	41	30										
NCBZ2P 50-200NC	15	20		26,3		53,3								49,2	48	46,5	46	44,5	43	41,5	38	36,5	30,5						
NCBZ2P 50-200NB	18,5	25		33		61,5								56,4	55	53	51,5	50	48	47	45	42	37						
NCBZ2P 50-200NA	22	30		39,2		71								66,8	66	65	64	62	60	58	55	52,5	45,5	49	31,5				
NCBZ2P 50-250ND	18,5	25		33		69				68,5	66	64	62,5	61	58	56	50,5	47,3	44,2	40,2									
NCBZ2P 50-250NC/B	18,5	25		33		80				79	77,5	76	74,5	72	70	68	64,5	61,5											
NCBZ2P 50-250NC/A	22	30		39,2		80				79	77,5	76	74,5	72	70	68	64,5	61,5	58	54									
NCBZ2P 50-250NB/B	22	30		39,2		88,5				88	86,5	85	84	82	80	77	74	71	68										
NCBZ2P 50-250NB/A	30	40		53,1		88,5				88	86,5	85	84	82	80	77	74	71	68	64,5	60	57	44						
NCBZ2P 50-250NA	30	40		53,1		101				100	99	98	97	94,5	93	90,5	87,5	84	80	76,5	64	57	44						
NCBZ2P 50-315D	45	60		79,4		107								104	103	102	100	98	96	94	92,5	89	86	83	78	75			
NCBZ2P 50-315C	55	75		96,8		125,5								121	120	118,5	116,8	115	113,5	112	110	108	106	104	100	97,5	91	85,5	83

8 SERVICIO SANITARIO

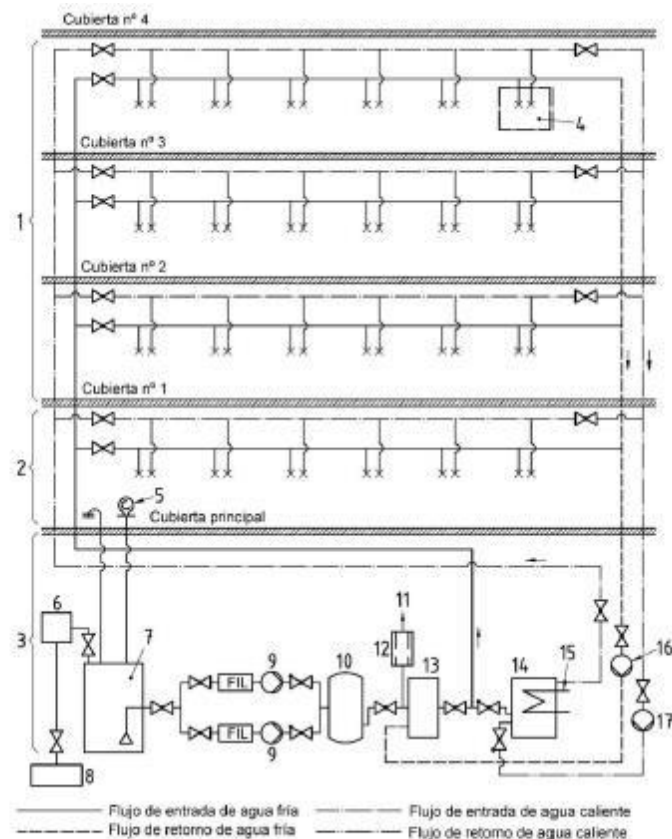
A lo largo de este apartado se desarrolla el dimensionamiento del servicio de agua sanitaria para la autonomía y las personas que van a bordo.

8.1 Cálculo de las necesidades del servicio sanitario

En el cuaderno 4 se calculó el volumen necesario del tanque de agua dulce para poder abastecer las necesidades del buque en navegación durante la autonomía fijada en la RPA.

En este cuaderno, se dimensiona el sistema y los diferentes elementos que lo componen. Se ha de tener claro que el sistema utilizado es el de suministro directo, debido al alto consumo de agua, tal y como se indica en la norma UNE-EN ISO 15748-2 de "Suministro de agua potable en buques y estructuras marinas".

El esquema general del sistema de agua dulce, será:



Legenda

- | | |
|--|--|
| 1 Área habitable con duchas/WC | 9 Bomba de suministro de agua potable |
| 2 Área de servicios de abastecimiento | 10 Tanque de presión |
| 3 Sala de máquinas | 11 Carga técnica |
| 4 Ducha/WC | 12 Desconector de tubería |
| 5 Conexión de alimentación a los tanques de agua potable (véase la Norma ISO 5620-1) | 13 Esterilización |
| 6 Generador de agua potable | 14 Calentador de agua |
| 7 Tanque de agua potable | 15 Elemento calentador |
| 8 Caja de mar | 16 Bomba de circulación de agua fría |
| | 17 Bomba de circulación de agua caliente |

A continuación, se procede a repetir los cálculos de la capacidad del tanque de agua dulce, según la norma UNE-ISO 15748-2.

A partir de la tabla A.1 se calcula la cantidad de agua potable por persona y día para los diferentes tipos de buque:

Tabla A.1
Valores guía para el consumo de agua potable en litros por persona/cama y día

Tipo de buque		Grupo de personas embarcado	Consumo de agua cuando esté equipado con	
			sistema de aseos de gravedad	sistema de aseos de vacío
Buque de alta mar	Carguero	Tripulante/cama	220 l	175 l
	Buque de pasaje	Pasajero/cama	270 l	225 l
	Crucero de lujo	Pasajero/cama	–	275 l
	Trasbordador con cabinas	Pasajero/cama	205 l ^a	160 l ^a
		Pasajero sin cama	100 l	55 l
	Trasbordador sin cabinas	Pasajero sin cama	150 l	105 l
		Tripulante sin cama	100 l	55 l
Embarcación de navegación interior	Carguero	Tripulante/cama	mínimo 150 l	
	Buque de pasaje con cabinas	Pasajero/tripulante/cama	220 l	175 l
	Buque de pasaje sin cabinas	Tripulante/pasajero	100 l	
Buques especiales	Buque de investigación	por cama	220 l	175 l
	Buque auxiliar de las fuerzas armadas y mayores	Tripulante/cama	160 l	110 l
	Buque de las fuerzas armadas menor que un auxiliar	Tripulante/cama	100 l	55 l
Pesquero		Tripulante/cama	mínimo 150 l	
Plataforma "offshore"		Tripulante/cama	350 l	
^a Sin lavandería a bordo.				

En nuestro caso, el buque es un carguero, dentro de los buques de alta mar, con sistema de aseos de vacío, por lo que se establece un consumo de agua por persona y día de 175 litros. Para la capacidad total, por tanto, se tienen en cuenta la autonomía y las personas a bordo:

$$\text{Agua dulce} = 40 \text{ personas} \cdot 42 \text{ días} \cdot 175 \frac{\text{litros}}{\text{persona} \cdot \text{día}} \cdot 10^{-3} = 294 \text{ m}^3 = 294 \text{ ton}$$

Cabe destacar que en el cuaderno 4 se realizaron los cálculos además con la tabla A.2 de la misma norma, los cuales son más precisos, y se establecen dos tanques en las zona de cámara de máquinas, que son capaces de almacenar la cantidad resultante de esos cálculos y que podrán dar suministro a los tanques que hay bajo la habilitación y que sirven para dar servicio de agua dulce a las cubiertas.

Se presentan, a continuación, los cálculos realizados con dicha tabla:

CONSUMIDORES	CONSUMOS (l/día·persona)		
	Agua TOT	Agua FRÍA	Agua CALIENTE
Lavabo de pared	12	5	7
Plato de ducha	120	50	70
Retrete de vacío	8	8	
Zona de cocina	20	8	12
Lavandería	38	15	23
Limpieza	5	2	3
TOTAL	203	88	115

	Agua TOT	Agua FRÍA	Agua CALIENTE
Consumo medio diario (L/día)	8120	3520	4600
TOTAL (L)	341040	147840	193200

8.2 Dimensionamiento del generador de agua dulce

Para el dimensionamiento del generador de agua dulce, se establece que de acuerdo a lo expuesto en el subapartado anterior, el generador ha de ser capaz de suministrar el siguiente caudal diario:

$$\text{Consumo} \frac{m^3}{h} = 8120 \frac{l}{día} \cdot \frac{1 dcm^3}{1 l} \cdot \frac{1 m^3}{1000 dcm^3} = 8,120 \frac{m^3}{día}$$

En la empresa Gefico, se selecciona un generador de agua dulce modelo AQ-10/12, el cual tiene la siguientes características:

- Caudal: $10 \frac{m^3}{día}$.
- Potencia: 308 kW.

Se adjunta el extracto del catálogo y una imagen de la instalación.

Small range. From 1 to 10 m ³ /day. Feed pump, control panel and scale inhibitor dosing system loose supply.								
Model	AQ-1/2	AQ-2/3	AQ-3/4A	AQ-4/5A	AQ-5/6A	AQ-6/8	AQ-8/10	AQ-10/12
Fresh Water Output (m ³ /day)*	1	2	3	4	5	6	8	10
Power (kW)	30	61	92	122	153	184	245	308
Overall Size LxWxH (mm)	760x516x744	860x516x744	1000x516x744	1080x609x952	1250x609x952	1148x700x1072	1350x700x1072	1550x700x1072



8.3 Cálculo de caudales

8.3.1 Compartimentos tipo

A continuación, se muestran los compartimentos tipo que se van a utilizar para los diferentes cálculos que se desarrollan en este apartado.

LOCAL	PTO DE SERVICIO	PRESIÓN DE FLUJO MÍNIMO (bar)	CAUDAL TOTAL (l/s)	CAUDAL FRÍA (l/s)	CAUDAL CALIENTE (l/s)
ASEO COMPLETO	Llave mezcladora de lavabo	1	0,14	0,07	0,07
	Llave mezcladora de ducha	1	0,3	0,15	0,15
	Retrete de vacío	1,5	0,3	0,3	
	TOTAL		0,74	0,52	0,22
ASEO SIMPLE	Llave mezcladora de lavabo	1	0,14	0,07	0,07
	Retrete de vacío	1,5	0,3	0,3	
	TOTAL		0,44	0,37	0,07
LAVANDERÍA	Lavadora	1	0,25	0,25	
	TOTAL		0,25	0,25	0
COCINA	Cafetera	1	0,15	0,15	
	Fregadero	1	0,28	0,14	0,14
	Lavavajillas	1	0,15	0,15	
	Fuente de agua	1	0,07	0,07	
	Pelapatatas	1	0,13	0,13	
	TOTAL		0,78	0,64	0,14

8.3.2 Caudales por cubierta

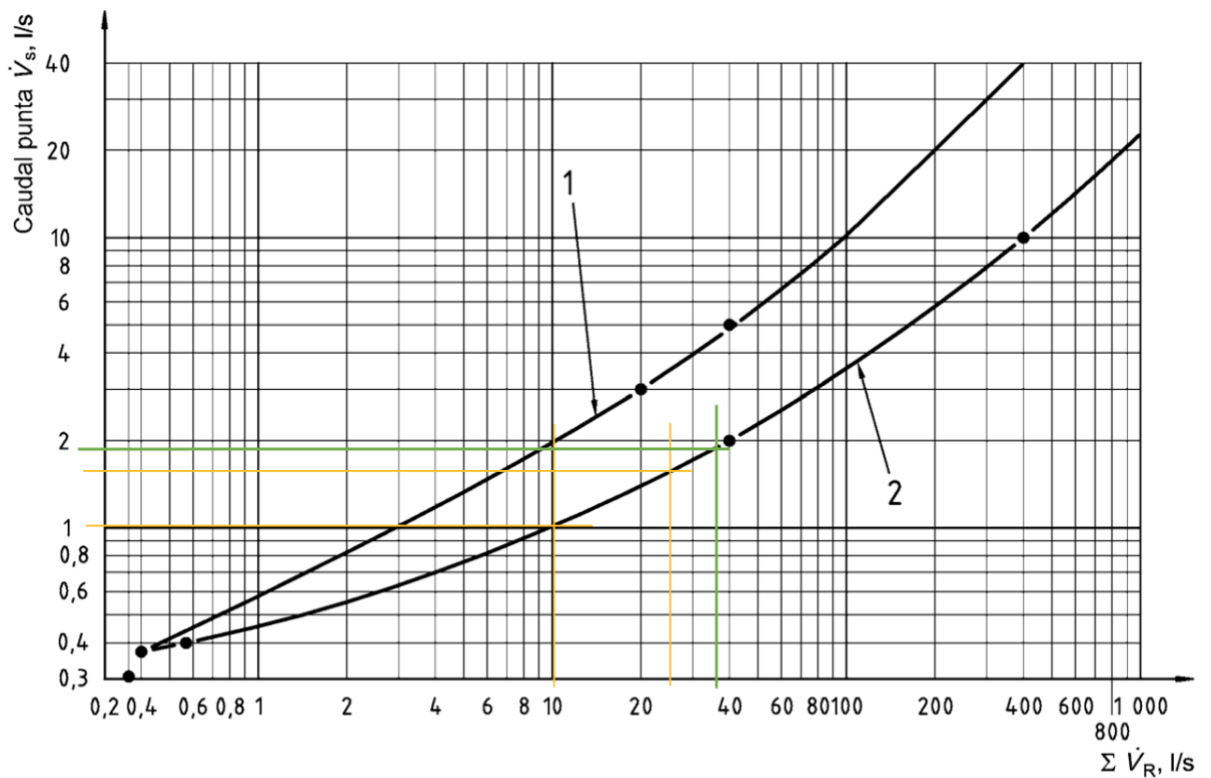
Se presentan a continuación, los diferentes consumidores de agua dulce por cubierta:

CUBIERTA	TIPO DE PUNTO DE SERVICIO DE AGUA POTABLE			NÚMERO	CAUDAL FRÍA (l/s)	CAUDAL CALIENTE (l/s)	LÍNEA DE CUBIERTA		LÍNEA TRONCAL	
							CAUDAL FRÍA (l/s)	CAUDAL CALIENTE (l/s)	CAUDAL FRÍA (l/s)	CAUDAL CALIENTE (l/s)
PUENTE DE GOBIERNO	Aseo Simple			1	0,37	0,07	0,37	0,07	0,37	0,07
CUBIERTA 8	Aseo Simple			1	0,37	0,07	2,6	0,95	2,97	1,02
	Sala de Juntas	Cafetera		1	0,15	0				
	Camarotes	Aseo completo		4	2,08	0,88				
CUBIERTA 7	Aseo Simple			1	0,37	0,07	3,49	1,39	6,46	2,41
	Camarotes	Aseo completo		6	3,12	1,32				
CUBIERTA 6	Aseo Simple			1	0,37	0,07	5,05	2,05	11,51	4,46
	Camarotes	Aseo completo		9	4,68	1,98				
CUBIERTA 5	Aseo Simple			1	0,37	0,07	2,97	1,17	14,48	5,63
	Camarotes	Aseo completo		5	2,6	1,1				
CUBIERTA 4	Aseo Simple			1	0,37	0,07	2,97	1,17	17,45	6,8
	Camarotes	Aseo completo		5	2,6	1,1				
CUBIERTA 3	Aseo Simple			1	0,37	0,07	1,7	0,65	19,15	7,45
	Fregadero			1	0,14	0,14				
	Sala de Ocio	Cafetera		1	0,15	0				
	Enfermería	Aseo completo		2	1,04	0,44				
CUBIERTA 2	Aseo Simple			1	0,37	0,07	0,51	0,21	19,66	7,66
	Fregadero			1	0,14	0,14				
CUBIERTA 1	Aseo Simple			1	0,37	0,07	1,47	0,35	21,13	8,01
	Cocina	Cafetera		3	0,45	0				
		Fregadero		2	0,28	0,28				
		Lavavajillas		2	0,3	0				
		Fuente de agua		1	0,07	0				
CUBIERTA PRINCIPAL	Aseo Simple			1	0,37	0,07	4,51	1,61	25,64	9,62
	Vestuarios	Femenino	Aseo completo	2	1,04	0,44				
		Masculino	Aseo completo	2	1,04	0,44				
	Lavandería			2	0,5	0				

	Camarotes	Aseo completo	3	1,56	0,66				
CUBIERTA -1	Aseo Simple		1	0,37	0,07	0,51	0,21	26,15	9,83
	Fregadero		1	0,14	0,14				
CAUDAL TOTAL (l/s)								35,98	

A partir de la tabla anterior se establecen los caudales punta, mediante la grafica que se muestra a continuación y los caudales troncales totales:

	CAUDAL TOTAL	CAUDAL PUNTA
AGUA FRÍA	26,15	1,7
AGUA CALIENTE	9,83	1
TOTAL	35,98	1,9



- Leyenda
 1 Buque de pasaje
 2 Buque de carga

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

8.4 Presiones de suministro

Para realizar las presiones de suministro, se van necesitar tanto la tabla A.11 de la norma anteriormente mencionada como las velocidades máximas admisibles también recogidas en dicha norma. Estas velocidades dependen del espacio por el que discurra la tubería y son:

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

Se presenta también la ya mencionada tabla A.11:

Tabla A.11
Caudales punta, anchuras nominales y presiones diferenciales para tuberías de cobre y acero inoxidable

Caudal punta \dot{V}_S l/s	Velocidad del flujo v m/s							
	1		1,4		2		2,5	
	Anchura nominal DN	Presión diferencial R mbar/m	Anchura nominal DN	Presión diferencial R mbar/m	Anchura nominal DN	Presión diferencial R mbar/m	Anchura nominal DN	Presión diferencial R mbar/m
0,2	15	20,0	12	50	10	125	10	220
0,3	20	14,0	15	36	12	95	12	170
0,45	25	11,0	20	27	15	70	15	130
0,7	32	8,0	25	20	20	52	20	95
1,0	40	6,0	32	15	25	40	25	75
1,5	40/50	4,8	40	11,5	32	30	32	55
2,25	50	3,5	50	8,6	40	23	32	42
3,5	65	2,6	65	6,5	50	16,5	40	30
5,25	80	1,9	65	4,7	65	12	50	23
8,0	100	1,5	80	3,7	65	9,5	65	17

NOTA – Las presiones diferenciales mencionadas incluyen las pérdidas debidas a los codos, ramales, válvulas, etc. La presiones diferenciales debidas al rozamiento en las tuberías son muy pequeñas para una temperatura del orden de hasta 60 °C; por lo tanto se considera despreciable este diferencial de presión.

8.4.1 Pérdidas de carga al consumidor más desfavorable

Los resultados de las pérdidas de carga al consumidor más desfavorable tanto para agua fría como para agua caliente son:

PÉRDIDA DE CARGA AL CONSUMIDOR MÁS DESFAVORABLE (SUMINISTRO DE AGUA FRÍA)								
NOMENCLATURA		LONG. TRAMO	CAUDAL AGUA FRÍA (L/s)	CAUDAL PUNTA AGUA FRÍA (L/s)	VELOCIDAD MÁXIMA ADMISIBL.	DN TUB. AGUA FRÍA	DIFERENCIA DE PRESIÓN AGUA FRÍA	PERDIDAS DE CARGA AGUA FRÍA (mbar)
tronco	cubierta 8 - cubierta puente	3,6	0,37	0,36	1,4	20	27	97,2
tronco	cubierta 7 - cubierta 8	3,6	2,97	0,7	1,4	25	20	72
tronco	cubierta 6 - cubierta 7	3,6	6,46	0,9	1,4	32	15	54
tronco	cubierta 5 - cubierta 6	3,6	11,51	1,2	1,4	40	11,5	41,4
tronco	cubierta 4 - cubierta 5	3,6	14,48	1,4	1,4	40	11,5	41,4
tronco	cubierta 3 - cubierta 4	3,6	17,45	1,45	1,4	40	11,5	41,4
tronco	cubierta 2 - cubierta 3	3,6	19,15	1,5	1,4	40	11,5	41,4
tronco	cubierta 1 - cubierta 2	3,6	19,66	1,55	1,4	50	8,6	30,96
tronco	cubierta principal - cubierta 1	3,6	21,13	1,6	1,4	50	8,6	30,96
tronco	cubierta -1 - cubierta principal	3,6	25,64	1,7	1,4	50	8,6	30,96
tronco	tanque - cubierta -1	24,65	26,15	1,8	2	40	23	515,2
ramal	cubierta puente de gobierno	4,5	0,37	0,36	1,4	20	27	121,5
							TOTAL (bar)	1,11838

PÉRDIDA DE CARGA AL CONSUMIDOR MÁS DESFAVORABLE (SUMINISTRO DE AGUA CALIENTE)								
NOMENCLATURA		LONG. TRAMO	CAUDAL AGUA CALIENTE (L/s)	CAUDAL PUNTA AGUA CALIENTE (L/s)	VELOCIDAD MÁXIMA ADMISIBL.	DN TUB. AGUA CALIENTE	DIFERENCIA DE PRESIÓN AGUA CALIENTE	PERDIDAS DE CARGA AGUA CALIENTE (mbar)
tronco	cubierta 8 - cubierta puente	3,6	0,07	0,2	1,4	12	50	180
tronco	cubierta 7 - cubierta 8	3,6	1,02	0,55	1,4	25	20	72
tronco	cubierta 6 - cubierta 7	3,6	2,41	0,6	1,4	25	20	72
tronco	cubierta 5 - cubierta 6	3,6	4,46	0,75	1,4	32	15	54
tronco	cubierta 4 - cubierta 5	3,6	5,63	0,8	1,4	32	15	54
tronco	cubierta 3 - cubierta 4	3,6	6,8	0,85	1,4	32	15	54
tronco	cubierta 2 - cubierta 3	3,6	7,45	0,9	1,4	32	15	54
tronco	cubierta 1 - cubierta 2	3,6	7,66	0,93	1,4	32	15	54
tronco	cubierta principal - cubierta 1	3,6	8,01	0,95	1,4	32	15	54
tronco	cubierta -1 - cubierta principal	3,6	9,62	0,97	1,4	32	15	54
tronco	tanque - cubierta -1	24,65	9,83	0,99	2	25	40	896
ramal	cubierta puente de gobierno	4,5	0,07	0,2	1,4	12	50	225
							TOTAL (bar)	1,823

8.4.2 Altura de bombeo

Para la altura de bombeo, se ha establecido a partir de la situación de las bombas, las cuales se encuentran en una cubierta a 3,75 m desde la línea de base, bajo la habilitación, por lo que la altura. La altura final que deberá alcanzar el bombeo será de 60,65 m. A continuación se muestran los resultados tanto de agua fría como de agua caliente:

ALTURA DE BOMBEO SUMINISTRO AGUA FRÍA		
	DIF DE ALTURA	bar
GEOMÉTRICA	60,65	5,95
PÉRDIDAS DE CARGA		1,17
VÁLVULAS Y ACCESORIOS		1,76
PRESIÓN MÍNIMA (mínimo 1,5 bar)		1,50
MARGEN (10%)		1,04
TOTAL		11,41

ALTURA DE BOMBEO SUMINISTRO AGUA CALIENTE		
	DIF DE ALTURA	bar
GEOMÉTRICA	60,65	5,95
PÉRDIDAS DE CARGA		1,91
VÁLVULAS Y ACCESORIOS		2,87
PRESIÓN MÍNIMA (mínimo 1,5 bar)		1,50
MARGEN (10%)		1,22
TOTAL		13,46

8.5 Dimensionamiento de las bombas de suministro

Para el dimensionamiento de las bombas de suministro, se adiciona un margen del 10% al caudal punta, resultando de la siguiente manera:

$$Q_{B.suministro} = 1,9 + \left(1,9 \cdot \frac{10}{100}\right) = 2,09 \frac{m^3}{h}$$

La presión de suministro que se ha de escoger es la más desfavorable de las anteriores, añadiéndole un margen de 2 bar.

$$P_{B.suministro} = 13,46 + 2 = 15,46 \text{ bar.}$$

Tal como establece la norma, se han de instalar dos bombas de suministro. Se escogerá una bomba de la empresa Aiguapres, centrífuga de doble turbina, serie FC, concretamente el modelo FC 25-2A la cual tiene las siguientes características:

- Caudal máximo: $3 \frac{m^3}{h}$
- Altura máxima: 66 m
- Potencia: 3 kW

Tipo	Alimentación 50Hz	P2 Nominal		Corriente absorbida [A]	Condensador		m³/h l/min	h																	
		kW	H.P.		µF	V		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	14	16	18			
FC20-2B	1x230V	0.55	0.75	4.2	16	450	h	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	14	16	18			
	3x230-400V			3.3/1.9				39	36	32.5	28	21.5	13												
FC20-2A	1x230V	0.75	1	6.4	20	450	h	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	14	16	18			
	3x230-400V			4.8/2.8				46	43.5	40.5	36	30.5	23.5												
FC25-2F	1x230V	1.1	1.5	9.8	31.5	450	h	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	14	16	18			
	3x230-400V			7.3/4.2				51	49	47	45	42.5	40	38	34										
FC25-2E	1x230V	1.5	2	12	40	450	h	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	14	16	18			
	3x230-400V			9.1/5.3				61.5	58	55	52	47.5	45	41.5	39	34									
FC25-2B	3x230-400V	2.2	3	10/5.8			h	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	14	16	18			
	3x230-400V			12/7	64				59	57	54.5	51	47	42.5	36.5										
FC25-2A	3x230-400V	3	4	12/7			h	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	14	16	18			
	3x230-400V			16/9.3	70				66	64	62	59.5	56.5	52.5	48	42.5									
FC30-2D	3x230-400V	4	5.5	11/6.4			h	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	14	16	18			
	3x400-690V			11/6.4	83				79	77	75	73	70.5	68	65	59	52	44							
FC30-2B	3x400-690V	5.5	7.5	13.4/7.8			h	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	14	16	18			
	3x400-690V			13.4/7.8	89				86	84	82	80	78	76	74	69	62	56							
FC30-2A	3x400-690V	7.5	10	13.4/7.8			h	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	14	16	18			
	3x400-690V			13.4/7.8	96				93	91	88	87	85	83	77	72	66	58							

8.6 Pérdidas de carga de recirculación

Para las pérdidas de carga en la recirculación se realizan las siguientes tablas:

PÉRDIDA DE CARGA AL CONSUMIDOR MÁS DESFAVORABLE (SUMINISTRO DE AGUA FRÍA)								
NOMENCLATURA		LONG. TRAMO	CAUDAL AGUA FRÍA (L/s)	CAUDAL PUNTA AGUA FRÍA (L/s)	VELOCIDAD MÁXIMA ADMISIBL.	DN TUB. AGUA FRÍA	DIFERENCIA DE PRESIÓN AGUA FRÍA	PERDIDAS DE CARGA AGUA FRÍA (mbar)
tronco	cubierta 8 - cubierta puente	3,6	0	0,36	1,4	20	27	97,2
tronco	cubierta 7 - cubierta 8	3,6	0	0,7	1,4	25	20	72
tronco	cubierta 6 - cubierta 7	3,6	0	0,9	1,4	32	15	54
tronco	cubierta 5 - cubierta 6	3,6	0	1,2	1,4	40	11,5	41,4
tronco	cubierta 4 - cubierta 5	3,6	0	1,4	1,4	40	11,5	41,4
tronco	cubierta 3 - cubierta 4	3,6	0	1,45	1,4	40	11,5	41,4
tronco	cubierta 2 - cubierta 3	3,6	0	1,5	1,4	40	11,5	41,4
tronco	cubierta 1 - cubierta 2	3,6	0	1,55	1,4	50	8,6	30,96
tronco	cubierta principal - cubierta 1	3,6	0	1,6	1,4	50	8,6	30,96
tronco	cubierta -1 - cubierta principal	3,6	0	1,7	1,4	50	8,6	30,96
tronco	tanque - cubierta -1	24,65	0	1,8	2	40	23	566,95
ramal	cubierta puente de gobierno	4,5	0	0,36	1,4	20	27	121,5
ramal	cubierta puente de gobierno	4,5	0	0,36	1,4	20	27	121,5
tronco	tanque - cubierta -1	24,65	0	1,8	2	40	23	566,95
tronco	cubierta -1 - cubierta principal	3,6	0	1,7	1,4	50	8,6	30,96
tronco	cubierta principal - cubierta 1	3,6	0	1,6	1,4	50	8,6	30,96
tronco	cubierta 1 - cubierta 2	3,6	0	1,55	1,4	50	8,6	30,96
tronco	cubierta 2 - cubierta 3	3,6	0	1,5	1,4	40	11,5	41,4
tronco	cubierta 3 - cubierta 4	3,6	0	1,45	1,4	40	11,5	41,4
tronco	cubierta 4 - cubierta 5	3,6	0	1,4	1,4	40	11,5	41,4
tronco	cubierta 5 - cubierta 6	3,6	0	1,2	1,4	40	11,5	41,4
tronco	cubierta 6 - cubierta 7	3,6	0	0,9	1,4	32	15	54
tronco	cubierta 7 - cubierta 8	3,6	0	0,7	1,4	25	20	72
tronco	cubierta 8 - cubierta puente	3,6	0	0,36	1,4	20	27	97,2
							TOTAL (bar)	2,34026

PÉRDIDA DE CARGA AL CONSUMIDOR MÁS DESFAVORABLE (SUMINISTRO DE AGUA CALIENTE)								
NOMENCLATURA		LONG. TRAMO	CAUDAL AGUA CALIENTE (L/s)	CAUDAL PUNTA AGUA CALIENTE (L/s)	VELOCIDAD MÁXIMA ADMISIBL.	DN TUB. AGUA CALIENTE	DIFERENCIA DE PRESIÓN AGUA CALIENTE	PERDIDAS DE CARGA AGUA CALIENTE (mbar)
tronco	cubierta 8 - cubierta puente	3,6	0	0,2	1,4	12	50	180
tronco	cubierta 7 - cubierta 8	3,6	0	0,55	1,4	25	20	72
tronco	cubierta 6 - cubierta 7	3,6	0	0,6	1,4	25	20	72
tronco	cubierta 5 - cubierta 6	3,6	0	0,75	1,4	32	15	54
tronco	cubierta 4 - cubierta 5	3,6	0	0,8	1,4	32	15	54
tronco	cubierta 3 - cubierta 4	3,6	0	0,85	1,4	32	15	54
tronco	cubierta 2 - cubierta 3	3,6	0	0,9	1,4	32	15	54
tronco	cubierta 1 - cubierta 2	3,6	0	0,93	1,4	32	15	54
tronco	cubierta principal - cubierta 1	3,6	0	0,95	1,4	32	15	54
tronco	cubierta -1 - cubierta principal	3,6	0	0,97	1,4	32	15	54
tronco	tanque - cubierta -1	24,65	0	0,99	2	25	40	986
ramal	cubierta puente de gobierno	4,5	0	0,2	1,4	12	50	225
ramal	cubierta puente de gobierno	4,5	0	0,2	1,4	12	50	225
tronco	tanque - cubierta -1	24,65	0	0,99	2	25	40	986
tronco	cubierta -1 - cubierta principal	3,6	0	0,97	1,4	32	15	54
tronco	cubierta principal - cubierta 1	3,6	0	0,95	1,4	32	15	54
tronco	cubierta 1 - cubierta 2	3,6	0	0,93	1,4	32	15	54
tronco	cubierta 2 - cubierta 3	3,6	0	0,9	1,4	32	15	54
tronco	cubierta 3 - cubierta 4	3,6	0	0,85	1,4	32	15	54
tronco	cubierta 4 - cubierta 5	3,6	0	0,8	1,4	32	15	54
tronco	cubierta 5 - cubierta 6	3,6	0	0,75	1,4	32	15	54
tronco	cubierta 6 - cubierta 7	3,6	0	0,6	1,4	25	20	72
tronco	cubierta 7 - cubierta 8	3,6	0	0,55	1,4	25	20	72
tronco	cubierta 8 - cubierta puente	3,6	0	0,2	1,4	12	50	180
							TOTAL (bar)	3,826

8.7 Dimensionamiento de las bombas de circulación

De acuerdo a lo establecido en el apartado anterior, se determina la altura de bombeo de recirculación tanto para el agua fría como para la caliente:

ALTURA DE BOMBEO CIRCULACIÓN AGUA FRÍA	
	bar
PÉRDIDAS DE CARGA	2,34
VÁLVULAS Y ACCESORIOS	3,51
MARGEN (40%)	2,34
TOTAL	8,19

ALTURA DE BOMBEO CIRCULACIÓN AGUA CALIENTE	
	bar
PÉRDIDAS DE CARGA	3,83
VÁLVULAS Y ACCESORIOS	5,74
MARGEN (40%)	3,83
TOTAL	13,39

Y por tanto, se establece que:

$$Q_{B.circulación} = 1,9 + \left(1,9 \cdot \frac{10}{100}\right) = 2,09 \frac{m^3}{h}$$

La presión de suministro que se ha de escoger es la más desfavorable de las anteriores, añadiéndole un margen de 2 bar.

$$P_{B.circulación} = 13,39 + 2 = 15,39 \text{ bar.}$$

Tal como establece la norma, se han de instalar dos bombas de suministro, concretamente una para agua caliente y otra para agua fría. Se escogerá una bomba de la empresa Aiguapres, centrífuga de doble turbina, serie FC, concretamente el modelo FC 25-2A la cual tiene las siguientes características:

- Caudal máximo: $3 \frac{m^3}{h}$
- Altura máxima: 66 m
- Potencia: 3 kW

8.8 Dimensionamiento de los calentadores

El cálculo de los calentadores se realiza también mediante la norma UNE-EN ISO 15748-2. En este caso se establecen calentadores de almacenamiento, y serán seleccionados teniendo en cuenta que la demanda punta de agua caliente puede ser calentada en 2 horas en buques que no sean de pasajeros. Además se debe asegurar el suministro de agua caliente en puerto.

El volumen de los calentadores se escoge con la ayuda de la tabla A.6 de la misma norma, que se muestra a continuación:

Tabla A.6
Valores guía de los volúmenes de los calentadores de agua, potencia de calentamiento y calentadores adicionales

Número de personas	Volumen del calentador de agua l	Potencia de calentamiento kW	Tiempo de calentamiento desde 10 °C hasta 65 °C min	Cantidad en l de agua mezclada de 40 °C a producir en		Potencia de calentamiento adicional kW
				1 h	2 h	
1 a 10	200	15	51	660	1 030	8
	300	10	115	680	930	5
11 a 20	400	30	51	1 320	2 060	15
	650	20	125	1 440	1 940	10
21 a 30	650	40	62	1 940	2 920	20
	1 000	20	192	1 960	2 450	10
31 a 50	1 000	40	96	2 450	3 440	20
	1 500	25	230	2 820	3 440	13
51 a 75	1 000	80	48	3 440	5 400	40
	1 500	60	96	3 680	5 160	30
	2 000	40	192	3 930	4 910	20
76 a 100	2 000	80	96	4 910	6 880	40
	3 000	40	288	5 400	6 380	20
101 a 150	3 000	100	115	6 880	9 330	50
	5 000	40	480	8 350	9 330	20
151 a 200	3 000	160	72	8 350	12 280	60
	5 000	100	192	9 820	12 280	50
201 a 300	5 000	200	96	12 280	17 200	60
	7 000	150	179	14 000	17 690	50
301 a 500	7 000	300	90	17 690	25 060	70
	10 000	200	192	19 650	24 570	60
501 a 700	7 000	400	67	20 140	29 970	80
	10 000	300	128	22 110	29 480	70
701 a 1 000	10 000	550	70	28 250	41 770	100

NOTA 1 – Por regla general, no se utilizan calentadores individuales de agua de más de 3 000 l de capacidad. Para demandas superiores de agua se deben instalar dos o más calentadores de agua de un tamaño apropiado, o calentadores de flujo continuo.

NOTA 2 – Para cada número de personas se indican dos posibilidades de volumen de agua.

NOTA 3 – La columna “Potencia de calentamiento adicional” tiene en cuenta el suministro de agua potable que hay que asegurar en puerto (véase el apartado 11.1).

Por lo tanto, sabiendo que el número de personas que van a bordo es 40, resulta:

CARACTERÍSTICAS CALENTADOR	
Nº DE PERSONAS A BORDO	40
VOLUMEN DEL CALENTADOR (L)	1500,00
POTENCIA DE CALENTAMIENTO (kW)	25,00
TIEMPO DE CALENTAMIENTO (min)	230
CANTIDAD MEZCLADA A 40º (L/1h)	2820
CANTIDAD MEZCLADA A 40º (L/2h)	3440

Se seleccionará la de mayor capacidad.

8.9 Selección de la planta de tratamiento de aguas residuales

La planta de tratamiento de aguas residuales será de tipo biológico, la cual pueda tratar todas las aguas residuales producidas a bordo.

Según lo establecido en el MARPOL, Anexo IV, Capítulo 3, Regla 9, "Sistemas de tratamiento de aguas sucias":

"Todo buque que, de conformidad a lo dispuesto en la regla 2, esté sujeto a las disposiciones del presente anexo estará equipado con uno de los siguientes sistemas de tratamiento de aguas sucias:

- Una instalación de tratamiento de aguas sucias aprobada por la Administración, teniendo en cuenta las normas y los métodos de prueba elaborados por la Organización, o
- Un sistema para desmenuzar y desinfectar las aguas sucias aprobado por la administración. Este sistema estará dotado de medios que, a juicio de la Administración, permitan almacenar temporalmente las aguas sucias cuando el buque esté a menos de 3 millas marinas de la tierra más próxima, o
- Un tanque de retención que tenga capacidad suficiente, a juicio de la Administración, para retener todas las aguas sucias, habida cuenta del servicio que presta el buque, el número de personas a bordo y otros factores pertinentes. El tanque de retención estará construido del modo que la Administración juzgue satisfactorio y estará dotado de medios para indicar visualmente la cantidad del contenido."

El buque proyecto dispondrá de una instalación de tratamiento de aguas residuales y de un tanque de almacenamiento de dichas aguas. Para ello se tendrá en cuenta lo establecido en la norma UNE-EN ISO 15749-1 y en UNE-EN ISO 15749-2.

El tanque de aguas residuales, ya ha sido calculado en el Cuaderno 4, del cual resulto un total de 268,8 toneladas. Se dispondrá de dos tanque simétricos que cubrirán dicha capacidad sobradamente.

Tabla 2
Cantidad mínima de agua de desecho

Tipo de buque	Cantidad mínima de agua de desecho por persona y día en litros			
	Planta sin vacío		Planta con vacío	
	Aguas negras	Aguas negras y grises	Aguas negras	Aguas negras y grises
Buques de pasaje	70	230	25	185
Buques de alta mar exceptuando los de pasaje	70	180	25	135
Los buques costeros pueden conservar los valores recomendados por las autoridades responsables.				
NOTA – Estos valores son los recomendados. Hay que considerar las posibles variaciones debidas a los reglamentos nacionales o a las recomendaciones de las sociedades de clasificación.				

Siguiendo la tabla anterior extraída de la norma, el caudal mínimo por persona y día en litros es de 135. Por ello resulta que se la planta instalada en el buque ha de ser capaz de procesar la cantidad de:

$$C_{TAR} = 135 \frac{L}{\text{día} \cdot \text{persona}} \cdot 40 \text{ personas} = 5400 \frac{L}{\text{día}}$$

Se escoge ahora, la planta de tratamiento. En la marca Detgasa, de la serie STPN, se escoge el modelo 945, el cual es capaz de procesar 9400 l/día de aguas residuales.

DELTA STPN SERIES

STPN MODEL	CREW	L/DAY	KGBOD/DAY
210	10	2100	0,60
420	20	4200	1,20
630	30	6300	1,80
945	45	9450	2,70
1260	60	12600	3,60
1680	80	16800	4,80
2100	100	21000	6,00
2590	123	25900	7,40
2940	140	29400	8,40
3375	161	33750	9,64
4050	180	40500	10,80
4305	205	43050	12,30
4830	230	48300	13,80
5400	257	54000	15,43
5985	285	59850	17,10
6615	315	66150	18,90
7245	345	72450	20,70
7875	375	78750	22,50
8400	400	84000	24,00

9 SERVICIO CONTRA INCENDIOS

Para el desarrollo del sistema contraincendios del buque se utilizarán dos sistemas diferenciados por la zona en la que se encuentre, uno para la habitación y para cámara de máquinas y otro para cubierta del buque a proyectar.

Si se siguen las indicaciones del solas, capítulo II-2, Parte A, Regla 10, 2.2.2. Número de bombas contraincendios, se deberán instalar para un buque de más de 1000 toneladas de arqueo bruto, al menos dos bombas. En el caso del buque proyecto, se supera dicho arqueo bruto, por lo que se deberá cumplir dicha condición. Se instalarán por tanto 4 bombas contraincendios, además de una de emergencia.

9.1 Agua nebulizada en Cámara de Máquinas y Habitación

Se ha optado por este sistema para las zonas de habitación y cámara de máquinas.

Este sistema proporciona una optimización del agua como recurso, ya que con un mínimo de volumen de la misma se abarca una gran superficie. Esto es debido a que el agua se distribuye en pequeñas gotas de agua produciendo una niebla capaz de sofocar el posible incendios. Con este sistema se consigue una serie de ventajas sobre los equipos tradicionales como por ejemplo, que es inocuo para las personas, una mínima inundación de los espacios de agua o un mínimo impacto sobre los equipos.

Además para el sistema de agua nebulizada existen dos tipos de circuitos mojada y seca. En el circuito de agua nebulizada seca las tuberías solo transportan agua hasta los rociadores cuando salta la alarma de incendios y la bomba se pone en funcionamiento, por otro lado la tubería mojada, ya están llenas de agua, por lo que en el momento en el que un rociador detectar un fuego el agua sale de manera instantánea,

En este caso se ha optado por escoger un circuito mojado, ya que tendrá una respuesta mucho más rápida que el caso del circuito seco.

9.1.1 Dimensionamiento del sistema

Para el diseño del sistema se sigue la regla UNE-CEN-TS-1472:2014 y la norma NFPA 750-2003.

Se escoge un modelo llamado FOGEX. Se muestra a continuación los datos necesarios para la instalación tanto de la zona de habitación como la zona de cámara de máquinas.

Fogex for Marine Applications – Total Flooding & Local Application:

Nozzle Type	IMO Design Pressure	Water Flow Rate L/min @ 100 bar	K-Factor	Nozzle Coverage (m ²)
FOGEX F20	110 Bar	6.4	0.64 L/min/bar ^{3/2}	≤17
FOGEX F27	110 Bar	5.3	0.53 L/min/bar ^{3/2}	≤17
FOGEX F11	100 Bar	10.0	1.00 L/min/bar ^{3/2}	≥17

A continuación se procede a calcular las pérdidas de carga en a boca contra incendios del ramal más alejado de la bomba contra incendios, que será la que genere más pérdidas, en este caso corresponde con el puente de gobierno y se hallará mediante la siguiente fórmula.

$$P_{bomba} = P_{rociador} + P_{estatica} + P_{fricción} + P_{accesorios}$$

Donde la P de los rociadores es de 110 bar

$$P_{fricción} = f * \frac{L}{D} * \frac{V^2}{2g}$$

Donde:

- f : factor de fricción.
- L : longitud de la tubería en cada planta.
- v : velocidad del fluido.
- g : aceleración de la gravedad.
- D : diámetro de la tubería.

Se va a suponer el peor de los casos que sería aquel en el que todos los rociadores estuvieran encendidos, y se obtiene la siguiente perdida de carga.

CUBIERTA	CONSUM	CAUDAL/CONSUM (l/min)	CAUDAL CUB (l/min)	CAUDAL CUB (m ³ /s)	VELOCIDAD FLUJO (m/s)	DIÁMETRO (m)	DIÁMETRO (mm)
Inferior Proa 1	8	5,3	42,4	0,0007	6	0,026	26
Inferior Proa 2	8	5,3	42,4	0,0007	6	0,026	26
Inferior Proa 3	8	5,3	42,4	0,0007	6	0,026	26
Inferior Proa 4	8	5,3	42,4	0,0007	6	0,026	26
Inferior Proa 5	8	5,3	42,4	0,0007	6	0,026	26
Inferior Proa 6	8	5,3	42,4	0,0007	6	0,026	26
Inferior Popa 1	15	5,3	79,5	0,0013	6	0,033	33
Inferior Popa 2	15	5,3	79,5	0,0013	6	0,033	33
Inferior Popa 3	15	5,3	79,5	0,0013	6	0,033	33
Inferior Popa 4	15	5,3	79,5	0,0013	6	0,033	33
Inferior Popa 5	15	5,3	79,5	0,0013	6	0,033	33
Inferior Popa 6	15	5,3	79,5	0,0013	6	0,033	33
Cubierta -1	20	5,3	106	0,0018	6	0,043	43
Principal	20	5,3	106	0,0018	6	0,043	43
Cubierta 1	20	5,3	106	0,0018	6	0,043	43
Cubierta 2	20	5,3	106	0,0018	6	0,043	43
Cubierta 3	20	5,3	106	0,0018	6	0,043	43
Cubierta 4	18	5,3	95,4	0,0016	6	0,033	33

CUBIERTA	CONSUM	CAUDAL/CONSUM (l/min)	CAUDAL CUB (l/min)	CAUDAL CUB (m ³ /s)	VELOCIDAD FLUJO (m/s)	DIÁMETRO (m)	DIÁMETRO (mm)
Cubierta 5	33	5,3	174,9	0,0029	6	0,043	43
Cubierta 6	33	5,3	174,9	0,0029	6	0,043	43
Cubierta 7	20	5,3	106	0,0018	6	0,043	43
Cubierta 8	20	5,3	106	0,0018	6	0,043	43
P gobierno	15	5,3	79,5	0,0013	6	0,033	33

El factor de fricción se calculará de forma académica mediante el diagrama de Moody, por lo que se necesita ϵ/d y el número de Reynolds

El número de Reynolds se calculará mediante la siguiente fórmula:

$$Re = \frac{v * D}{10^{-6}}$$

Donde;

- V es la velocidad del flujo, que está recogida en la tabla
- D es el diámetro de la tubería en m

Por otro lado ϵ/d se obtendrá de la siguiente ecuación:

$$\frac{\epsilon}{d} = \frac{0.0451}{d}$$

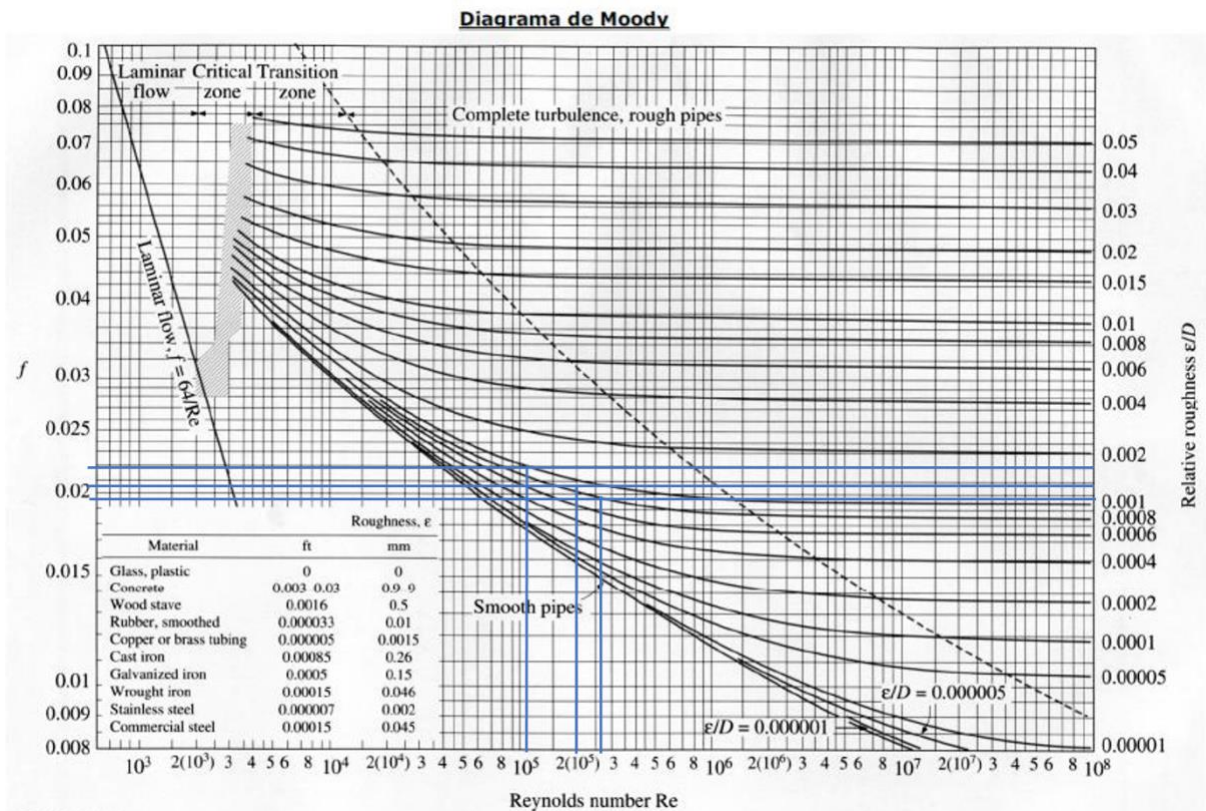
Donde;

- ϵ es la rugosidad relativa, vale 0.0451 para una tubería de acero inoxidable.
- d es el diámetro de la tubería en mm.

CUBIERTA	DIÁMETRO (m)	VELOCIDAD FLUJO (m/s)	REYNOLDS	ϵ/d	f fricción	L	Pfricción (m)
Inferior Proa 1	0,026	6	156000	0,001734615	0,0196	8	11,07
Inferior Proa 2	0,026	6	156000	0,001734615	0,0196	8	11,07
Inferior Proa 3	0,026	6	156000	0,001734615	0,0196	8	11,07
Inferior Proa 4	0,026	6	156000	0,001734615	0,0196	8	11,07
Inferior Proa 5	0,026	6	156000	0,001734615	0,0196	8	11,07
Inferior Proa 6	0,026	6	156000	0,001734615	0,0196	8	11,07
Inferior Popa 1	0,033	6	198000	0,001366667	0,0209	8	9,30
Inferior Popa 2	0,033	6	198000	0,001366667	0,0209	10	11,62
Inferior Popa 3	0,033	6	198000	0,001366667	0,0209	10	11,62
Inferior Popa 4	0,033	6	198000	0,001366667	0,0209	10	11,62
Inferior Popa 5	0,033	6	198000	0,001366667	0,0209	10	11,62

CUBIERTA	DIÁMETRO (m)	VELOCIDAD FLUJO (m/s)	REYNOLDS	ϵ/d	f fricción	L	Pfricción (m)
Inferior Popa 6	0,033	6	198000	0,001366667	0,0209	10	11,62
Cubierta -1	0,043	6	258000	0,001048837	0,0219	18	16,82
Principal	0,043	6	258000	0,001048837	0,0219	16	14,95
Cubierta 1	0,043	6	258000	0,001048837	0,0219	16	14,95
Cubierta 2	0,043	6	258000	0,001048837	0,0219	16	14,95
Cubierta 3	0,043	6	258000	0,001048837	0,0219	16	14,95
Cubierta 4	0,033	6	198000	0,001366667	0,0209	16	18,59
Cubierta 5	0,043	6	258000	0,001048837	0,0219	16	14,95
Cubierta 6	0,043	6	258000	0,001048837	0,0219	16	14,95
Cubierta 7	0,043	6	258000	0,001048837	0,0219	16	14,95
Cubierta 8	0,043	6 </td <td>258000</td> <td>0,001048837</td> <td>0,0219</td> <td>16</td> <td>14,95</td>	258000	0,001048837	0,0219	16	14,95
P gobierno	0,033	6	198000	0,001366667	0,0219	14	17,05
TOTAL							305,87

Se presenta a continuación el diagrama de Moody de donde se han obtenido los factores de fricción.



Ahora se calcula la pérdida por accesorios tomando como referencia la tabla siguiente donde se indican los K_i de cada accesorio

$$P_{\text{accesorios}} = K_i \cdot \frac{V^2}{2 \cdot g}$$

Accesorios	K
Válvula esférica (totalmente abierta)	10
Válvula en ángulo recto (totalmente abierta)	5
Válvula de seguridad (totalmente abierta)	2.5
Válvula de retención (totalmente abierta)	2
Válvula de compuerta (totalmente abierta)	0.2
Válvula de compuerta (abierta $\frac{3}{4}$)	1.15
Válvula de compuerta (abierta $\frac{1}{2}$)	5.6
Válvula de compuerta (abierta $\frac{1}{4}$)	24.0
Válvula de mariposa (totalmente abierta)	-
"T" por la salida lateral	1.80
Codo a 90° de radio corto (con bridas)	0.90
Codo a 90° de radio normal (con bridas)	0.75
Codo a 90° de radio grande (con bridas)	0.60
Codo a 45° de radio corto (con bridas)	0.45
Codo a 45° de radio normal (con bridas)	0.40
Codo a 45° de radio grande (con bridas)	0.35

ELEMENTO	K	Nº ELEMENTOS	Ptotal
Codo	0,75	30	22,5
Válvula de retención	2	23	46
T salida lateral	1,8	23	41,4
TOTAL			109,9

Por lo tanto se obtiene una $P_{\text{accesorios}}$:

$$P_{\text{accesorio}} = 109,9 \cdot \frac{6^2}{2 \cdot 9,81} = 201,65 \text{ m}$$

La $P_{\text{estática}}$ es el tramo de tubería vertical, desde la bomba hasta la cubierta más alta, que en este caso se corresponde con el puente de gobierno y tiene una longitud de 56,7 m.

$$P_{\text{estática}} = 0,098 \cdot 56,7 = 5,56 \text{ bar}$$

Finalmente se obtiene la presión total de la bomba tal que:

$$P_{bomba} = P_{rociador} + P_{estatica} + P_{fricción} + P_{accesorios}$$

$$P_{bomba} = 110 + 5,56 + 305,87 + 109,9 = 531,33 \text{ bar}$$

Se instalarán por tanto 4 bombas de la empresa FOGEX de alta presión.

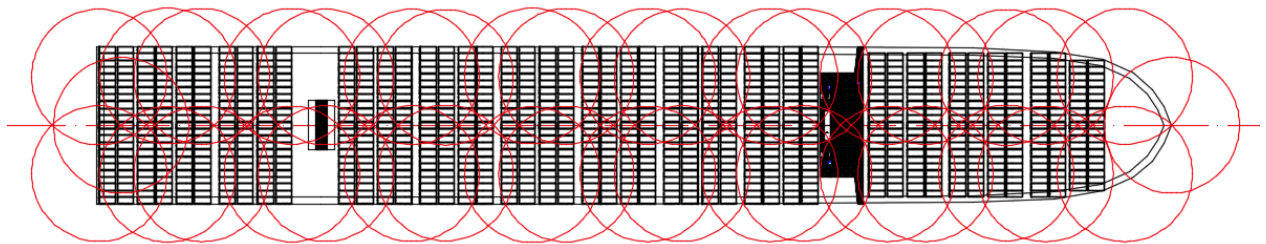
9.2 Bombas CI, colectores, hidrantes y mangueras

9.2.1 Hidrantes y mangueras

Como se indica en los apuntes de “Proyectos y Artefactos marinos II”, lo cual es una recopilación del SOLAS, Capítulo II, Regla 10, el buque debe de dotar de dos hidrantes, uno con una longitud simple de manguera que sea capaz de alcanzar cualquier parte de los espacios de carga.

En la regla del Solas ya mencionada anteriormente, se nos indica que las mangueras situadas en las cubiertas expuestas han de ser como mínimo una por cada 30 m de eslora y una de respeto. Para el buque de carga con una manga mayor de 30 metros tendrán que cumplir una longitud mínima de 10 m pero ésta no será superior a 25 m. En el caso de estudio se deciden seleccionar mangueras de 20 metros de longitud.

Además en el punto 2.1.5 Número y distribución de las bocas contra incendios se indica que por lo menos dos chorros de agua procedentes de la misma boca contraincendios, tendrán que alcanzar cualquier parte del buque.



En el croquis anterior, se muestran los círculos que representan la longitud de la manguera, 20 metros, más el alcance del chorro que se consideran otros 5 metros.

Se instalan por tanto un total de 38 hidrantes en cubierta, y un total de 15 mangueras incluida la de respeto.

9.2.2 Bombas Contraincendios

Como ya se comentó anteriormente, el buque proyecto constará de 4 bombas contraincendios además de una de emergencia por lo que se tendrán un total de 5 bombas.

Dichas bombas tendrán un caudal total de:

$$Qt \geq \frac{4}{3} \cdot Qs \cdot Ns \text{ (donde el valor max es 180)}$$

Donde:

- Qs es el caudal de sentinas, $704,375 \text{ m}^3/\text{h}$
- Ns es el número de bombas de sentinas, 4.

$$Qt \geq \frac{4}{3} \cdot 704,375 \cdot 4 \text{ (donde el valor max es 180)}$$

$$Qt = 3756,6 \text{ m}^3/\text{h}$$

Por lo tanto:

$$Qt \geq 180 \text{ m}^3/\text{h}$$

El caudal mínimo individual será:

$$Qmin = 0.8 * \frac{Qt}{N}$$

$$Qmin = 36 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

La elección de las bombas contra incendios se realiza en la marca Saer Electropompe, concretamente serán bombas centrifugas sobre bancada normalizada norma EN733, concretamente de la serie NCB/NCBZ. El modelo escogido será el NCBZ2P 65-125B.

2900 RPM

Tipo	P2		In (A)		Is / In	U.S.g.p.m.	0	132	154	176	198	220	242	264	286	310	330	350	396	440	484	528	572	616	660	704	726		
	kW	HP	230V	400V		Q	m ³ /h	0	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	90	100	110	120	130	140	150	160	165	
						l/min	0	500	583	667	750	833	917	1000	1083	1167	1250	1333	1500	1667	1833	2000	2167	2333	2500	2667	2755		
NCBZ2P 65-125D	3	4	10,8	6,2	9,1	H (m)	12,5	12,3	12	11,9	11,8	11,6	11,4	11	10	9,5	8	7,4											
NCBZ2P 65-125C	4	5,5	13	7,5	9,9		17	16	15,9	15,6	15,5	15,4	15,2	15	14,6	14,2	13,5	13	11	8									
NCBZ2P 65-125B	5,5	7,5	17,6	10,1	9		21,5	21,2	21	20,9	20,9	20,8	20,7	20,5	20	19,1	19	18,1	16,4	14									
NCBZ2P 65-125A	7,5	10		13,6	9		26,6	26,4	26,2	26	25,9	25,8	25,7	25,6	25,4	25	24,5	24	22	19,4	17								
NCBZ2P 65-160C	9,2	12,5		17,4	8,9		32,8	32,3	31,8	31,6	31,2	30,8	30,6	30,1	29,3	28,7	27,8	27,1	25,2	23,1	20,3								
NCBZ2P 65-160B	11	15		20,1	9		38,8	38,3	38,1	37,8	37,5	37,3	37	36,5	36,2	35,7	35,3	34,5	32	30	27,8								
NCBZ2P 65-160A	15	20		26,3	8,2		43,4	43	42,8	42,7	42,5	42,3	41,9	41,7	41,4	40,8	40,4	39,7	38,2	36,2	33,5	30	28						
NCBZ2P 65-200C	15	20		26,3	8,2		43					42	41,6	41	40,5	39,8	39	38	35,9	33	31	27	23						
NCBZ2P 65-200B	18,5	25		33	8,5		48					47,9	47,3	47	46,9	46,2	45,8	45	42,8	40	36,9	33	30	25					
NCBZ2P 65-200A	22	30		39,2	8,5		55,5					55,3	55	54,9	54,2	54	53,5	53	51,5	49,5	47	44,2	41	35					
NCBZ2P 65-200NC	18,5	25		33	8,5		46,4			46,1	45,9	45,4	45	44	43,1	42,1	41,1	39,9	37,8	35,3	32,4	29,5	25,8	21,4					
NCBZ2P 65-200NB	22	30		39,2	8,5		53,5			53,4	53,3	53,1	53	52,9	52,3	51,6	50,8	50	48,3	46,4	44,3	41,7	38,5	35,3	31,3	27,5			
NCBZ2P 65-200NA	30	40		53,1	9,1		66,6			66,5	66,3	66	65,7	65,3	65	64,7	64,1	63,7	62	60	58	55,6	53	50	47	43	40		
NCBZ2P 65-250NC	22	30		39,2	8,5		69					68,8	68,5	68	67,5	67	66,3	65,3	63,8	62,8									
NCBZ2P 65-250NB	30	40		53,1	9,1		76					75	74,7	74,4	74	73,5	73	72,5	72	69	67	63,5							
NCBZ2P 65-250NA	37	50		63,2	8,8		89,7					89,4	89,2	89	88,5	88	87	86,5	85	84	82	79,5	76						
NCBZ2P 65-250NO	45	60		79,4	6,9		95,6					95,2	95	94,8	94,5	94	93,6	93	92	90	87,6	85	81,5	78,5	74				

Las características de la bomba elegida son:

- Caudal: 40 m³/h
- Potencia: 5,5 kW
- Presión aproximada de 2 bar

9.2.3 Bomba Contraincendios de emergencia

La bomba de contra incendios de emergencia debe proporcionar un caudal de al menos un 40% el caudal total, con un mínimo de 25 m³/h, por lo que:

$$Q_{min} = 0,4 \cdot Q_t$$

$$Q_{min} = 0,4 \cdot 704,375$$

$$Q_{min} = 281,75 \text{ m}^3/\text{h}$$

Se escoge la bomba contra incendios de emergencia. Se utiliza el catálogo de la empresa Saer Electropompe, concretamente una bomba centrífuga sobre bancada normalizada norma EN733, concretamente de la serie NCB/NCBZ. El modelo escogido será el NCBZ2P 100-200C.

2900 RPM

Tipo	P2		In (A)	Is / In	U.S.g.p.m. Q m³/h l/min	0	286	350	396	440	484	528	572	616	660	704	793	858	880	924	1056	1122	1233	1387	1562	1650	1761				
	kW	HP				400 V	0	65	80	90	100	110	120	130	140	150	160	180	195	200	210	240	255	280	315	355	375	400			
						0	1083	1333	1500	1667	1833	2000	2167	2333	2500	2667	3000	3250	3333	3500	4000	4250	4667	5250	5845	6263	6666				
NCBZ2P 100-200D	22	30	39,2	8,5	H	37,4	37,2	36,9	36,8	36,6	35,9	34,9	34,3	33,7	32,8	32	30,7	28,3	27,9	27,6	23,8	21,7	17,6	12,1							
NCBZ2P 100-200C	30	40	53,1	9,1		43	42,5	42,2	42,1	42	41,8	41,6	41,4	41,2	40,8	40	39	38	37,5	37	34	32,6	30	25	19						
NCBZ2P 100-200B	37	50	63,2	8,8		51	50,3	49,9	49,9	49,9	49,9	49,1	48,9	48,7	48,3	47,5	46,8	45,6	45	44,5	41,5	40	36,5	30,8	19						
NCBZ2P 100-200A	55	75	96,8	8		62,2	61,8	61,4	61,3	61,2	61	60,7	60,5	60,3	60	59,8	59,1	58,4	57,9	57,5	55,5	54,3	51,8	47	39,5	34,6					
NCBZ2P 100-250D	45	60	79,4	6,9	(m)	60						59,6	59,2	58,8	58,2	57,1	56,4	54,7	54	53,3	50	47,4	44,8	39,7	32,1	28					
NCBZ2P 100-250C	75	100	125,4	8		73							72,1	71,2	70,7	70	68,1	68	67,2	66,4	62,8	60,9	57	51,2	43,5	39	31,7				
NCBZ2P 100-250B	75	100	125,4	8		80							79	78,8	78,4	78,2	77,9	76,5	75,8	75,2	72,1	70	67,5	61,5	54	50	43,9				
NCBZ2P 100-250A	92	125	150	7,7		97,7								96,4	96,2	95,9	94,8	93,6	92,8	92,2	91,7	89,7	88,3	85,3	80,4	75	70	65			

La bomba escogida tendrá las siguientes características:

- Caudal: 315 m³/h
- Potencia: 22 kW
- Presión aproximada de 3 bar

9.3 Extintores portátiles

Según lo establecido en la Regla II-2 deberá haber extintores de espuma en el espacio de la Cámara de máquinas, del tipo aprobado y 45 litros de capacidad y deberán estar colocados de manera que no haya que recorrer más de diez metros para llegar a uno desde cualquier punto.

Además también se dispondrá de extintores en la zona de habilitación, aquí la máxima restricción será que los extintores no podrán ser del tipo anhídrido carbónico.

Se selecciona por tanto para las zonas de habilitación extintores de polvo seco tipo ABC (A: sólidos, B: líquidos inflamables, C: gases) de 12 kilos, de la empresa Caparrós Extintores. Para la cámara de máquinas se seleccionan extintores también de polvo, pero en este caso del tipo BC con la misma capacidad que los anteriores y de la misma empresa.

9.4 Sistema de detección de incendios.

El sistema de detección de incendios estará situado en los espacios de alojamiento y de servicio además de en los puestos de control del puente de gobierno.

10 VENTILACIÓN

10.1 Ventilación de Espacios de Carga

Para la ventilación de espacios de carga, se establecen los volúmenes de cada bodega, en este caso, el buque proyecto tiene 11 bodegas, las cuales estarán divididas cada dos columnas de contenedores en el sentido de la eslora. Por lo que se tendrán los siguientes espacios:

ESPACIO	ÁREA SECCIÓN (m ²)	ESLORA (m)	VOLUMEN (m ³)
Bodega 1 A	657,38	12,75	8381,60
Bodega 1 B	897,76	14,25	12793,11
Bodega 2 A	1050,80	15,75	16550,10
Bodega 2 B	1203,83	14,25	17154,58
Bodega 3 A	556,99	14,25	7937,11
Bodega 3 B	696,81	14,25	9929,54
Bodega 4 A	1662,94	15,75	26191,31
Bodega 4 B	1662,94	14,25	23696,90
Bodega 5 A	1662,94	15,75	26191,31
Bodega 5 B	1662,94	14,25	23696,90
Bodega 6 A	1662,94	15,75	26191,31
Bodega 6 B	1662,94	14,25	23696,90
Bodega 7 A	1662,94	15,75	26191,31
Bodega 7 B	1662,94	14,25	23696,90
Bodega 8 A	1544,66	15,75	24328,40
Bodega 8 B	1544,66	14,25	22011,41
Bodega 9 A	1404,76	12,75	17910,69
Bodega 9 B	1411,18	14,25	20109,32
Bodega 10 A	1306,32	15,75	20574,54
Bodega 10 B	1188,047	14,25	16929,67
Bodega 11 A	962,6	17,25	16604,85
Bodega 11 B	576,68	12,75	7352,67

Una vez determinado el volumen de cada espacio delimitado, se realiza la elección de los ventiladores a instalar, teniendo en cuenta las renovaciones por hora que se realizan y el número de unidades a instalar.

Se ha elegido la empresa Heinen&Hopman, y se han seleccionado ventiladores que funcionan a 60 Hz, frecuencia a la que trabaja el buque.

LOCAL	VOL.	RENOV.	CAUDAL	Nº	CAUDAL/UNIDAD	CAPACIDAD	POTENCIA
	m ³	ren/h	m ³ /h			m ³ /h	kW
Bodega 1 A	8382	10	83816	2	41907,98	45000	6,6
Bodega 1 B	12793	10	127931	4	31982,77	35000	4,8
Bodega 2 A	16550	10	165501	4	41375,25	45000	6,6
Bodega 2 B	17155	10	171546	4	42886,44	45000	6,6
Bodega 3 A	7937	10	79371	2	39685,54	40000	6,6
Bodega 3 B	9930	10	99295	2	49647,71	50000	6,6
Bodega 4 A	26191	10	261913	6	43652,18	45000	6,6
Bodega 4 B	23697	10	236969	6	39494,83	40000	6,6
Bodega 5 A	26191	10	261913	6	43652,18	45000	6,6
Bodega 5 B	23697	10	236969	6	39494,83	40000	6,6
Bodega 6 A	26191	10	261913	6	43652,18	45000	6,6
Bodega 6 B	23697	10	236969	6	39494,83	40000	6,6
Bodega 7 A	26191	10	261913	6	43652,18	45000	6,6
Bodega 7 B	23697	10	236969	6	39494,83	40000	6,6
Bodega 8 A	24328	10	243284	6	40547,33	45000	6,6
Bodega 8 B	22011	10	220114	6	36685,68	40000	6,6
Bodega 9 A	17911	10	179107	4	44776,73	45000	6,6
Bodega 9 B	20109	10	201093	6	33515,53	35000	4,8
Bodega 10 A	20575	10	205745	6	34290,90	35000	4,8
Bodega 10 B	16930	10	169297	4	42324,17	45000	6,6
Bodega 11 A	16605	10	166049	4	41512,13	45000	6,6
Bodega 11 B	7353	10	73527	2	36763,35	40000	6,6

10.2 Ventilación de Cámara de Máquinas

En este apartado se hará el estudio de la ventilación de la cámara de máquinas siguiendo la "UNE-EN-ISO 8861: Construcción Naval, Ventilación de la sala de máquinas de barcos de motor diésel".

La ventilación consiste en el suministro de aire a un espacio cerrado para satisfacer las necesidades de sus ocupantes y los requisitos del equipamiento. Es decir la ventilación tiene que ser suficiente para proporcionar unas condiciones de trabajo confortables, así como proporcionar el aire adecuado para la combustión de los motores generadores y su exhaustación. Esta ventilación ha de ser uniforme en todo el local. Evitando las posibles acumulaciones de bolsas de aire.

El primer cálculo que se debe realizar es el de flujo de aire total "Q" que debe tener la sala de máquinas el cual tiene que ser el mayor que el máximo de los siguientes valores:

Los cálculos según la norma deben basarse en el máximo régimen de los motores Diésel principales, los motores Diésel de los generadores, las calderas y el resto de maquinaria trabajando simultáneamente en condiciones normales, y con aumento de temperatura de 12.5 K.

10.2.1 Flujo de aire para la combustión

Siendo q_c el valor del flujo de aire para la combustión,

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

Donde,

- q_{dp} : es el flujo de aire para la combustión del motor principal, en m^3/s

$$q_{dp} = \frac{P_{dp} * m_{ad}}{\rho}$$

Siendo cada término:

- P_{dp} : Potencia normalizada de servicio del motor de propulsión principal diésel a la máxima potencia de salida continua en Kw. En este caso 760 Kw.
- m_{ad} : Es el aire necesario para la combustión de los motores principales diésel a la máxima potencia de salida continua. (0.002 kg/Kws).
- $\rho = 1,13 \text{ kg}/m^3$, densidad del aire.

$$q_{dp} = \frac{760 * 0,002}{1,13} = 1,345 \text{ m}^3/s$$

- q_{dg} : es el flujo de aire para la combustión en motores Diésel de los generadores, en m^3/s .

$$q_{dg} = \frac{P_{dg} * m_{ad}}{\rho} = \frac{2510 * 0,002}{1,13} = 4,44 \frac{m^3}{s}$$

- P_{dg} : Potencia normalizada de servicio de los motores principales a la máxima potencia de salida continua en Kw, en este caso se utilizarán dos generadores en condiciones normales de 1255 Kw cada uno. Se obtiene un total de 2510 KW
- q_b : es el flujo de aire para la combustión de las calderas, en m^3/s .

$$q_b = \frac{m_s * m_{fs} * m_{af}}{\rho}$$

- m_s : Es la capacidad de vapor total (máximo rendimiento de la caldera en kg/s). En el project guide se establece una demanda de la caldera de 215.598 kg/h por tanto:

$$m_s = 215,598 * \frac{kg}{h} * \frac{1h}{3600s} = 0,060 \text{ kg/s}$$

- m_{fs} : Es el consumo de combustible, en kilogramos de vapor. Como no se dispone de ese dato, se toma el aportado por la UNE tal que

$$m_{fs} = 0,077 \frac{kg}{kg}$$

- m_{af} : Es el aire necesario para la combustión, en kg de aire por kg de combustible. Nuevamente este valor no está especificado en el project Guide por tanto se coge el genérico de la norma.

$$m_{af} = 15,7 \frac{kg}{kg}$$

- $\rho = 1,13 \text{ kg/m}^3$, densidad del aire

Se obtiene por tanto un q_b tal que:

$$q_b = \frac{15,7 * 0,077 * 0,06}{1,13} = 0,0641 \frac{m^3}{s}$$

Como ya se conoce el valor de q_{dg} y q_b se obtiene el valor de q_c , que como se ha mencionado con anterioridad es el valor total del flujo de aire para la combustión:

$$q_c = 4,44 + 0,0641 + 1,345 = 5,851 \frac{m^3}{s}$$

11 SERVICIO TRATAMIENTO DE BASURAS

Las reglas establecidas en el MARPOL, concretamente en el Anexo V, Regla 4 “Descarga de basuras fuera de las zonas especiales”, nos dice:

“Las basuras indicadas a continuación se tirarán cuando el buque se encuentre en ruta y tan lejos como sea posible de tierra más próxima, prohibiéndose en todo caso si la tierra más próxima se encuentra a menos de:

- 3 millas marinas de tierra más próxima en caso de residuos que hayan pasado por un desmenuzador o triturador. Deben pasar cribas de 25 mm.
- 12 millas marinas de tierra más próxima en el caso de residuos de alimentos que no se tratan de conformidad con el apartado anterior.
- 12 millas marinas de tierra más próxima en el caso de los residuos de carga que no puedan recuperarse mediante los métodos disponibles normalmente para su descarga.
- En el caso de cadáveres de animales, la descarga se efectuará lo más lejos posible de tierra más próxima.

Los agentes aditivos o de limpieza contenidos en bodegas de carga y agua de lavado de la cubierta podrán descargarse en el mar si no son perjudiciales para el medio marino.

Cuando las basuras estén mezcladas con otras sustancias se aplicarán las prescripciones más rigurosas.”

Por lo tanto, para cumplir con estos requisitos se instalarán los siguientes sistemas:

- Una trituradora de residuos orgánicos: Se selecciona un modelo UMS-5050 de la empresa Uson Marine. Las características principales del modelo escogido son:

Dimensions	
Height	1 999 mm
Width	1 415 mm
Depth	1 014 mm
Feed opening	667 x 828 mm
Net weight 1 370 kg	
Voltage, Rating, Rated current 3 x 400-480 V, 50/60 Hz - 7.5/9.0 kW	
Fuse	32 A (delayed)
Cable	4 x 2.5 mm ²
IP Class	54
Noise level	78 dBA* 60 dbA (Stand by)
*)Dependent on type of fraction	
Collecting bin	
Volume	130 litre
Material	AISI 316



- Una compactadora: Se escoge el modelo UBP-80 de la misma empresa. Uson Marine, que irá situada en las cercanías de la trituradora. Sus características son:

Dimensions	[mm]	
	UBP-40	UBP-80
Height	1854	1 980
Width	957	1 450
Depth	700	780
Service height	1 954	2 080
Net weight	430 kg	670 kg
Voltage, Rating, Rated current		
UBP-40	3 x 380-460 V, 50/60 Hz, 1.5/1.8 kW	
UBP-80	3 x 220-690 V, 50/60 Hz, 4.0/3.6 kW	
Fuse 220 V	10 A (delayed)	25 A (del)
440 V	10 A (delayed)	16 A (del)
690 V	-	10 A (del)
Cable	4 x 1.5 mm ²	4 x 2.5 mm ²
IP Class	54	54
Noise level	59 dBA*	64.1 dBA*
*)Dependent on type of fraction		
Press power	4 ton	17 ton
Feed opening	700 x 560 mm	1 029 x 565 mm
Bale (UBP-40)	700 x 500 x 600 mm, ~70 kg	
(UBP-80)	1 100 x 650 x 800 mm, ~150 kg	



- Un incinerador: se escoge en la empresa Detegasa el modelo ILRA-18, el cual responde a las siguientes características:

INCINERATOR MODELS	IRA-	IRLA-
IRA/IRLA-	18	
KCAL/H	180.000	
KW	209	
IMO Sludge (L/H)	-	23
Solid Waste (KG/H)	35	
MAX. Burner Consumption (kg/h)	14,8	
MAX. Electric Power (kw)	8,00	14,70
Aprox incinerator weight (kg)	1510	1550
Fan weight	230	



12 EQUIPO DE FONDA Y HOTEL

12.1 Equipo de cocina y oficios

Se tendrán los equipos de cocina que se explican a continuación:

- Dos fregaderos de acero inoxidable, con dos senos, escurridores laterales, así como servicio de agua dulce tanto fría como caliente.
- Mesas de trabajo
- Dos cocinas industriales eléctricas cada una de ellas de 15 kW.
- Una freidora, la cual incluirá el equipo de extinción que se indica en las reglas, si es necesario.
- Cinco cafeteras eléctricas, repartidas por salas de estar y comedores, con brazo doble de salida.
- Dos lavaplatos industriales.
- Dos frigoríficos de 895 litros de capacidad.
- Dos microondas.
- Un horno industrial.

12.2 Gambuzas

En la cubierta principal se disponen los espacios destinados a gambuza seca y gambuza refrigerada.

La gambuza seca dispondrá de:

- Estantes, alacenas, barras y ganchos para víveres.
- Un patatero con panas desmontables.

Tendrá una superficie de 25,75 m².

La gambuza frigorífica constará a su vez de dos cámaras, las cuales son:

- Cámara congelada: esta cámara se encuentra a -25 °C, con una superficie de 13,5 m².
- Cámara refrigerada: la cámara se encuentra a +2 °C, con una superficie de 13,23 m².

Cada una de estas cámaras constará de el tipo de aislamiento y espesor de acuerdo con el servicio y la temperatura que han de mantener.

Además, las puertas de las cámaras refrigeradas serán de construcción robusta y con bisagras especialmente reforzadas contra los golpes que puedan recibir. Han de tener topes y retenedores. Las cámaras tendrán regulación termostática con sus grupos de frío incorporados a ellos. La zona de los serpentines de condensación, será ventilada mediante electroventiladores, con el flujo dirigido a los serpentines.

En la cocina se instalarán alarmas que indiquen las subidas de temperatura en las cámaras, por encima de la de funcionamiento, así como hombre encerrado en el interior de éstas.

La alarma de hombre encerrado en cámara tendrá una repetición en el puente de gobierno. Cada cámara tendrá un lector local de la temperatura y medios de desencarcho automáticos. Los goteos procedentes del desencarcho serán conducidos a un imbornal.

12.3 Equipo de lavandería

La lavandería del buque proyecto constará de los siguientes elementos:

- Dos lavadoras industriales de 28 kg cada una.
- Dos secadoras, de 10 kg cada una.
- Dos planchas de 5 kW cada una.
- Un fregadero de acero inoxidable.
- Estanterías, contorneando el local.
- Armario para utensilios de lavado.

Es necesario que el local cuente con servicios de agua dulce tanto fría como caliente, así como de tendederos.

13 MEDIOS DE CARGA Y DESCARGA

El buque proyecto consta de 11 bodegas, cada una de ellas con cuatro filas de contenedores, equipadas con guías celulares que permiten la estiba tanto de contenedores de 20 pies como de 40. Las brazolas tienen un altura de 2 metros aproximadamente y sobre ellas se sitúan tapas de escotillas de tipo pontón.

13.1 Escotillas

Los buques de este tipo tienen gran parte de la cubierta destinada a los dispositivos de acceso de la carga, llegando incluso a prescindir en algunos casos de la cubierta, todo ello debido a la naturaleza de la carga.

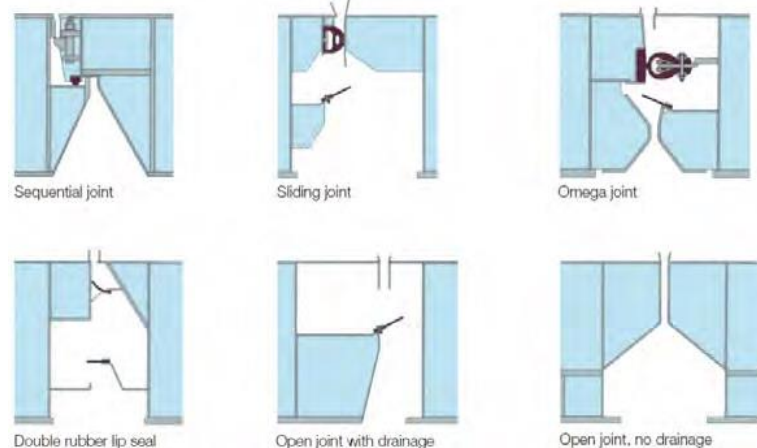
El dimensionamiento de las escotillas se hace en base a las medidas estandarizadas de la carga, en este caso contenedores, y que además influirán en otras dimensiones principales del buque como son la manga y el puntal, además de en la configuración de las bodegas.

Lo más habitual en este tipo de buques portacontenedores, es que se instalen escotillas de tipo pontón, las cuales son construidas a partir de una chapa a la que se sueldan refuerzos.

Según lo visto en la asignatura "Sistemas Auxiliares del Buque II" se pueden tener dos tipos de escotillas:

- Single panel: se tiene únicamente una tapa para cada abertura. Normalmente este tipo se emplean en bulkcarriers y en ciertos tipos de portacontenedores.
- Multipanel: se tienen varios paneles para cada tapa de escotilla. Se emplean en portacontenedores, buques multipropósito y otros.

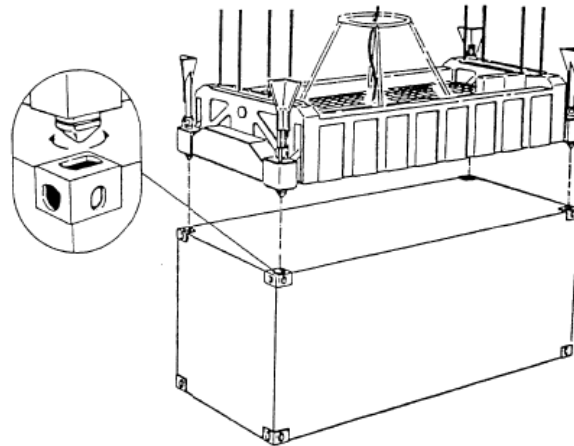
El buque proyecto tendrá una escotilla de manga 53 metros, la cual dependiendo de la configuración y de si las tapas deben ser estancas o no, pueden disponer de diferentes sistemas para conseguir dicha estanqueidad.



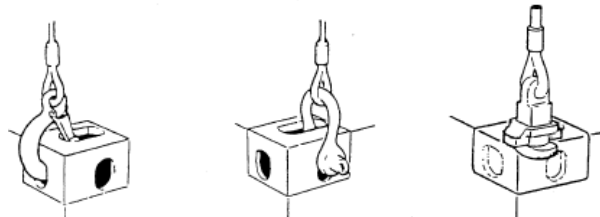
El tipo de escotillas deben ser aptas para trabajar con ciertas condiciones de asiento y escora. El manejo de las mismas se realiza con las propias grúas de la terminal donde se cargue o descargue el buque.

Los elementos para el movimiento de las tapas de las escotillas serán los ismos que para los contenedores de manera que también dispondrán de unidades de esquina para el manejo con “spreader.”

En cuanto a las brazolas tiene una altura de x metros sobre la cubierta principal. El Convenio Internacional de líneas de Carga, define que la altura mínima de brazola para emplazamientos de Clase 1 es de 600mm.



Diferentes sistemas de enganchar las cantoneras



13.2 Dispositivos de Estiba y Medios de Trincaje

Se pueden diferenciar dos métodos de estiba de los contenedores en los buques de filosofía vertical.

- Mediante guías celulares: Las guías son un conjunto de puntales que forman celdas del tamaño del contenedor y que permiten apilar en cada celda, sin trincado adicional, varias alturas de contenedores.
- Sin guías celulares: En este caso los contenedores se colocan agrupados en paquete, trincados con herrajes que garanticen la resistencia a los movimientos propios del buque en la navegación.

De todas maneras, los contenedores deben estar bien trincados, ya sea mediante sistemas fijos o desmontables, para evitar los desplazamientos. Además, la estructura del buque ha de soportar las cargas que esos sistemas le transmiten.

13.2.1 En Bodega: Guías Celulares

Para el almacenaje de los contenedores en las bodegas del buque, se dispondrá una estructura de tipo celular que dará capacidad para transportar tanto TEU's como FEU's. Las holguras entre los contenedores y las guías no pueden ser superiores a 25 mm y 40 mm en las direcciones transversal y longitudinal, respectivamente.

Las guías anteriormente mencionadas tienen la siguiente función:

- Absorber y transmitir a la estructura que las rodea las cargas horizontales debidas a los movimientos del buque en el mar.
- Apoyar cada contenedor sobre el que tiene inmediatamente debajo dentro de las tolerancias de excentricidad admitidas.
- Facilitar la estiba y desestiba de los contenedores, incluso cuando se está en un estado de cierta escora o cuando la grúa que realiza la operación no está totalmente centrada sobre la celda.

La instalación de las guías estará coordinada con la disposición de la estructura en el fondo de la bodega, teniendo en cuenta que estas irán sobre los refuerzos longitudinales correspondientes bajo dicho fondo.

13.2.2 Sobre Cubierta: Equipo de Estiba

En la cubierta principal, concretamente en los costados, se levantan pedestales que sirven de soporte a las filas de contenedores. Estos pedestales irán a la misma altura que las tapas pontonas y deben soportar las mismas cargas puntuales para las que hayan sido dimensionadas las tapas de escotilla.

Se pueden distinguir entre los elementos de estiba, dos tipos, equipos de estiba fijos y equipos de estiba móvil.

14 NAVEGACIÓN Y COMUNICACIONES

Según lo expresado en el SOLAS, concretamente en el Capítulo IV "Radiocomunicaciones", Parte C, se han de definir una serie de equipos a instalar en el buque en función de las zonas de navegación. Se considerará que el buque proyecto navegará en zonas A1, A2 y A3.

Por la Regla 7, Equipo radioeléctrico-generalidades se establece que:

Todo buque irá provisto de:

- Una instalación radioeléctrica de ondas métricas que pueda transmitir y recibir:
 - Mediante LSD en la frecuencia de 156,525 MHz (Canal 70). Será posible iniciar la transmisión de las alertas de socorro en el canal 70 en el puesto desde el que se gobierne normalmente el buque; y
 - Mediante radiotelefonía en las frecuencias 156,300 MHz (Canal 6), 156,650 MHz (Canal 13) y 156,800 MHz (Canal 16).
- Una instalación radioeléctrica que pueda mantener una escucha continua de LSD en el canal 70 de banda de ondas métricas, la cual podrá hallarse separada o combinada con el equipo antes prescrito.
- Un respondedor de radar que pueda funcionar en la banda de 9 GHz.
- Un receptor que pueda recibir transmisiones del servicio NAVTEX internacional si el buque se dedica a efectuar viajes en alguna zona en la que preste un servicio NAVTEX internacional.
- Una instalación radioeléctrica para la recepción de información sobre seguridad marítima por el sistema de llamada intensificada a grupos de INMARSAT, si el buque se dedica a efectuar viajes en algunas de las zonas cubiertas por INMARSAT, pero en la cual no se presta un servicio NAVTEX internacional.
- Una radiobaliza de localización de siniestros por satélite (RLS satelitaria) que:
 - Tenga capacidad para transmitir una alerta de socorro, bien a través del servicio de satélites de órbita polar que trabaja en la banda de 406 MHz, bien, si el buque se dedica únicamente a viajes dentro del ámbito de cobertura Inmarsat, a través del servicio de satélites geoestacionarios de Inmarsat que trabaja en la banda de 1,6 GHz.
 - Esté instalada en un lugar fácilmente accesible.
 - Esté lista para ser soltada manualmente y pueda ser transportada por una persona a una embarcación de supervivencia.
 - Pueda zafarse y flotar si se hunde el buque y ser activada automáticamente cuando esta flote; y
 - Pueda ser activada manualmente.

En la regla III/6.2.1 En todo buque de pasaje y en todo buque de carga de arqueo bruto igual o superior a 500 se proveerán por lo menos tres aparatos radiotelefónicos bidireccionales de ondas métricas.

En la regla IV/15.7 se establece que: En buques dedicados a viajes en zonas marítimas A3 y A4, la disponibilidad se asegurará utilizando una combinación de dos métodos como mínimo, tales como la duplicidad de equipo, el mantenimiento en tierra o la capacidad de mantenimiento del equipo electrónico en el mar, que apruebe la Administración, teniendo en cuenta las recomendaciones de la Organización.

Según la regla IV/10 se tienen dos opciones para zonas marítimas A1, A2 y A3:

Opción 1:

- Estación terrena de buque de Inmarsat que pueda:
 - Transmitir y recibir comunicaciones de socorro y seguridad utilizando telegrafía de impresión directa.
 - Iniciar y recibir llamadas prioritarias de socorro.
 - Mantener un servicio de escucha para los alertas de socorro buque-costera, incluidos los dirigidos a zonas geográficas especialmente definidas.
 - Transmitir y recibir radiocomunicaciones generales utilizando radiotelefonía o telegrafía de impresión directa.
- Una instalación radioeléctrica de ondas hectométricas que pueda transmitir y recibir, a efectos de socorro y seguridad en las frecuencias de:
 - 2187,5 kHz utilizando LSD.
 - 2182 kHz utilizando radiotelefonía.
- Una instalación radioeléctrica que pueda mantener una escucha continua de LSD en la frecuencia 2187,5 kHz, instalación que puede estar separada de la prescrita anteriormente o combinada con ella.
- Medios para iniciar la transmisión de alertas de socorro buque-costera mediante un servicio de radiocomunicaciones que trabaje:
 - A través del servicio de satélites de órbita polar de 406 MHz, bien instalándola próxima al puesto habitual de gobierno del buque, bien teleactivándola desde el mismo.
 - En ondas decamétricas utilizando LSD
 - A través del servicio de satélites geoestacionarios de Inmarsat, mediante una estación terrena de buque, bien instalándola próxima al puesto habitual de gobierno del buque, bien teleactivándola desde el mismo.

Opción 2:

- Una instalación de ondas hectométricas/decamétricas que pueda transmitir y recibir, a efectos de socorro y seguridad, en todas las frecuencias de socorro y seguridad de las bandas comprendidas entre 1605 kHz y 4000 kHz y entre 4000 kHz y 27500 kHz utilizando:
 - Llamada selectiva digital.
 - Radiotelefonía
 - Telegrafía de impresión directa.
- Equipo que permita mantener un servicio de escucha LSD en las frecuencias de 2187,5 kHz, 8414,5 kHz y por lo menos en una de las frecuencias de socorro y seguridad de LSD de 4207,5 kHz, 6312 kHz, 12577 kHz o 16804,5 kHz, en todo momento podrá elegirse cualquiera de estas frecuencias de socorro y seguridad e LSD.
- Medios para iniciar la transmisión de alertas de socorro buque-costera mediante un servicio de radiocomunicaciones que no sea el de ondas decamétricas y que trabaje:
 - A través del sistema de satélites de órbita polar de 406 MHz.
 - A través del servicio de satélites geoestacionarios de Inmarsat, esta prescripción puede quedar satisfecha mediante:
- Una estación terrena de buque de Inmarsat.
- La RLS satelitaria.
- Además, los buques deberán poder transmitir y recibir radiocomunicaciones generales utilizando radiotelefonía o telegrafía de impresión directa mediante una instalación de ondas hectométricas/decamétricas que trabajen en las frecuencias de trabajo de las bandas comprendidas entre 1605 kHz y 4000 kHz y entre 4000 kHz y 27500 kHz.

14.1 Aparatos y sistemas náuticos.

SOLAS V/19.2.1 Todo buque, independientemente de su tamaño, tendrá:

- Un compás magistral magnético debidamente compensado y otro medio, independientemente de cualquier suministro de energía, para determinar el rumbo del buque y presentar los datos visualmente en el puesto de gobierno.
- Un taxímetro o dispositivo de marcación de compás, u otro medio independiente de cualquier suministro de energía, para obtener demoras en un arco de horizontes de 360°.
- Medios para corregir y obtener el rumbo y demora verdaderos.
- Cartas y publicaciones náuticas para planificar y presentar visualmente la derrota del buque para el viaje previsto y trazar la derrota y verificar la situación durante

el viaje. Se podrá aceptar un sistema de información y visualización de cartas electrónicas.

- Un receptor para el sistema mundial de navegación por satélite, un sistema de radionavegación terrenal y otro medio adecuado que puedan utilizarse en todo momento, durante el viaje previsto, para determinar y actualizar la situación del buque con medios automáticos.

SOLAS V/19.2.3 Todos los buques de arqueo bruto igual o superior a 300, además estarán equipados con:

- Un ecosonda y otro medio electrónico para medir y presentar visualmente la profundidad del agua.
- Un radar de 9 GHz y otro medio para determinar y presentar visualmente la distancia y la demora de los respondedores de búsqueda y salvamento y de otras embarcaciones de superficie, obstrucciones, boyas, litorales y marcas que ayuden a la navegación y a evitar abordajes.
- Una ayuda de punteo electrónica u otro medio para trazar la distancia y demora de los blancos a fin de determinar el riesgo de abordaje.
- Un dispositivo medidor de la velocidad y la distancia u otro medio para indicar la velocidad y la distancia en el agua.
- Un dispositivo transmisor del rumbo.

SOLAS V/19.2.4 Todos los buques de arqueo bruto igual o superior a 300 estarán equipados con un sistema de identificación automática (SIA):

- Proporcionará automáticamente a las estaciones costeras y a otros buques aeronaves que cuenten con los aparatos adecuados, información que incluya, entre otras cosas, la identidad, el tipo, la situación, el rumbo, la velocidad y las condiciones de navegación del buque, así como otros datos relativos a la seguridad de este.
- Recibirá automáticamente tal información de los buques que cuenten con aparatos compatibles.
- Vigilará a los buques y efectuará su seguimiento.
- Intercambiará datos con las instalaciones en tierra.

SOLAS V/19.2.5 Todos los buques de arqueo bruto igual o superior a 500, dispondrán de:

- Un girocompás y otro medio para determinar y presentar visualmente su rumbo por medios no magnéticos que permita transmitir información sobre el rumbo.
- Un repetidor del rumbo indicado por el girocompás y otro medio para facilitar visualmente información sobre el rumbo en el puesto de gobierno de emergencia, si lo hubiere.

- Un repetidor de las marcaciones indicadas por el girocompás u otro medio para obtener demoras en un arco de horizonte de 360°, utilizando el girocompás u otro medio.
- Indicadores de la posición del timón, del sentido de giro, empuje y paso de la hélice y de la modalidad de funcionamiento u otros medios para determinar y presentar visualmente el ángulo de medita del timón, la rotación de las hélices, la potencia y dirección del empuje y, si procede, la potencia y dirección del empuje lateral y el paso y la modalidad de funcionamiento, de manera que todos ellos sean legibles desde el puesto de órdenes de maniobra.
- Una ayuda de seguimiento automático u otro medio para trazar automáticamente la distancia y la demora de otros blancos a fin de determinar el riesgo de abordaje.

Además, todos los buques de arqueo bruto igual o superior a 3000 (V/19.2.7) tendrá un rada de 3 GHz o un segundo radar de 9 GHz. Todos los buques de arqueo bruto igual o superior a 10000 (V/19.2.8) tendrán:

- Una ayuda de punteo de rada automática u otro medio para trazar automáticamente la distancia y la demora de otros 20 blancos como mínimo, conectada a un indicador de la velocidad y la distancia en el agua, a fin de determinar el riesgo de abordaje y simular una maniobra de prueba.
- Un sistema de control del rumbo o de la derrota u otro medio para regular y mantener automáticamente el rumbo o una derrota recta.

14.2 Comunicaciones interiores

14.2.1 Telégrafo de máquinas

El buque llevará un telégrafo de máquinas eléctrico para transmitir órdenes desde el puente de gobierno a la cámara de control de máquinas.

14.2.2 Teléfonos interiores

Se instala un sistema de teléfonos interiores para poder comunicarse entre sí y cada uno con los siguientes locales: puente de gobierno, cámara de máquinas, camarote del capitán, camarote del jefe de máquinas, cámara de control de máquinas, local del servo.

14.2.3 Altavoces

Se dispondrá un equipo de altavoces de órdenes en puente, castillo y toldilla. También se dispondrán altavoces en los comedores, salones y pasillos.

15 AIRE ACONDICIONADO

El sistema de aire acondicionado ha de mantener unas condiciones relativas al confort, adecuadas tanto en invierno como en verano a bordo. Esto se consigue gracias a la circulación de aire a una temperatura adecuada.

En el cálculo del sistema se distinguen dos condiciones, y se siguen las indicaciones establecidas por la norma UNE-EN ISO 7547. En la norma se especifica el aporte mínimo de aire necesario para garantizar las diferentes condiciones.

En lo que se refiere a la ocupación de los locales se establece:

- Cabinas: el máximo número de personas para el cual se ha diseñado la cabina.
- Espacios públicos como salones, comedores de tripulación, salas de recreo o de estar, etc.
 - Para salones una persona por cada 2 m² de superficie de suelo.
 - Para los comedores, una persona por cada 1,5 m² de superficie de suelo.
 - Para las salas de ocio, una persona por cada 5 m² de superficie de suelo.
- Despachos de capitán y jefe de máquinas: cuatro personas.
- Otros despachos privados: Tres personas.
- Enfermería: las camas previstas más dos.
- Sala de juegos, gimnasio: Cuatro personas.
- Oficinas: Dos personas.

Una vez definidos estos parámetros, se pasa a calcular la transmisión de calor mediante lo definido a continuación:

$$\dot{Q} = \Delta T \cdot (k_v \cdot A_v + k_g \cdot A_g)$$

Donde:

- ΔT → diferencia de temperatura del aire en K.
- k_v → coeficiente de transmisión térmica de una determinada división, W/m²·K
- A_v → área de la división mencionada anteriormente en m², excluyendo los portillos laterales y las ventanas rectangulares.
- k_g → coeficiente de transmisión térmica de una determinada división, W/m²·K.
- A_g → área de la división mencionada anteriormente en m², de portillos laterales y las ventanas rectangulares.

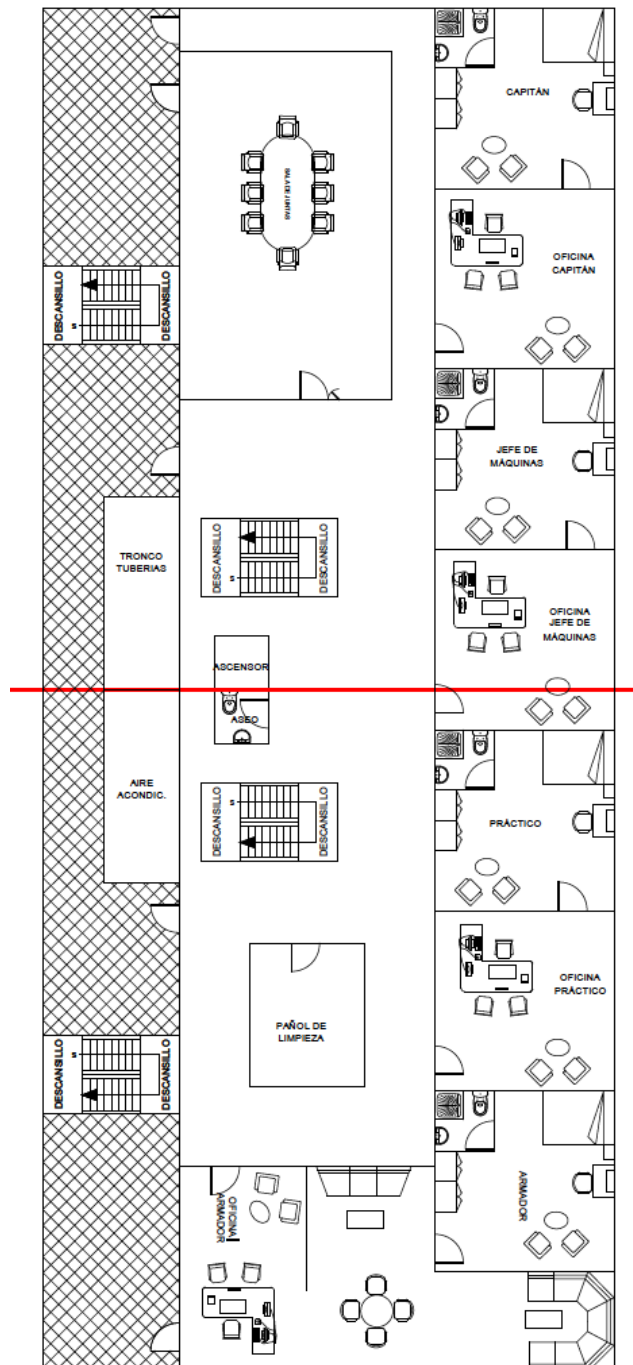
Las diferencias de temperaturas entre los espacios contiguos interiores, ΔT , se pueden obtener de la siguiente tabla:

Cubierta o mamparo	ΔT , K	
	Verano	Invierno
Cubierta contigua a un tanque con calefacción	43	17
Cubierta con un mamparo contiguo a una cámara de calderas	28	
Cubierta y mamparo contiguos a una sala de máquinas y a una galería sin aire acondicionado	18	
Cubierta y mamparo contiguos a tanques sin calefacción, espacios de carga y equivalentes	13	42
Cubierta y mamparo contiguos a una lavandería	11	17
Cubierta y mamparo contiguos a locales sanitarios públicos	6	0
Cubierta y mamparo contiguos a locales sanitarios privados		
a) con alguna parte contigua a superficies exteriores expuestas	2	0
b) no expuestas	1	0
c) con alguna parte contigua a una cámara de máquinas/calderas	6	0
Mamparo contiguo a un pasillo	2	5
NOTA – Se entiende que existen sistemas de calefacción en los espacios sanitarios expuestos.		

De la misma manera, los coeficientes de transmisión térmica se pueden encontrar en la siguiente tabla. Además, se destaca que se ha supuesto una protección térmica adecuada en todas las superficies expuestas a las condiciones exteriores o al calor y el frío en los espacios contiguos.

Superficies	Coefficiente de transmisión total de calor, kW/(m ² ·K)
Cubierta de intemperie no expuesta a la radiación solar, costado del buque y mamparos exteriores	0,9
Cubierta y mamparos contiguos a la sala de máquinas, espacios de carga u otros espacios sin aire acondicionado	0,8
Cubierta y mamparos contiguos a la cámara de calderas o a una caldera en la sala de máquinas	0,7
Cubierta contigua al exterior o a otra cubierta de intemperie expuesta a la radiación solar y cubierta contigua a tanques calientes	0,6
Portillos laterales y ventanas rectangulares, con cristal simple	6,5
Portillos laterales y ventanas rectangulares, con cristal doble	3,5
Mamparo contiguo a un pasillo, sin insonorizar	2,5
Mamparo contiguo a un pasillo, insonorizado	0,9

Con el fin de facilitar los cálculos, se han realizado los mismos para la cubierta de camarote de oficiales, suponiéndose iguales para el resto de cubiertas y evitando ser repetitivos. la cual se corresponde al siguiente esquema:



15.1 Condición de verano

Para la condición de verano, se deben garantizar las siguientes condiciones:

- En el interior se debe mantener una temperatura de 27°C y un 50% de humedad relativa.
- En el exterior se considera a 37°C y el 70% de humedad relativa.

ESPACIO	MAMPARO	ΔT VERANO	TRANSMISIÓN					RADIACIÓN SOLAR			PERSONAS	AIRE RENOV	ILUMINACIÓN	O. EQUIPOS
			Kv	Av	Kg	Ag	Φt	ΔTr	Gs	Φs	Φp	Φar	Φi	Φoe
Camarote Capitán	Cubierta	0	0	0	0	0	0,00	0	0	0	Nº personas	Nº personas	m^2	0
	Techo	0	0	0	0	0	0,00	0	0	0	1	1	25,3	
	Proa	13	0,8	2,47	3,5	2,56	142,12	12	240	638,06	W/pers	W	W/m^2	
	Popa	2	2,5	5,03	0	0	25,13	0	0	0	120	76,80	10	
	Babor	13	0,9	3,73	3,5	1,28	101,88	12	240	347,48	W		W	
	Estribor	0	0	0	0	0	0,00	0	0	0	120		253	
	TOTAL							269,12	TOTAL	985,55	120,00	76,80	253,00	
Oficina Capitán	Cubierta	0	0	0	0	0	0,00	0	0	0	Nº personas	Nº personas	m^2	30
	Techo	0	0	0	0	0	0,00	0	0	0	1	1	25,4	
	Proa	13	0,8	3,77	3,5	1,28	97,45	12	240	343,39	W/pers	W	W/m^2	
	Popa	2	2,5	5,05	0	0	25,25	0	0	0	120	76,80	10	
	Babor	0	0	0	0	0	0,00	0	0	0,00	W		W	
	Estribor	0	0	0	0	0	0,00	0	0	0	120		254	
	TOTAL							122,70	TOTAL	343,39	120,00	76,80	254,00	
Camarote Armador	Cubierta	0	0	0	0	0	0,00	0	0	0	Nº personas	Nº personas	m^2	0
	Techo	0	0	0	0	0	0,00	0	0	0	1	1	25,3	
	Proa	13	0,8	3,77	3,5	1,28	97,45	12	240	343,39	W/pers	W	W/m^2	
	Popa	2	2,5	5,05	0	0	25,25	0	0	0	120	76,80	10	
	Babor	0	0	0	0	0	0,00	0	0	0,00	W		W	
	Estribor	0	0	0	0	0	0,00	0	0	0	120		253	
	TOTAL							122,70	TOTAL	343,39	120,00	76,80	253,00	
Oficina Armador	Cubierta	0	0	0	0	0	0,00	0	0	0	Nº personas	Nº personas	m^2	30
	Techo	0	0	0	0	0	0,00	0	0	0	1	1	55	
	Proa	13	0,8	1,52	3,5	1,28	74,05	12	240	321,79	W/pers	W	W/m^2	

BUQUE PROTACONTENEDORES DE 20000 TEUS ADAPTADO A RUTA ASIA - EUROPA

Cuaderno 12: Equipos y servicios

Miguel Ángel Rodríguez González

	Popa	13	0,8	3,182	3,5	2,56	149,57	12	240	645	120	76,80	10	
	Babor	2	2,5	7,14	0	0	35,70	0	0	0,00	W		W	
	Estribor	13	0,9	8,31	3,5	3,84	271,95	0	0	0	120		550	
	TOTAL							531,27	TOTAL		966,74	120,00	76,80	
Camarote Práctico	Cubierta	0	0	0	0	0	0,00	0	0	0	Nº personas	Nº personas	m^2	0
	Techo	0	0	0	0	0	0,00	0	0	0	1	1	25,3	
	Proa	13	0,8	2,49	3,5	2,56	142,38	12	240	638,30	W/pers	W	W/m^2	
	Popa	2	2,5	5,05	0	0	25,25	0	0	0	120	76,80	10	
	Babor	0	0	0	0	0	0,00	0	0	0,00	W		W	
	Estribor	0	0	0	0	0	0,00	0	0	0	120		253	
	TOTAL							167,63	TOTAL		638,30	120,00	76,80	
Oficina Práctico	Cubierta	0	0	0	0	0	0,00	0	0	0	Nº personas	Nº personas	m^2	30
	Techo	0	0	0	0	0	0,00	0	0	0	1	1	25,3	
	Proa	13	0,8	2,49	3,5	2,56	142,38	12	240	638,30	W/pers	W	W/m^2	
	Popa	2	2,5	5,05	0	0	25,25	0	0	0	120	76,80	10	
	Babor	0	0	0	0	0	0,00	0	0	0,00	W		W	
	Estribor	0	0	0	0	0	0,00	0	0	0	120		253	
	TOTAL							167,63	TOTAL		638,30	120,00	76,80	
Camarote Jefe de Máquinas	Cubierta	0	0	0	0	0	0,00	0	0	0	Nº personas	Nº personas	m^2	0
	Techo	0	0	0	0	0	0,00	0	0	0	1	1	25,3	
	Proa	13	0,8	3,77	3,5	1,28	97,45	12	240	343,39	W/pers	W	W/m^2	
	Popa	2	2,5	5,05	0	0	25,25	0	0	0	120	76,80	10	
	Babor	0	0	0	0	0	0,00	0	0	0,00	W		W	
	Estribor	0	0	0	0	0	0,00	0	0	0	120		253	
	TOTAL							122,70	TOTAL		343,39	120,00	76,80	
Oficina Jefe de Máquinas	Cubierta	0	0	0	0	0	0,00	0	0	0	Nº personas	Nº personas	m^2	30

BUQUE PROTACONTENEDORES DE 20000 TEUS ADAPTADO A RUTA ASIA - EUROPA

Cuaderno 12: Equipos y servicios

Miguel Ángel Rodríguez González

	Techo	0	0	0	0	0	0,00	0	0	0	1	1	25,3	
	Proa	13	0,8	2,49	3,5	2,56	142,38	12	240	638,30	W/pers	W	W/m^2	
	Popa	2	2,5	5,05	0	0	25,25	0	0	0	120	76,80	10	
	Babor	0	0	0	0	0	0,00	0	0	0,00	W		W	
	Estribor	0	0	0	0	0	0,00	0	0	0	120		253	
	TOTAL							167,63	TOTAL		638,30	120,00	76,80	
Sala de Juntas	Cubierta	0	0	0	0	0	0,00	0	0	0	Nº personas	Nº personas	m^2	30
	Techo	0	0	0	0	0	0,00	0	0	0	29	29	58	
	Proa	2	2,5	35,17	0	0	175,85	0	0	0,00	W/pers	W	W/m^2	
	Popa	13	0,8	30,05	3,5	5,12	545,48	12	240	1517	120	2227,20	10	
	Babor	2	2,5	21,38	0	0	106,92	0	0	0,00	W		W	
	Estribor	2	2,5	21,38	0	0	106,92	0	0	0	3480		580	
TOTAL							935,17	TOTAL		1517,28	3480,00	2227,20	580,00	30,00
Pañol de limpieza	Cubierta	0	0	0	0	0	0,00	0	0	0	Nº personas	Nº personas	m^2	10
	Techo	0	0	0	0	0	0,00	0	0	0	2	2	12,8	
	Proa	2	2,5	14,4	0	0	72,00	0	0	0,00	W/pers	W	W/m^2	
	Popa	2	2,5	14,4	0	0	72,00	0	0	0	120	153,60	10	
	Babor	2	2,5	11,52	0	0	57,60	0	0	0,00	W		W	
	Estribor	2	2,5	11,52	0	0	57,60	0	0	0	240		128	
TOTAL							259,20	TOTAL		0	240,00	153,60	128,00	10,00
Aseo	Cubierta	0	0	0	0	0	0,00	0	0	0	Nº personas	Nº personas	m^2	10
	Techo	0	0	0	0	0	0,00	0	0	0	1	1	2,25	
	Proa	2	2,5	5,4	0	0	27,00	0	0	0,00	W/pers	W	W/m^2	
	Popa	2	2,5	5,4	0	0	27,00	0	0	0	120	76,80	10	
	Babor	0	0	0	0	0	0,00	0	0	0,00	W		W	
	Estribor	2	2,5	5,4	0	0	27,00	0	0	0	120		23	

	TOTAL	81,00	TOTAL	0	120,00	76,80	22,50	10,00
TOTAL CUBIERTA 8 VERANO		2946,73		6414,65	4800,00	3072,00	3052,50	170,00

Tras la realización de los cálculos, que se muestran anteriormente, y suponiendo que todas las cubiertas tienen el mismo flujo de calor, resulta:

$$\Phi_{Verano \text{ para } 1 \text{ cubierta}} = 20455,8 \text{ W}$$

$$\Phi_{Verano \text{ Total}} = 184102,2 \text{ W} = 184,103 \text{ kW}$$

15.2 Condición de invierno

Para la condición de invierno, se deben garantizar las condiciones siguientes:

- En el interior se debe garantizar una temperatura de 22°C y una humedad relativa del 50%.
- En el exterior se considera una temperatura de -20°C y la misma humedad relativa, es decir, 50%.

ESPACIO	MAMPARO	TRANSMISIÓN						AIRE RENOV
		ΔT INVIERNO	Kv	Av	Kg	Ag	Φ INVIERNO	Φar
Camarote Capitán	Cubierta	0	0	0	0	0	0,00	Nº personas
	Techo	0	0	0	0	0	0,00	1
	Proa	42	0,8	2,47	3,5	2,56	459,14	W/pers
	Popa	5	2,5	5,03	0	0	62,81	120
	Babor	42	0,9	3,73	3,5	1,28	329,15	W
	Estribor	0	0	0	0	0	0,00	120
	TOTAL							851,11
Oficina Capitán	Cubierta	0	0	0	0	0	0,00	Nº personas
	Techo	0	0	0	0	0	0,00	1
	Proa	42	0,8	3,77	3,5	1,28	314,83	W/pers
	Popa	5	2,5	5,05	0	0	63,13	120
	Babor	0	0	0	0	0	0,00	W
	Estribor	0	0	0	0	0	0,00	120
	TOTAL							377,96
Camarote Armador	Cubierta	0	0	0	0	0	0,00	Nº personas
	Techo	0	0	0	0	0	0,00	1
	Proa	42	0,8	3,77	3,5	1,28	314,83	W/pers
	Popa	5	2,5	5,05	0	0	63,13	120
	Babor	0	0	0	0	0	0,00	W
	Estribor	0	0	0	0	0	0,00	120
	TOTAL							377,96
Oficina Armador	Cubierta	0	0	0	0	0	0,00	Nº personas
	Techo	0	0	0	0	0	0,00	1
	Proa	42	0,8	1,52	3,5	1,28	239,23	W/pers
	Popa	42	0,8	3,182	3,5	2,56	483,24	120
	Babor	5	2,5	7,14	0	0	89,25	W
	Estribor	42	0,9	8,31	3,5	3,84	878,60	120
	TOTAL							1690,32
Camarote Práctico	Cubierta	0	0	0	0	0	0,00	Nº personas
	Techo	0	0	0	0	0	0,00	1
	Proa	42	0,8	2,49	3,5	2,56	459,98	W/pers

BUQUE PROTACONTENEDORES DE 20000 TEUS ADAPTADO A RUTA ASIA - EUROPA

Cuaderno 12: Equipos y servicios

Miguel Ángel Rodríguez González

	Popa	5	2,5	5,05	0	0	63,13	120
	Babor	0	0	0	0	0	0,00	W
	Estribor	0	0	0	0	0	0,00	120
	TOTAL							523,11
Oficina Práctico	Cubierta	0	0	0	0	0	0,00	Nº personas
	Techo	0	0	0	0	0	0,00	1
	Proa	42	0,8	2,49	3,5	2,56	459,98	W/pers
	Popa	5	2,5	5,05	0	0	63,13	120
	Babor	0	0	0	0	0	0,00	W
	Estribor	0	0	0	0	0	0,00	120
TOTAL							523,11	120,00
Camarote Jefe de Máquinas	Cubierta	0	0	0	0	0	0,00	Nº personas
	Techo	0	0	0	0	0	0,00	1
	Proa	42	0,8	3,77	3,5	1,28	314,83	W/pers
	Popa	5	2,5	5,05	0	0	63,13	120
	Babor	0	0	0	0	0	0,00	W
	Estribor	0	0	0	0	0	0,00	120
TOTAL							377,96	120,00
Oficina Jefe de Máquinas	Cubierta	0	0	0	0	0	0,00	Nº personas
	Techo	0	0	0	0	0	0,00	1
	Proa	42	0,8	2,49	3,5	2,56	459,98	W/pers
	Popa	5	2,5	5,05	0	0	63,13	120
	Babor	0	0	0	0	0	0,00	W
	Estribor	0	0	0	0	0	0,00	120
TOTAL							523,11	120,00
Sala de Juntas	Cubierta	0	0	0	0	0	0,00	Nº personas
	Techo	0	0	0	0	0	0,00	29
	Proa	5	0,8	35,17	0	0	140,68	W/pers
	Popa	42	0,8	30,05	3,5	5,12	1762,31	120
	Babor	5	2,5	21,38	0	0	267,30	W
	Estribor	5	2,5	21,38	0	0	267,30	3480
TOTAL							2437,59	3480,00
Pañol de limpieza	Cubierta	0	0	0	0	0	0,00	Nº personas
	Techo	0	0	0	0	0	0,00	2
	Proa	5	2,5	14,4	0	0	180,00	W/pers
	Popa	5	2,5	14,4	0	0	180,00	120
	Babor	5	2,5	11,52	0	0	144,00	W
	Estribor	5	2,5	11,52	0	0	144,00	240
TOTAL							648,00	240,00
Aseo	Cubierta	0	0	0	0	0	0,00	Nº personas

	Techo	0	0	0	0	0	0,00	1
	Proa	5	2,5	5,4	0	0	67,50	W/pers
	Popa	5	2,5	5,4	0	0	67,50	120
	Babor	0	0	0	0	0	0,00	W
	Estribor	5	2,5	5,4	0	0	67,50	120
	TOTAL						202,50	120,00
TOTAL CUBIERTA 8 INVIERNO							8532,72	4800,00

Tras la realización de los cálculos, que se muestran anteriormente, y suponiendo que todas las cubiertas tienen el mismo flujo de calor, resulta:

$$\Phi \text{ Verano para 1 cubierta} = 13332,72 \text{ W}$$

$$\Phi \text{ Verano Total} = 119994,48 \text{ W} = 119,99 \text{ kW}$$

15.3 Resultado y dimensionamiento de la planta AACC.

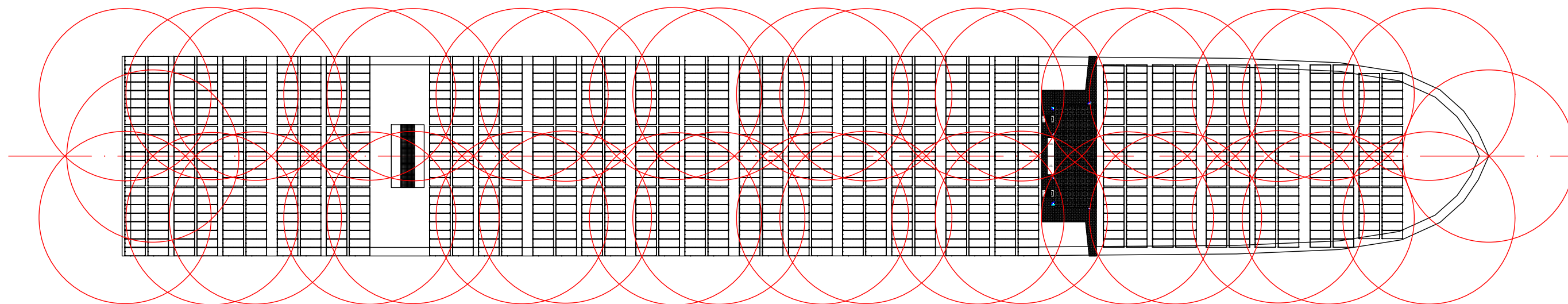
De acuerdo a los datos obtenidos tanto en la condición de verano como en la de invierno, se escoge un equipo de aire acondicionado que proporcione las prestaciones requeridas.

Se establece la marca Heinen&Hopman, modelo será Package Unit type HH-PU 2, según las características:

Type	HH-PU 1	HH-PU 2	HH-PU 3	HH-PU 4
Air Quantity Range (m ³ /hr)	1500 - 3500	3500 - 7000	7000 - 11000	11000 - 15000
Static Pressure Range (Pa)	800 - 1200	800 - 1200	1000 - 1400	1000 - 1400
Cooling Capacity Range (kW)	30 - 65	65 - 95	95 - 135	135 - 170
Compressor Power Range (kW)	9 - 18	18 - 26	26 - 39	39 - 45
Condenser Water Flow at 32°C (m ³ /hr)	6 - 8	8 - 12	12 - 19	19 - 20
Condenser Water Flow at 38°C (m ³ /hr)	10 - 15	15 - 22	22 - 33	33 - 36
Heating Capacity Range (kW)	20 - 50	50 - 100	70 - 150	140 - 220
Fan Motor Power Consumption (kW)	1,5 - 3	3 - 5,5	5,5 - 11	11 - 15
Current	3ph - 400V - 50 Hz			
Class	IP 54 isol. F			
Dimension (L x W x H) in mm	2650×1030×1660	3050×1260×1960	3150×1530×2080	3350×1800×2230

Por lo tanto se establece una rango de capacidad de 95 a 135 kW. Tal y como se puede comprobar, el sistema cumple con los requisitos para calentar las estancias en invierno y para refrigerarlas en verano. Se instalan dos unidades para abastecer la demanda solicitada.

ANEXO I: PLANOS



UNIVERSIDADE DA CORUÑA
ESCOLA POLITÉCNICA SUPERIOR



PROYECTO: BUQUE PROTACONTENEDORES DE 20000 TEUS ADAPTADO A RUTA ASIA - EUROPA

TÍTULO PLANO: SITUACIÓN DE LOS HIDRANTES

FIRMA:

ESCALA: SE

FORMATO: A3

AUTOR: MIGUEL ÁNGEL RODRÍGUEZ GONZÁLEZ

FECHA: SEPTIEMBRE 2021

Nº DE PLANO: 01/01