



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

CURSO 2016/17

REMOLCADOR DE PUERTO DE 60 TPF

Grado en Ingeniería Naval y Oceánica

Cuaderno 12

EQUIPOS Y SERVICIOS

Alumno: Mario Martínez Caamaño

Tutor: Marcos Míguez González

PROYECTO NÚMERO 17-08

TIPO DE BUQUE: Remolcador de puerto de 60 TPF

CLASIFICACIÓN, COTA Y REGLAMENTOS DE APLICACIÓN: Bureau Veritas, SOLAS, MARPOL, FIFI 1 OIL REC

CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA: Gancho de remolque

VELOCIDAD Y AUTONOMÍA: 12 nudos en condiciones de servicio. 85%MCR+15% de margen de mar. Autonomía: 3000 millas a la velocidad de servicio

SISTEMAS Y EQUIPOS DE CARGA / DESCARGA: Los habituales en este tipo de buques

PROPULSIÓN: propulsor azimutal. DIESEL ELECTRICO

TRIPULACIÓN Y PASAJE: 4 personas + 10 SURVIVORS

OTROS EQUIPOS E INSTALACIONES: Contraincendios, lucha contra la contaminación en el mar

Ferrol, 10 Setiembre 2016

ALUMNO/A: **Dº Mario Martínez Caamaño**

Contenido

1	PRESENTACIÓN.....	5
2	EQUIPO DE AMARRE Y FONDEO.....	5
2.1	NÚMERO DE EQUIPO	6
2.2	ANCLAS Y CADENAS.....	6
2.3	AMARRE.....	8
2.4	CAJA DE CADENAS	11
2.5	ESCOBÉN.....	12
2.6	GATERAS.....	12
2.7	ESTOPOR.....	13
2.8	MOLINETE.....	13
2.8.1	POTENCIA DEL MOLINETE	13
2.9	BITAS.....	15
3	EQUIPOS ESPECÍFICOS DEL BUQUE	15
3.1	REMOLQUE.....	15
3.1.1	MAQUINILLA.....	16
3.1.2	CABLE.....	16
3.1.3	GANCHO	18
3.1.4	GUÍA DE REMOLQUE DE POPA	18
3.2	SISTEMA DE LUCHA CONTRA LA CONTAMINACIÓN.....	18
3.2.1	TANQUE DE RECOGIDA DE HIDROCARBUROS.....	19
3.2.2	DISPERSANTE	19
3.2.3	BARRERAS ANTICONTAMINACIÓN	21
3.2.4	SKIMMERS	22
4	DISPOSITIVOS Y MEDIOS DE SALVAMENTO	23
5	SISTEMAS DE CARGA/ DESCARGA	30
6	SERVICIO DE LASTRE.....	30
7	SERVICIO DE ACHIQUE Y SENTINAS.....	32
8	EQUIPOS DE NAVEGACIÓN Y COMUNICACIONES	37
9	EQUIPO DE FONDA Y HOTEL.....	38
9.1	GAMBUZA.....	38

9.2	LAVANDERÍA.....	38
9.3	COCINA.....	38
10	SERVICIO SANITARIO	39
10.1	AGUA DULCE.....	39
10.1.1	TANQUES	40
10.1.2	GENERADORES DE AGUA DULCE.....	40
10.1.3	BOMBAS	40
10.1.4	CALENTADORES.....	42
10.1.5	TANQUE HIDRÓFORO.....	42
10.2	TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	43
11	SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO Y VENTILACIÓN EN HABILITACIÓN Y PUENTE DE GOBIERNO	46
12	SISTEMA DE VENTILACIÓN DE LA CÁMARA DE MÁQUINAS.....	48
13	SERVICIO DE CONTRAINCENDIOS.....	55
13.1	SERVICIO CONTRAINCENDIOS INTERIOR.....	55
13.2	SERVICIO CONTRAINCENDIOS EXTERIOR	66

1 PRESENTACIÓN

Como indica nuestra RPA, el buque, además de realizar las tareas propias de remolque, tendrá que ir equipado para dar respuesta a posibles situaciones de emergencia como rescate de náufragos, incendios, lucha contra la contaminación, para lo cual, en este cuaderno, no sólo dimensionaremos los sistemas y equipos generales, sino que se describirán todos los necesarios para cumplir las exigencias y alcanzar la cota reglamentaria.

Además de la Sociedad de Clasificación, tendremos en cuenta tanto el SOLAS como el MARPOL.

Para los cálculos y comentarios también se tuvieron en cuenta los apuntes de la asignatura “Sistemas auxiliares del buque” impartida por los profesores Luis Carral y José Ángel Fraguera.

Estas son las características principales del buque:

Loa	30,20 m
Lpp	26,80 m
B	11 m
D	5,45 m
T	4,45 m
Cb	0,53
Cm	0,86
Cp	0,61
Cf	0,62
Δ	712,67 t

2 EQUIPO DE AMARRE Y FONDEO

Partiendo de un valor denominado “número de equipo” y que podemos obtener con la fórmula dada por la Sociedad de Clasificación, definimos los medios que conforman todo lo relativo a amarre y fondeo como anclas, estachas etc.

2.1 NÚMERO DE EQUIPO

Todo lo relacionado con este apartado, se contempla en la Part B CH 9 Section 4:

$$EN = \Delta^{\frac{2}{3}} + 2hB + 0,1A$$

- Δ → desplazamiento al calado de verano
- B → manga de trazado
- h → francobordo en la maestra (altura desde la flotación a la cubierta superior)
- A → área lateral del casco, medida por encima de la flotación, entre perpendiculares.

En nuestro caso:

$$\Delta = 709,50 \text{ t}$$

$$B = 11 \text{ m}$$

$$h = 1,15 \text{ m}$$

$$A = 122,64 \text{ m}^2$$

Despejando:

$$\underline{EN = 117,11}$$

2.2 ANCLAS Y CADENAS

Una vez obtenido este número, en la siguiente tabla podemos encontrar el número de anclas necesarias, su peso, así como la longitud de la cadena y su espesor.

Table 1 : Equipment

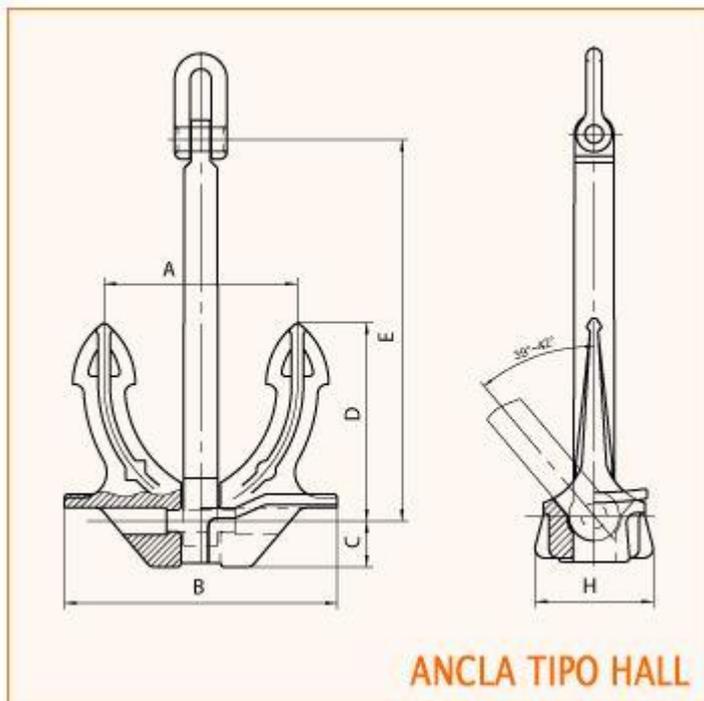
Equipment number EN A < EN ≤ B		Stockless anchors		Stud link chain cables for anchors			
A	B	N (1)	Mass per anchor, in kg	Total length, in m	Diameter, in mm		
					Q1	Q2	Q3
50	70	2	240	220,0	16,0	14,0	
70	90	2	300	247,5	17,5	16,0	
90	110	2	360	247,5	19,0	17,5	
110	130	2	420	275,0	20,5	17,5	
130	150	2	480	275,0	22,0	19,0	
150	175	2	570	302,5	24,0	20,5	
175	205	3	660	302,5	26,0	22,0	20,5
205	240	3	780	330,0	28,0	24,0	22,0
240	280	3	900	357,5	30,0	26,0	24,0
280	320	3	1020	357,5	32,0	28,0	24,0
320	360	3	1140	385,0	34,0	30,0	26,0
360	400	3	1290	385,0	36,0	32,0	28,0
400	450	3	1440	412,5	38,0	34,0	30,0
450	500	3	1590	412,5	40,0	34,0	30,0
500	550	3	1740	440,0	42,0	36,0	32,0
550	600	3	1920	440,0	44,0	38,0	34,0

(1) See [3.1.4].

En nuestro caso:

Nº anclas = 2

Escogeremos dos anclas tipo “Hall” por su fiabilidad, poder de agarre y facilidad de acomodo en el escobén debido a sus formas:



Peso (cada una de ellas) = 480 Kg

Se dispondrá de una cadena de 275 m por cada ancla

Al ser cada grillete de 27,50 m, la longitud anterior se dividirá en 10 grilletes.

Según se indica en la tabla, el diámetro del eslabón de la cadena será de 22 mm, correspondiente al grado Q 1 (depende del tipo de acero).

2.3 AMARRE

Según la tabla 3 que se contempla en la Part B Ch 9 Section 4 de la Sociedad de Clasificación :

Table 7 : Towline and mooring lines

Equipment number EN A < EN ≤ B		Towline (1)		Mooring lines (1)		
A	B	Minimum length, in m	Breaking load, in kN	N (2)	Length of each line, in m	Breaking load, in kN (3)
50	70	180	98,1	3	80	34
70	90	180	98,1	3	100	37
90	110	180	98,1	3	110	39
110	130	180	98,1	3	110	44
130	150	180	98,1	3	120	49
150	175	180	98,1	3	120	54
175	205	180	112	3	120	59
205	240	180	129	4	120	64
240	280	180	150	4	120	69
280	320	180	174	4	140	74
320	360	180	207	4	140	78
360	400	180	224	4	140	88
400	450	180	250	4	140	98
450	500	180	277	4	140	108
500	550	190	306	4	160	123
550	600	190	338	4	160	132
600	660	190	371	4	160	147
660	720	190	406	4	160	157
720	780	190	441	4	170	172
780	840	190	480	4	170	186
840	910	190	518	4	170	201

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

Vemos que se requieren 180 m de cabo de remolque con una carga de rotura de 98,1 KN.

El número de estachas será de tres, de 120 m cada una, con una carga de rotura de 49 KN.

EJEMPLO DE DIMENSIONADO CHIGRE DE AMARRE

Realizaremos el cálculo de cómo se dimensionaría un chigre de amarre que dispusiese de cabirón y carretel para el acomodo de la estacha: comenzaremos calculando la tracción necesaria para posteriormente dimensionar ambos elementos.

Tracción:

$$T = 0,33 \times MBL$$

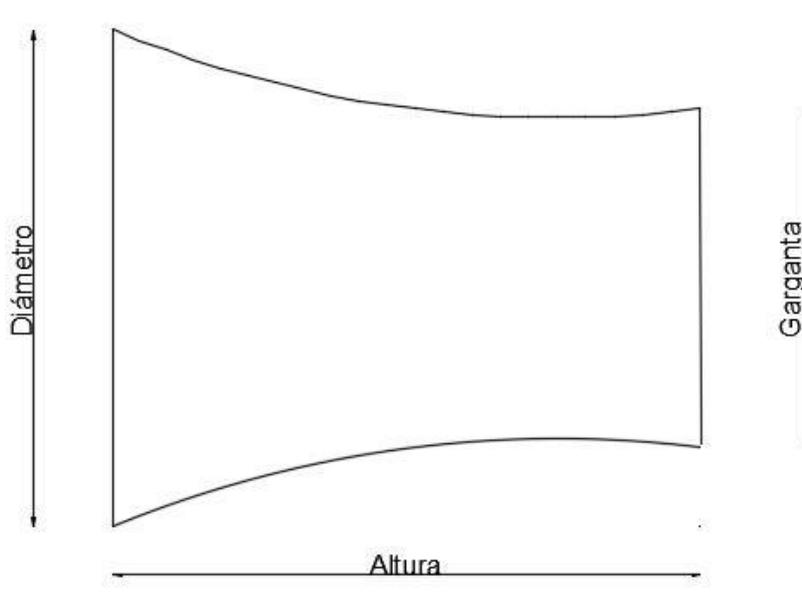
MBL = carga de rotura de la estacha

$$MBL = 49 \text{ KN} = 5 \text{ toneladas-fuerza}$$

Una vez establecida esta tracción, escogeríamos material y diámetro de la estacha:

Por ejemplo, estacha de poliéster de 38 mm

Dimensiones cabirón:



$$\text{Diámetro del cabirón} = 100 \times T^{0,75} + 100$$

T = tracción en toneladas-fuerza

$$T = 435 \text{ mm}$$

$$\text{Altura} = \text{Diámetro del cabirón} \times 0,7 + 100$$

Altura = 405 mm

$Garganta = 10 \times \text{diámetro de la estacha}$

Garganta = 380 mm

Cálculo carretel



$$d_i = 5 \times \text{diámetro}_{estacha}$$

$$d_i = 190 \text{ mm}$$

$$d_e = 1,7 \times d_i$$

$$d_e = 323 \text{ mm}$$

$$\text{longitud} = 1500 \times L \times \frac{d_{estacha}^2}{d_e^2 - d_i^2}$$

L = longitud de la estacha

Potencia chigre

$$P = \frac{0,23 \times T \times V_s}{\eta_T}$$

T: tracción en toneladas-fuerza

V_s = escogemos 20 m/min

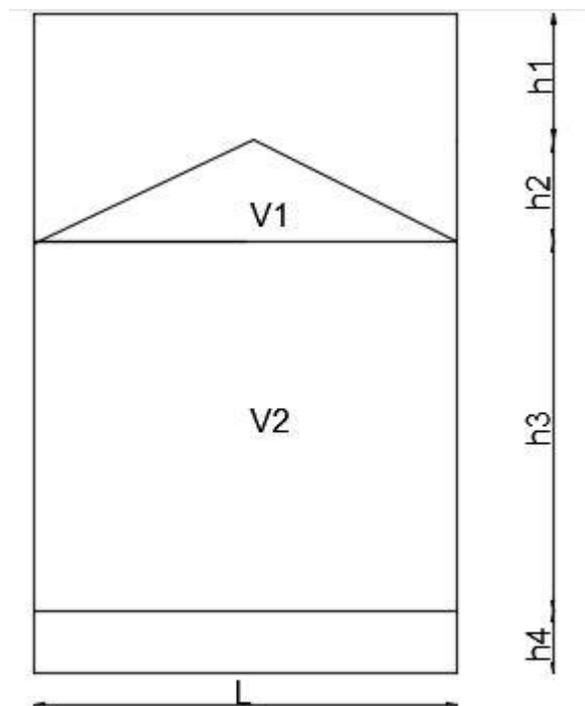
$\eta_T = 0,55$

$P = 41,81 \text{ (CV)} = 30,75 \text{ Kw}$

2.4 CAJA DE CADENAS

Realizaremos los cálculos del volumen necesario para estibar la cadena y así, a continuación, el volumen total de la caja.

Mostramos un esquema con las distintas alturas y los volúmenes V_1 y V_2 que ocuparía la cadena



$$V(\text{necesario para estibar la cadena}) = 8,48 \times d^2 \text{ mm} \times \text{longitud m} \times 10^{-6}$$

$d = 22 \text{ mm}$

longitud = 275 m

$V(\text{necesario para estibar la cadena}) = 1,13 \text{ m}^3$

L tiene que ser mayor o igual que $25d$

Por tanto:

$25 \times 22 = 550 \text{ mm} = 0,550 \text{ m}$

Tomamos un valor de $L = 1,5 \text{ m}$

Se podría fabricar prismática o cilíndrica. Si la fabricásemos de base cuadrangular de $1,5 \times 1,5$ tendríamos:

$h_2 = (L/2) \times \text{tg}30^\circ = 0,43 \text{ m}$

$V_1 = 1,5 \times 1,5 \times (h_2/2)$

$V_1 = 0,26 \text{ m}^3$

$V_2 = V - V_1 = 1,13 - 0,26 = 0,87 \text{ m}^3$

$h_3 = V_2 / (1,5 \times 1,5) = 0,39 \text{ m}$

$h_3 = 0,39 \text{ m}$

$h_1 \rightarrow$ Se establece entre 1,5 y 2,8 m para permitir la entrada con la cadena estibada.

$h_4 \rightarrow$ Se establece entre 0,6 y 0,8 m. Es la altura de la caja de fangos.

Tendremos una altura total de :

$h = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 = 2,92 \text{ m}$.

2.5 ESCOBÉN

Utilizaremos para el cálculo del diámetro del escobén la siguiente fórmula: (proporcionada por el profesor Luis Carral)

$$D = [(100 - d) \times 0,03867 + 7,5] \times d$$

$d =$ diámetro del eslabón de la cadena = 22 mm

$D_{\text{escobén}} = 232 \text{ mm}$

2.6 GATERAS

El diámetro de las gateras será el mismo que el calculado para los escobenes en el apartado anterior.

$D_{\text{gatera}} = 232 \text{ mm}$

2.7 ESTOPOR

Valor máximo (dimensionado) = 0,8 x carga de rotura de la cadena

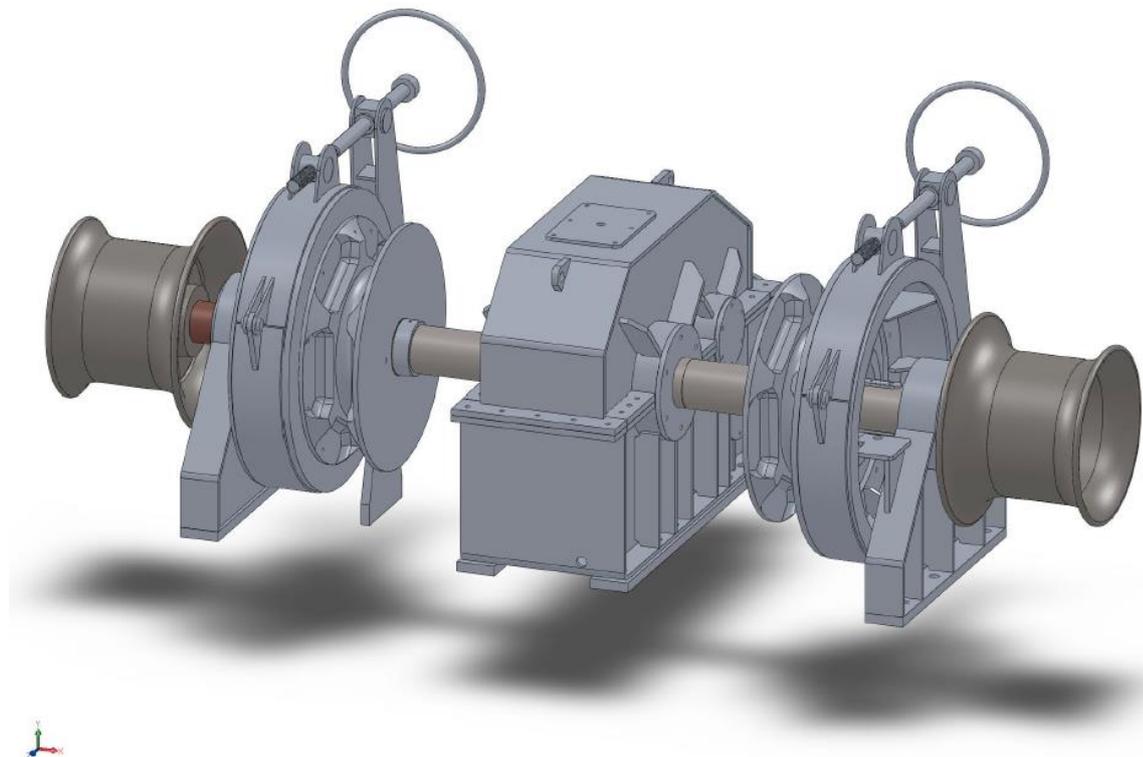
2.8 MOLINETE

El molinete a instalar será biancla, con dos barbotenes, y dos cabirones.

Aunque comparte accionamiento y reductora, posee dos embragues para trabajar cada ancla independientemente una de la otra.

Además, este tipo resulta más económico que el monoancla.

Mostramos una imagen de un tipo biancla:



2.8.1 POTENCIA DEL MOLINETE

Calcularemos aquí la potencia que necesitamos, una vez establecidas, según el numeral de equipo, las características de la cadena.

La siguiente fórmula sería sólo una “estimación”:

Potencia-estimación

$$P(CV) = \frac{6,5 \times d_c^2 \times V_s \times K}{4500 \times \eta_m}$$

d_c = diámetro del eslabón de la cadena. En nuestro caso $d_c = 22$ mm

V_s = velocidad de izada (entre 9-12 metros/minuto). Tomaremos 10 m/min

$K = 1$ para molinetes biancla

η_m = entre 0,5 y 0,7. Lo estimamos en 0,6

Obtenemos:

$$P = 11,65 \text{ CV} = \underline{8,6 \text{ Kw}}$$

Potencia para llevar el ancla

$$P(CV) = \frac{0,87 \times (\text{Peso ancla en Kg} + 0,02 \times d_c^2 \times L) \times V_s}{4500 \times \eta_m \times \eta_e}$$

0,87 → para tener en cuenta el empuje hidrostático

$V_s = 10$ m/min

η_e = rendimiento del escobén = 0,6

$\eta_m = 0,71$

d_c = diámetro del eslabón de la cadena. En nuestro caso $d_c = 22$ mm

L = Consideramos una profundidad de dos largos de cadena = 55 m

Sustituyendo:

$$P = 4,59 \text{ CV} = 3,38 \text{ Kw}$$

Teniendo en cuenta que tendríamos dos anclas:

$$P = 3,38 \times 2 = \underline{6,76 \text{ Kw}}$$

Potencia para “zarpar el ancla”

Aquí ya se tiene en cuenta el poder de agarre aunque no el empuje hidrostático

$$P \text{ CV} = \frac{(2,1 \times \text{Peso del ancla en Kg} + 0,02 \times d_c^2 \times L) \times V_s}{4500 \times \eta_m \times \eta_e}$$

Al sustituir, obtenemos:

$$P = 7,13 \text{ CV} = 5,24 \text{ Kw}$$

Siendo dos anclas:

$$P = 10,50 \text{ Kw}$$

Según indicaciones del profesor Luis Carral, para escoger, miraríamos si Potencia para levar x 1,5 es mayor o igual que la Potencia para zarpar el ancla. En este caso, los dos valores son prácticamente iguales:

$$\text{Potencia para levar x 1,5} = 10,14 \text{ Kw}$$

$$\text{Potencia para zarpar} = 10,50 \text{ Kw}$$

Antiguamente se jugaba con V_s ; hoy en día se compraría un motor de menos Kw, es decir, de menos de 10,50 Kw que serían los necesarios, pero que admitiese una sobrecarga de un 50% durante unos dos minutos.

2.9 BITAS

Serán 8 el número de bitas dobles que se disponen en cubierta. Dos de ellas en la zona de popa, a la altura de la cuaderna 2, otras dos entre las cuadernas 15 y 18, y en la zona de proa se situarán otras dos, una a cada costado como las anteriores, a la altura de la cuaderna 37.



3 EQUIPOS ESPECÍFICOS DEL BUQUE

Debido al tipo de buque de que se trata y las consideraciones que se reflejan en la RPA, consideraremos como específicos del buque, todo lo relacionado con el remolque, equipos empleados en la lucha contra la contaminación, y el servicio de lucha contraincendios exterior. Este último lo trataremos en el apartado dedicado a contraincendios.

3.1 REMOLQUE

Incluiremos los distintos elementos que componen este sistema, como:

- Maquinilla de remolque de popa
- Cable
- Gancho
- Guía

3.1.1 MAQUINILLA

A popa, a media eslora, se instalará una maquinilla de accionamiento hidráulico, que dispondrá de un carretel con gran capacidad para el cable de remolque.

Tanto el freno como el embrague serán de accionamiento eléctrico a 24 V desde la consola del puente de gobierno o desde la propia maquinilla. La bomba hidráulica accionada por correas, también será actuada desde ambos sitios.

El freno será de seguridad, de tal manera que sin presión hidráulica permanecerá frenado y el embrague será tipo trócola de accionamiento electro hidráulico tipo todo-nada.

El accionamiento del carretel se producirá mediante motor hidráulico de alto par, bajas revoluciones, directamente acoplado al eje del carretel.

La máquina incorpora un cabirón de acero para maniobra, acoplado directamente al eje principal.

El conjunto de la máquina está soportado en una bancada común, con todos los apoyos trabajando sobre rodamientos en baño de aceite.

Para determinar la tracción, utilizaremos la fórmula siguiente:

$$\text{Tracción} = 0,5 \times \text{BP}$$

Siendo:

$$\text{BP} = \text{toneladas de TPF (En nuestro caso 60 t)}$$

$$\text{Tracción} = 30 \text{ Toneladas}$$

La tracción al freno será dos veces el tiro a punto fijo, es decir, 120 toneladas.

La potencia que el motor eléctrico que acciona las bombas hidráulicas será:

$$P = 80 \text{ Kw}$$

3.1.2 CABLE

Teniendo en cuenta la relación entre las TPF y la carga de rotura del cable, tendremos:

MBP KN	CARGA MÍNIMA DE ROTURA: MBL
< 300	3,5 x MBP
300 - 800	2,75x MBP

> 800	2,25x MBP
-------	-----------

$$MBL = 2,75 \times 60 \times 9,8 = 1617 \text{ KN}$$

Una vez determinada la carga de rotura que tendría que soportar el cable, ya podemos seleccionar el más adecuado (catálogo del fabricante Lankhorst):

Art. number	Diameter (mm)	Weight (kg/100m)	MBF (kN)	Weight (lbs/100 ft)	MBF (lbs)
282.069	8	25,7	44,7	17	10.049
282.070	9	32,9	56,5	22	12.702
282.074	10	40,2	69,8	27	15.692
282.076	11	48,4	84,4	33	18.974
282.031	12	58,2	100	39	22.481
282.033	13	68,3	118	46	26.527
282.097	14	79	137	53	30.799
282.121	15	88,9	157	60	35.295
282.086	16	101	179	68	40.241
292.037	18	128	226	86	50.807
282.106	19	148	252	99	56.652
292.038	20	163	279	110	62.722
282.128	22	196	338	132	75.985
282.156	24	233	402	157	90.373
282.155	26	273	472	183	106.110
282.166	28	319	547	214	122.970
292.039	30	355	628	239	141.180
281.108	32	407	715	273	160.738
281.893	34	459	807	308	181.421
281.891	36	514	904	345	203.227
281.894	38	572	1.010	384	227.057
281.913	40	639	1.120	429	251.786
281.914	42	704	1.230	473	276.515
281.915	44	780	1.350	524	303.492
281.916	46	852	1.480	573	332.717
281.918	48	926	1.610	622	361.942
281.919	50	986	1.740	663	391.168
281.923	51	1.020	1.810	685	406.904
282.109	52	1.070	1.890	719	424.889
282.114	54	1.160	2.030	779	456.362
282.130	56	1.240	2.190	833	492.332
282.108	58	1.330	2.350	894	528.301
282.123	60	1.430	2.510	961	564.270
282.126	62	1.560	2.680	1.048	602.488
282.135	64	1.620	2.860	1.089	642.954

Diameter, weight and MBF (as well as other mechanical and physical properties) are determined according to ISO 2408:2004. The MBF refers to the breaking strength in the rope/wire itself, without splices or any other form of termination that can be formed with or without the use of accessories/fittings.

Comprobamos que el de 50 mm de diámetro cumpliría las exigencias, al soportar una carga de rotura de 1740 KN.

Su peso es de 986 Kg/100 m.

Aunque existen tablas que pueden servir de referencia, el servicio realizado por cada buque condiciona la longitud del cable a utilizar. Basándonos en información

aportada por personal del remolcador que visitamos con los profesores José Ángel Fraguela y Luis Carral, esta longitud no suele ser inferior a 1000 m.

En la tabla que se muestra a continuación, el valor mínimo son 650 m, por ser nuestro remolcador tipo "U" (sin restricciones), y realizando el cálculo con la fórmula propuesta:

$$longitud = 1800 \times \frac{60 \times 9,8}{1740} = 609 \text{ m}$$

Dando una longitud todavía inferior a la mínima contemplada.

TIPO DE REMOLCADOR	NÚMERO DE CARRETELES	LONG. DE CABLE (m)	VALOR MÍNIMO(m)
ST	2	2000*BP/MBL	800
U	1	1800*BP/MBL	650
R1	1	1800*BP/MBL	650
R2	1	1200*BP/MBL	500
R3	1	1200*BP/MBL	500

3.1.3 GANCHO

Se instalará un gancho de remolque para soportar una tracción nominal de no menos de 60 toneladas con disparo automático por escora y accionamiento de disparo manual. Su situación será a la altura de la cuaderna 9.

Se instalará con brazo y pista con anclaje cuya contribución será el aumento de la estabilidad en el buque durante el remolque de través.

3.1.4 GUÍA DE REMOLQUE DE POPA

Se dispondrá a popa de la maquinilla de una guía para el remolque.

3.2 SISTEMA DE LUCHA CONTRA LA CONTAMINACIÓN

Según figura en nuestra RPA, el buque deberá estar equipado para hacer frente a posibles vertidos que se produzcan ya sea por colisiones, embarrancamientos etc.

Describiremos los equipos con los que contará para esta tarea:

3.2.1 TANQUE DE RECOGIDA DE HIDROCARBUROS

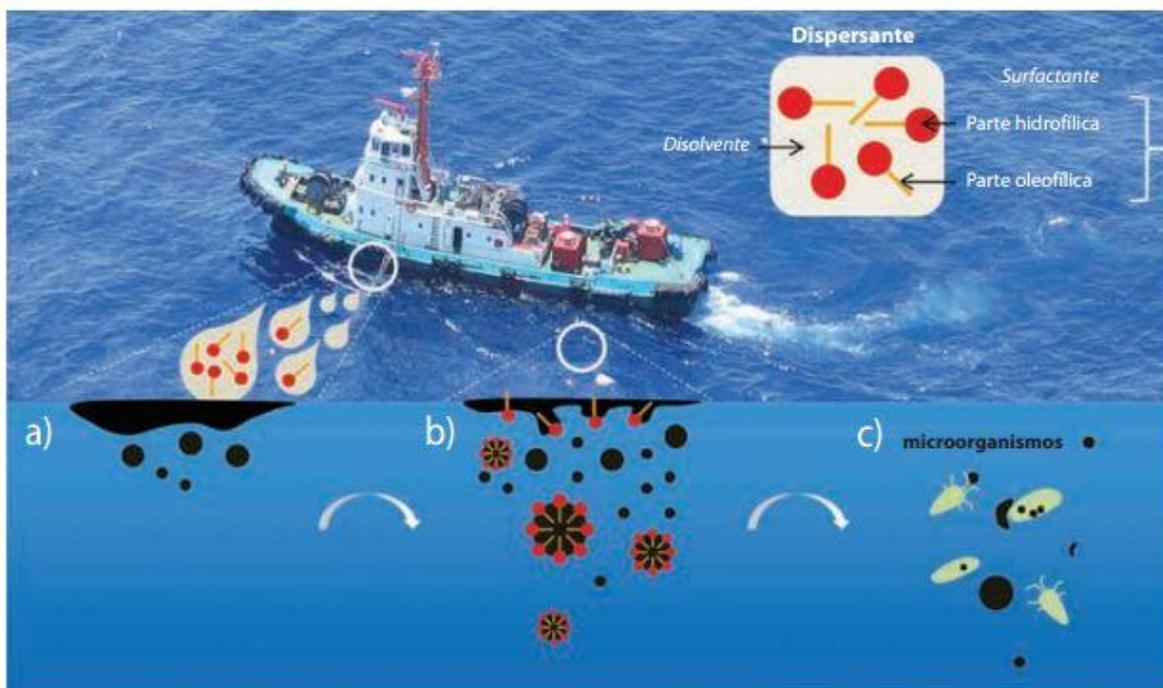
Para almacenar dichos vertidos, como se explicó en el cuaderno 4, se disponen dos tanques en la zona de popa entre las cuadernas 3 y 10, uno a cada costado del buque, y otro en crujía entre las cuadernas 30 y 34. La capacidad total de almacenamiento es de 16,93 m³.

3.2.2 DISPERSANTE

El principal propósito de la aplicación de dispersantes es disgregar una mancha de hidrocarburos en numerosas gotas pequeñas que pueden diluirse rápidamente en la columna de agua y degradarse posteriormente por el efecto natural de microorganismos.

Si se utilizan correctamente, pueden representar una respuesta eficaz a un derrame de hidrocarburos y puede minimizar o evitar daños en recursos sensibles importantes.

Deba considerarse cuidadosamente el uso de dispersantes para tener en cuenta las características de los hidrocarburos, condiciones climatológicas y marinas, sensibilidades ecológicas y normativas sobre el uso de ellos. Pueden obtenerse considerables ventajas medioambientales y económicas mediante su uso, particularmente cuando las condiciones climatológicas o la disponibilidad de recursos limiten otras técnicas de respuesta en el mar.



▲ Figura 2: proceso de dispersión química: a) Se rocían dispersantes que contienen surfactante y disolvente sobre los hidrocarburos; el disolvente transporta el surfactante hasta los hidrocarburos; b) Las moléculas de surfactante migran hasta la interfaz hidrocarburos/agua y reducen la tensión superficial, lo que permite disgregar pequeñas gotas de hidrocarburos de la mancha; c) Las gotas se dispersan por la agitación de las turbulencias y finalmente se degradan por el efecto natural de microorganismos, como bacterias y mohos. Esta última etapa puede requerir días o semanas hasta completarse.

Se requiere una cantidad mínima de energía de las olas para que el uso de dispersantes en el mar ofrezca resultados satisfactorios. Por debajo de este mínimo, las pequeñas gotas de hidrocarburos dispersas pueden reaparecer en la superficie y volver a formar una mancha. Además, en condiciones del mar muy adversas, los hidrocarburos pueden sumergirse por el efecto de rompientes, lo que impide el contacto directo entre el dispersante y los hidrocarburos, y la eficacia del dispersante disminuirá. Los resultados de las pruebas en campo indican que una velocidad del viento entre 4-12 m/s resulta óptima. . (ITOPF. Documento de información técnica).

Al no tener exigencias sobre su capacidad, para estimar el volumen de los tanques de dispersante, se consultan remolcadores de dimensiones similares al nuestro acordando fijar la capacidad en 6 m³.

Serán tanques especiales desmontables, que se montarán en caso de uso del equipo anticontaminación.

La aplicación del dispersante se realizará por medio de tangones desmontables a los cuales se conecta una manguera por la que circulará el dispersante a través de una bomba que también será portátil.



3.2.3 BARRERAS ANTICONTAMINACIÓN

Según que su uso sea para aguas tranquilas o para aguas abiertas, el buque contará con dos tipos de barreras para la contención de los hidrocarburos.

Mostramos una imagen de los tipos mencionados de la casa “Grintec” con sus dimensiones y sus aplicaciones:

Barreras aptas para aguas tranquilas y puertos.



Barreras diseñadas para su estiba en carretel, aptas para aguas tranquilas y puertos.



Barreras aptas para aguas oceánicas y mar abierto.



Artículo	Referencia	Dimensiones	Aplicaciones
Barrera Grintec® C	BC650CL	25 m x 650 mm h	Utilización en aguas tranquilas o puertos
	BC900CL	25 m x 900 mm h	
Barrera Grintec® P	GRINTEC 500	25 m x 500 mm h	Utilización en aguas tranquilas o puertos
	GRINTEC 800	25 m x 800 mm h	
	GRINTEC 1000	25 m x 1000 mm h	
Barrera Inflable	GRINTEC 750	25/50 m x 735 mm h	Utilización en mar abierto
	GRINTEC 1000	25/50 m x 966 mm h	
	GRINTEC 1100	25/50 m x 1090 mm h	

Las primeras están diseñadas para su estiba en carretel y las segundas son inflables, lo cual facilita enormemente su almacenamiento. Pueden permanecer en puerto, en contenedores fabricados para tal fin dispuestas para su uso.

Imagen de su estiba:



3.2.4 SKIMMERS

Será otro de los medios empleados por el buque.

El skimmer de rebosadero, de aplicación en grandes derrames, tiene una gran capacidad de recuperación. El sistema está compuesto por un cabezal skimmer y bomba de trasiego. En los equipos grandes, de más de 30 m³/hora, la bomba viene incorporada en el propio skimmer.



Otro tipo con el que contará, será el sistema skimmer komara por ser compacto, ligero y portátil.

Tiene un poder de recuperación de 7 a 20 toneladas/hora con el 98% libre de agua.





Komara Duplex



Komara mini



Komara 20

Skimmer	Sistema	Capacidad recuperación
Komara Duplex	Discos o cepillos	20 toneladas / hora
Komara mini	Discos	7 toneladas / hora
Komara 20	Discos	20 toneladas / hora

4 DISPOSITIVOS Y MEDIOS DE SALVAMENTO

Es el capítulo III del SOLAS el que nos indica la reglamentación a cumplir en materia de salvamento. Todos los equipos irán identificados e identificada su ubicación.

Comenzaremos describiendo la regla 6, que hace referencia a lo relacionado con comunicaciones, en la PARTE “B”: PRESCRIPCIONES RELATIVAS A LOS BUQUES Y A LOS DISPOSITIVOS DE SALVAMENTO

SECCIÓN I – BUQUES DE PASAJE Y BUQUES DE CARGA

Regla 6

Contiene lo referido a comunicaciones (en el apartado 5, referido a Navegación y Comunicaciones se detallará el contenido):

- En todo buque de carga de arqueo bruto igual o superior a 300, pero inferior a 500, se proveerán, por lo menos, dos aparatos radiotelefónicos bidireccionales de ondas métricas.
- Todo buque de carga de arqueo bruto igual o superior a 300, pero inferior a 500, llevará por lo menos un dispositivo de localización de búsqueda y salvamento.
- Se llevarán, por lo menos, 12 cohetes lanza bengalas con paracaídas, estibados en el puente de navegación o cerca de éste.
- Sistema de comunicaciones de a bordo y sistema de alarma: se proveerá un sistema de emergencia constituido por equipo fijo o portátil, o por ambos, para comunicaciones bidireccionales entre puestos de control de emergencia, puestos de reunión y de embarco y puntos estratégicos a bordo. También se proveerá un sistema de alarma general de emergencia, que se utilizará para convocar a pasajeros y tripulantes a los puestos de reunión e indicar las operaciones indicadas en el cuadro de obligaciones. Este sistema estará

complementado por un sistema megafónico o por otros medios de comunicación adecuados. Los sistemas de sonido para actividades recreativas se apagarán automáticamente cuando se active el sistema de alarma general de emergencia.

Regla 7

Hace referencia a los dispositivos individuales de salvamento:

- Aros salvavidas: irán distribuidos de modo que estén fácilmente disponibles a ambas bandas del buque, y, en la medida de lo posible, en todas las cubiertas expuestas que se extiendan hasta el costado del buque; habrá por lo menos uno en las proximidades de popa y estibados de modo que sea posible soltarlos rápidamente y no estarán sujetos de ningún modo por elementos de fijación permanente. A cada banda del buque habrá como mínimo un aro provisto de una rabiza flotante de una longitud 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 m, si este valor es superior. La mitad al menos del número total de aros salvavidas estarán provistos de luces de encendido automático; al menos dos de estos aros llevarán también señales fumígenas de funcionamiento automático y se podrán soltar rápidamente desde el puente de navegación.

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 mas	14

Los aros provistos de luces y los provistos de luces y señales fumígenas irán distribuidos por igual a ambas bandas del buque y no serán aquellos que estén provistos de rabiza. En cada aro se marcará con letras mayúsculas del alfabeto romano, el nombre del buque y su puerto de matrícula.



- Chalecos salvavidas: para cada una de las personas que vayan a bordo se proveerá un chaleco. Se colocarán de modo que sean fácilmente accesibles y su emplazamiento estará claramente indicado. Además de los de la tripulación, se proveerán de 12 más, dos de ellos para niños, ante la posibilidad de recogida de naufragos como contempla la RPA .



- Trajes de inmersión y trajes de protección contra la intemperie: para cada una de las personas designadas como tripulantes del bote de rescate o como miembros de la cuadrilla encargada del sistema de evacuación marino se proveerá un traje de inmersión de talla adecuada. En nuestro caso, se proveerá uno para cada tripulante. Estarán ubicados de modo que sean fácilmente accesibles y esa ubicación se indicará claramente.



Regla 8. Hace referencia al cuadro de obligaciones e instrucciones para casos de emergencia: En lugares bien visibles de todo el buque, incluidos el puente de navegación, la cámara de máquinas y los espacios de alojamiento de la tripulación, se fijarán cuadros de obligaciones e instrucciones para casos de emergencia que cumplan lo previsto en la regla 37, en la cual se indican los pormenores relativos al

sistema de alarma general de emergencia y de megafonía así como las medidas que la tripulación y los pasajeros deben tomar cuando suene esa alarma. Se especificará el modo en que se dará la orden de abandono del buque.

La regla 17-1 especifica que todos los buques tendrán planes y procedimientos específicos para el rescate de personas en el agua, en los cuales se especificará el equipo previsto y las medidas que deben adoptarse para reducir al mínimo el riesgo del personal de a bordo que participa en las tareas de rescate.

Según la regla 18 se proveerá de un aparato lanzacabos.

La regla 31 contempla lo relativo a embarcaciones de supervivencia y botes de rescate:

- Bote de rescate: se instalará un bote que cumpliendo la función de salvavidas, permita su utilización para rescate de naufragos en caso de necesidad. Su estiba en el buque se muestra en la disposición general, y el arriado se realizará por medio de la grúa instalada, de modo que su arriado pueda efectuarse, como indica la regla 14, en menos de 5 minutos. Escogemos uno de la marca Narwhal, de 4,20 m de eslora, cuyas características técnicas mostramos a continuación:

SV-420 & SV-480 S.O.L.A.S.
BOTES DE RESCATE HOMOLOGADOS S.O.L.A.S.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

MODELO	SV-420	SV-480
Eslora total	420 cm	480 cm
Eslora interior	306 cm	354 cm
Manga total	207 cm	210 cm
Manga interior	123 cm	110 cm
Puntal máximo	100 cm	100 cm
Diaméto máx.	50 cm	51 cm
Nº compartimentos	5+1	5+1
Motor máx. autorizado	25 CV ó 40 CV	40/50/60 ó 75 CV
Tipo eje motor	L	L
Nº max. personas	6	6
Carga máx. autorizada	716 Kg.	718 Kg.
Peso aprox. embarcación	200 Kg.	250 Kg.
Peso aprox. plena carga	916 Kg.	968 Kg.
Homologación	S.O.L.A.S.	S.O.L.A.S.

DESGLOSE EQUIPO S.O.L.A.S. NARWHAL



- (1) 1 ESLINGA DE 4 BRAZOS
- (2) 2 CABOS ADRIZADO
- (3) 1 LONA DE FONDEO
- (4) 1 ESCALERA DE EMBARQUE
- (5) 1 KIT REPARACIÓN
- (6) 1 BOZA DE ARRASTRE EN PROA
- (7) 1 HINCHADOR
- (8) 1 CABO REMOLQUE (50m)
- (9) 1 REFLECTOR RADAR
- (10) 1 PROYECTOR 12V 50W
- (11) 1 EXTINTOR
- (12) 1 LINTERNA CON REPUESTOS

- (13) 1 COMPÁS
- (14) LUZ DE POSICIÓN CON UNA BATERIA 3V
- (15) 1 BOTIQUÍN
- (16) 1 SILBATO
- (17) 2 AYUDAS TÉRMICAS
- (18) 2 AROS SALVAVIDAS CON CABO
- (19) 2 PALAS BICHERO
- (20) 1 NAVAJA
- (21) 1 ACHICADOR
- (22) 2 ESPONJAS
- (23) 1 ANCLA FLOTANTE

EQUIPAMIENTO DEL MODELO BÁSICO



- 1. Casco insuergible en PRFV
- 2. Refuerzo aluminio/madera espejo popa
- 3. Cánamos de izado y fondeo
- 4. Flotador en TRITEX con 5 compartimentos estancos
- 5. Válvulas automáticas de sobrepresión
- 6. Válvulas reforzadas hinchado y deshinchado
- 7. Pala bichero aluminio
- 8. Fijaciones para depósitos de combustible
- 9. Bancos abatibles
- 10. Cartuchera para boza arrastre proa

- 11. Capota en proa
- 12. Tambucho para equipo
- 13. Anillas con relingas de agarre
- 14. Doble banda defensa reforzada
- 15. Bolsillo para luz de posición
- 16. Sujeción velcro para cabo adrizado
- 17. Anilla para cabo adrizado
- 18. Etiquetas reflectantes
- 19. Conos reforzados

- Balsas salvavidas: dispondremos una a cada banda con capacidad para el 150% del total del número de personas que vayan a bordo. Contando con la posibilidad de llevar 10 náufragos más los 4 de tripulación, serían 14, con lo cual se necesitan balsas con capacidad para 21 personas. Se decide disponer unas de la casa “Duarry”, con capacidad para 25 personas y cuyas características mostramos a continuación:

BALSAS DUARRY SOLAS

DUARRY SOLAS LIFERAFTS

Balsas salvavidas DUARRY homologadas de acuerdo a SOLAS 74 capítulo III y enmiendas y conforme a la Directiva Europea de Equipos Marinos. Fabricadas con las últimas innovaciones en diseño y combinadas con la experiencia de más de 40 años en la fabricación de balsas salvavidas. Una extensa red de estaciones de servicio repartida por todo el mundo garantiza el servicio dondequiera que se encuentre su barco.

El sistema de la calidad de Duarry está aprobado por DNV-GL.

Duarry SOLAS Liferrafts comply with the SOLAS 74 section III, and amendments, of the MED. Manufactured according to the latest design innovations, and following over 40 years of expertise in liferaft manufacturing. An extensive network of service stations throughout the world guarantees the best service wherever you decide to sail.

The Duarry quality system is approved by DNV-GL.



Balsas Duarry Lanzables

Duarry Throw Overboard Liferrafts

Una extensa gama de balsas de 6, 8, 10, 12, 16, 20, 25, 30 y 35 plazas.

An extensive range of liferafts 6, 8, 10, 12, 16, 20, 25, 30 and 35 prs.



Desprendimientos Duarry
 HRU Duarry

Para balsas SOLAS
 For SOLAS liferafts

SOLAS A - PACK A			SOLAS B - PACK B		
Capacidad	Medidas (cm)	Peso (kg)	Capacidad	Medidas (cm)	Peso (kg)
Capacity	Dimensions (cm)	Weight (kg)	Capacity	Dimensions (cm)	Weight (kg)
6	109x61x53	78	6	109x61x53	68
8	109x61x53	90	8	109x61x53	70
10	123x64x55	102	10	123x64x55	82
12	123x64x55	120	12	123x64x55	91
16	128x67x67	140	16	128x67x67	110
20	133x69x62	160	20	133x69x62	120
25	149x75x67	185	25	149x75x67	140
30	170x76x68	205	30	170x76x68	151
35	170x76x68	230	35	170x76x68	167
6 RECT	99x56x40	78	6 RECT	99x56x40	68
8 RECT	99x56x40	90	8 RECT	99x56x40	70
10 RECT	104x66x40	102	10 RECT	99x56x40	82
12 RECT	104x66x40	120	12 RECT	99x56x40	91



5 SISTEMAS DE CARGA/ DESCARGA

Se instalará una grúa hidráulica de las siguientes características:

- Marca.....Guerra o similar
- Tipo.....Marina
- Alcance máximo.....12 metros
- Carga mínima a máximo alcance.....900 Kg

Dispondrá de un grupo diésel autónomo o similar, para accionar una bomba hidráulica que le permitan operar en maniobras de emergencia, para arriado del bote de rescate.



6 SERVICIO DE LASTRE

Al no ser el nuestro un buque de carga, y una vez realizadas las pruebas para distintas condiciones, contempladas en el cuaderno 5, comprobamos que no sería necesaria la utilización de los tanques destinados a lastrear el buque, salvo que se necesite en alguna determinada situación para corregir algún trimado.

Aunque se dispondrá de dos bombas, realizaremos los cálculos suponiendo que sea una sola la que trabaje, (fórmula del cálculo del caudal), quedando la otra de respeto.

Existe la posibilidad de lastrear por gravedad mediante la válvula que comunica el colector de tomas de mar con el de lastre.

Nº de bombas:.....2

Tipo:.....Centrífuga autocebada

Presión:.....2,0-3,0 bar

Caudal: $Q = V/T \times 1/N$

Siendo:

Q = caudal de cada bomba m³/h.

V = volumen total de los tanques de lastre m³.

T = tiempo de deslastre en horas. El menor tiempo empleado en la carga y descarga del buque.

N = nº de bombas que trabajarán simultáneamente (1 al 100% ó 2 al 50%)

Tomando un tiempo T = 1 horas , V = 24,5 m³, y N = 1, obtenemos:

Caudal = 24,5 m³/h.

Debido a la transferencia de organismos que puede producirse en el agua de lastre, se hace necesaria una gestión de la misma cuyas opciones mostramos en el siguiente cuadro:



7 SERVICIO DE ACHIQUE Y SENTINAS

Siguiendo las indicaciones del SOLAS, Capítulo II-1, Parte B, Regla 21, dimensionaremos lo relacionado con este servicio:

Nº de bombas:2

Tipo:Centrífuga autocebada, y/o al menos una, que puede ser la de agotamiento, alternativa de pistones o de tornillo

Presión:2,0 - 3,0 bar

$$P_{estimada} = P_{mín} + P_{pérdidas} + P_{altura}$$

$$P_{mín} = 1 \text{ ó } 1,5 \text{ bar}$$

$$P_{pérdidas} = 20\% \text{ (Cálculo desarrollado en servicio CI)}$$

$$P_{altura} = 3 \text{ m} = 0,3 \text{ bar}$$

$$P_{estimada} = (1,5 + 0,3) \times 1,2 = 2,16 \text{ bar}$$

Puede emplearse como bomba de sentinas las bombas de agua sanitaria, lastre y de servicios generales.

Caudal: Cada bomba será capaz de bombear agua a través del colector principal de sentinas a una velocidad de no menos de 2 m/s.

Calcularemos previamente el diámetro del colector y a continuación el caudal necesario:

Diámetro del colector principal de sentinas:

$$d = 25 + 1,68 \times \sqrt{L \times (B + D)}$$

Donde:

d = Diámetro interior del colector principal, redondeando al diámetro estándar más cercano en mm

L = Eslora del buque en m

B = Manga del buque en m

D = Puntal de trazado a la cubierta de compartimentado en m

Sustituyendo:

$$d = 62,32 \text{ mm}$$

Escogeríamos dentro de los diámetros comerciales, el más cercano inmediatamente superior. Una vez obtenido, calculamos el caudal:

$$\frac{Q \text{ m}^3}{s} = v \text{ m/s} \times \frac{\pi \times d \text{ m}^2}{4}$$

Y teniendo en cuenta que la velocidad del fluido es 2 m/s:

$$Q = 23,89 \text{ m}^3/\text{h}$$

Aunque la bomba quedaría definida con el caudal y la presión, para realizar el balance eléctrico necesitamos conocer la potencia absorbida de la red por el motor eléctrico. Utilizaremos las fórmulas y el procedimiento empleado en el cuaderno 10 que mostramos a continuación:

$$P = \frac{1000 \times Q \times H \times \rho}{3600 \times 75 \times \eta}$$

Siendo:

P = Potencia en el eje en CV

Q = Caudal en m³/h

H = Altura manométrica en metros de columna de líquido

ρ = Peso específico del fluido bombeado en Kg/dm³

η = Rendimiento de la bomba

Podemos obtener el rendimiento de la bomba a partir del caudal en las siguientes tablas, según el tipo de bomba:

BOMBAS CENTRIFUGAS	
Caudal de la bomba m³/h	Rendimiento (η)
$Q \geq 500$	0,77
$300 \leq Q < 500$	0,75
$100 \leq Q < 300$	0,71
$30 \leq Q < 100$	0,65
$2 \leq Q < 30$	0,60
$Q \leq 2$	0,40

BOMBAS DE TORNILLOS	
Caudal de la bomba m³/h	Rendimiento (η)
$Q \geq 250$	0,50
$200 \leq Q < 250$	0,49
$125 \leq Q < 200$	0,48
$60 \leq Q < 125$	0,47
$30 \leq Q < 60$	0,46

$10 \leq Q < 30$	0,45
$5 \leq Q < 10$	0,44
$1.5 \leq Q < 5$	0,42
$0,3 \leq Q < 1,5$	0,40

BOMBAS ALTERNATIVAS	
Caudal de la bomba m³/h	Rendimiento (η)
$Q \geq 200$	0,80
$100 \leq Q < 200$	0,75
$50 \leq Q < 100$	0,70
$20 \leq Q < 50$	0,65
$10 \leq Q < 20$	0,60
$5 \leq Q < 10$	0,55

Si la potencia obtenida en el eje, una vez pasada a Kw, la dividimos por el rendimiento eléctrico del equipo, obtenemos la potencia absorbida:

$$Pot_{absorbida} = \frac{P}{\eta_{el\acute{e}ctrico}}$$

En la siguiente tabla se muestra el rendimiento eléctrico en función de la potencia en el eje:

TABLA DE RENDIMIENTOS ELÉCTRICOS	
Potencia en el eje (C.V.)	Rendimiento (η_{elect})
$P \geq 60$	0,92
$40 \leq P < 60$	0,91
$30 \leq P < 40$	0,905
$20 \leq P < 30$	0,90
$10 \leq P < 20$	0,88
$7,5 \leq Q < 10$	0,86
$5 \leq P < 7,5$	0,83
$2 \leq P < 5$	0,80
$P < 2$	0,73

Debido a posibles sobrecargas, calentamientos etc, se debe aplicar un factor de seguridad a la potencia absorbida:

$$Pot_N = K \times Pot_{absorbida}$$

Obtendremos el valor de K en función de la potencia absorbida en CV, de la tabla siguiente:

TABLA DE COEFICIENTES DE SEGURIDAD	
Potencia absorbida (C.V.)	Coficiente (K)
$P_{ab} \geq 100$	1,1
$25 \leq P_{ab} < 100$	1,15
$10 \leq P_{ab} < 25$	1,20
$5 \leq P_{ab} < 10$	1,25
$1 \leq P_{ab} < 5$	1,30

En nuestro caso obtenemos:

$$Pot_N = 3,45 \text{ Kw}$$

El colector de sentinas de la cámara de máquinas tiene aspiraciones de los pocetes, los cuales irán situados uno a cada banda, a proa del mamparo que delimita la parte de popa de dicha cámara. En cada uno de ellos, la aspiración estará provista de un filtro de canasta y válvula de no retorno; cada ramal estará dotado de una válvula de mariposa con accionamiento remoto.

El local del servo se achica por gravedad, y los pañoles de proa y la caja de cadenas se achican mediante un eyector alimentado por el contraincendios.

Para calcular el diámetro de los distintos ramales que comunican con el colector, utilizaremos la siguiente fórmula:

$$d = 25 + 2,15 \times \sqrt{l \times (B + D)}$$

Siendo :

d = diámetro en mm

C = Eslora de cámara de máquinas en m

B = Manga del buque en m

D = Puntal en m

Al sustituir:

$$d = 55,20 \text{ mm}$$

Aunque la presión de las bombas, según indicaciones del SOLAS, serían de 2-3 (bares), no se instalarán de esta presión debido a que, como se verá más adelante, necesitaremos una presión superior para que una de estas bombas pueda actuar de contraincendios. (Las de contraincendios nos requerirán más presión).

Lo mismo ocurre con el caudal, ya que el calculado aquí es de 23,89 m³/h, y veremos que el mínimo de cada bomba necesario será de 25 m³/h para poder operar como contraincendios.

El Anexo I del MARPOL: “Reglas para prevenir la contaminación por hidrocarburos”, con múltiples enmiendas desde su entrada en vigor, regula todo lo concerniente al tratamiento a que estas aguas deberán someterse antes de su evacuación, dependiendo de la zona en que ésta se produzca.

8 EQUIPOS DE NAVEGACIÓN Y COMUNICACIONES

Detallamos los elementos que componen el equipo de navegación:

- Un compás maestro con sistema de periscopio dentro del puente
- Un compás magnético y dos compases de prueba
- Un visor azimutal
- Piloto automático
- Sonda de navegación IMO
- Radar IMO
- Bitácora magistral
- Un sextante
- Un cronómetro
- Un cronógrafo de bolsillo
- Un reloj de bitácora
- Un escandallo de mano de 5Kg
- Un separador
- Un transportador
- Una regla
- Un megáfono
- Dos ciclónómetros (uno en la cámara de máquinas y otro en el puente de gobierno)
- Un termómetro
- Un psicrómetro
- Un medidor de viento
- Un juego de binoculares de noche de 7x50
- Un juego de binoculares de día de 6x50
- Una sirena anti-niebla de presión manual
- Un barómetro
- Un libro internacional de luces
- Una lámpara de señales

El equipo de radio y comunicación se compone de lo siguiente:

- Equipo GMDSS
- Un consola GMDSS A3 Sailor-150W modelo CO4693B. Configuración 2 Inmarsat ST-C. Incorpora: mueble de tres cuerpos para un microteléfono, panel indicador estado baterías, placa de conexiones, altavoz, luz emergencia Con los siguientes equipos acoplados a la consola:
- Telefonía Sailor 150W
- Un VHF
- Comunicación satelitaria GMDSS Inmarsat C
- Un receptor NAVTEX
- Tres VHF portátiles GMDSS
- Una radiobaliza
- Un transpondedor de radar
- Altavoces de maniobra
- Sistema automático de identificación de llamada

9 EQUIPO DE FONDA Y HOTEL

Como se indicó en el cuaderno 7 dedicado a la disposición general, tanto en la cubierta inferior como en la principal existe espacio dedicado a la habilitación.

9.1 GAMBUZA

Está situada en la cubierta inferior, en crujía, entre las cuadernas 37 y 41.

Ocupa una superficie de 2,70 m², y consta de una parte seca y otra frigorífica.

A su vez, esta última estará dividida en una parte para carnes y pescados y otra para verduras.

9.2 LAVANDERÍA

Situada en la cubierta inferior, en el costado de babor, comprendida entre las cuadernas 30 y 33.

Constará de lavadora, secadora, fregadero, una zona de secadero (tendedero), y una mesa con plancha.

9.3 COCINA

En la cubierta principal, en el costado de babor, ocupando una superficie de 6,20 m², constará de: cocina, horno, frigorífico, y otros pequeños electrodomésticos como freidoras, batidoras etc.

10 SERVICIO SANITARIO

Dentro de este apartado estudiaremos tanto el servicio sanitario de agua dulce como su posterior tratamiento una vez utilizadas dichas aguas.

Será en la Norma UNE-EN ISO 15748-2 en la que nos basemos para el estudio del suministro de agua potable.

Este servicio proporciona agua dulce para consumo humano (agua potable), para servicios de habitación y hotel (potable), para servicios técnicos (agua técnica): refrigeración de motores, de equipos electrónicos etc.

Distribuye agua caliente y fría sanitaria, y procesa y /o almacena el agua sucia.

10.1 AGUA DULCE

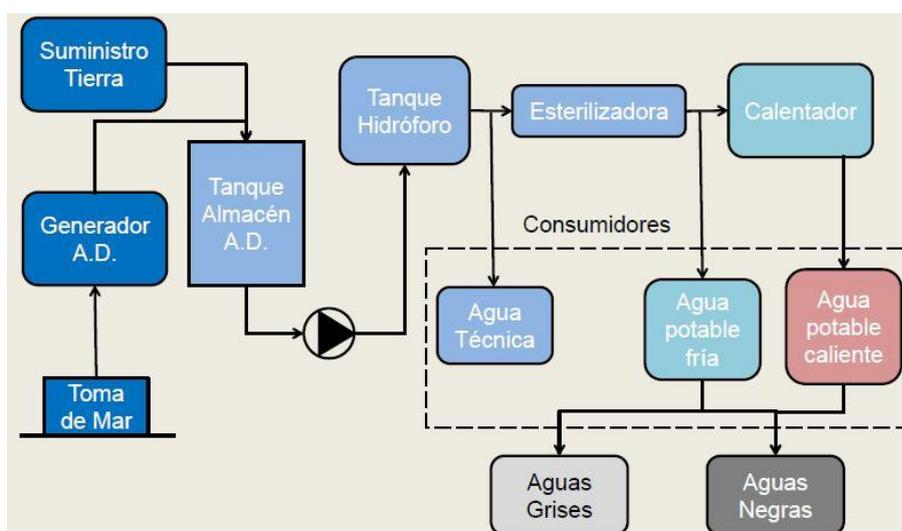
Podemos definir agua dulce como agua destinada en origen para el consumo humano pero utilizada también con fines técnicos y para necesidades higiénicas y sanitarias.

Agua potable, la definiremos como agua apropiada para el consumo humano (agua dulce sometida a un tratamiento de potabilización). (Apuntes del profesor Luis Carral)

Se obtiene a partir de:

- Suministro en puerto → aguada
- Evaporación → evaporadores:
 - A más de 80°
 - A menos de 80° y esterilizada
- Ósmosis inversa → plantas de ósmosis inversa

Mostramos un esquema general de suministro:



10.1.1 TANQUES

Según Norma UNE-EN ISO 15748-2 consideraremos 175 litros por persona y día:

Agua dulce = $175 \times N^{\circ}\text{tripulantes} \times \text{días}$

$$\text{Agua dulce} = 175 \times 4 \times \frac{10,5}{1000} = 7,35 \text{ t}$$

Teniendo en cuenta que el agua dulce se utiliza en distintos servicios y que sólo para el agua dulce de refrigeración se manejan cifras de entre 2 y 5 veces la capacidad del circuito, más la posibilidad de llevar supervivientes como nuestra RPA nos refleja, convenimos en estimar una cantidad total de 15 toneladas .

Agua dulce total = 15 t

$V(\text{agua dulce}) = 15 \text{ m}^3$ al tomar densidad = 1 t/m^3

En nuestro buque, los tanques de agua dulce irán en la zona de proa, en el doble fondo, y tendrán una capacidad total de $16,68 \text{ m}^3$. Irán contruídos con el reforzado por el exterior y con recubrimiento (esquema de pintado o galvanizado).

10.1.2 GENERADORES DE AGUA DULCE

Por el tipo de buque y por el lugar donde desarrollará la actividad, no se instalará ningún generador de agua dulce. Mostramos a continuación los empleados según necesidades y preferencias:

- Desalinizadores por evaporación:
 - Por evaporación simple y multiefecto (MED)
 - destiladores "Flash" multietapa (MSF)
- Desalinizadores por ósmosis inversa

10.1.3 BOMBAS

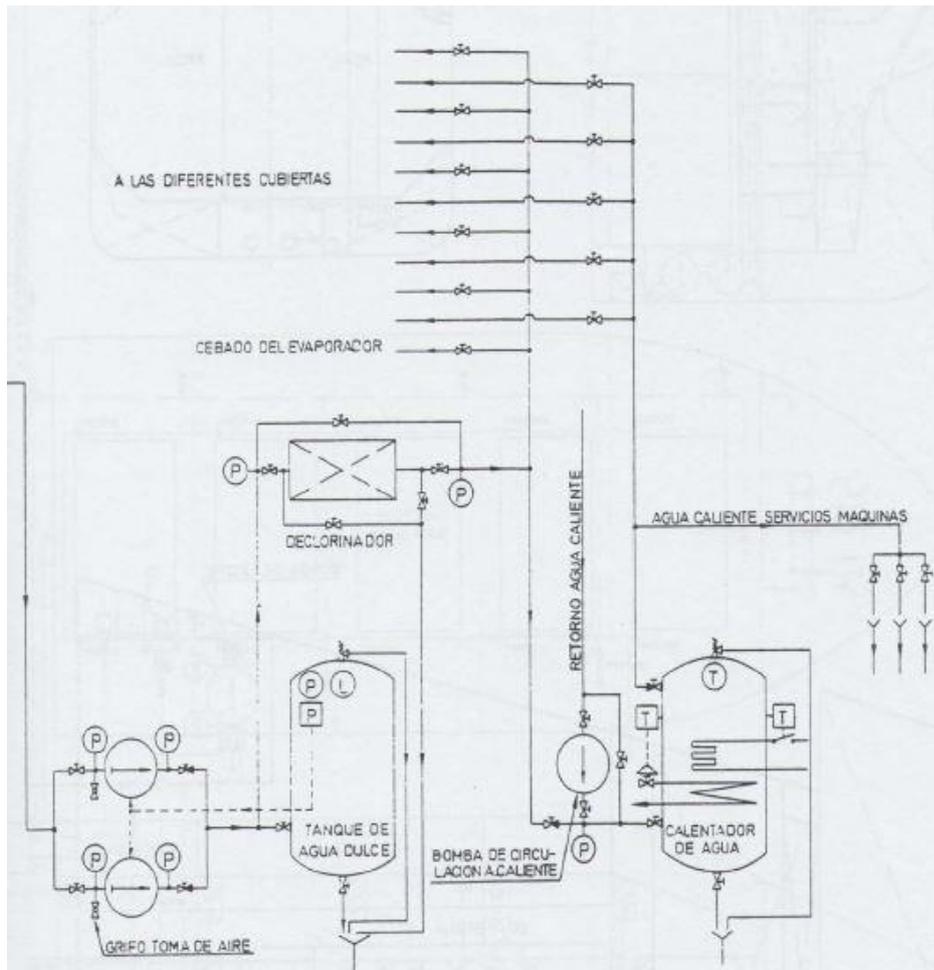
Existirán bombas de suministro y bombas de circulación.

Las primeras son las encargadas de proporcionar presión al servicio directamente o al tanque hidróforo (dependiendo del tipo de buque y consumo).

Serán dos bombas centrífugas (agua fría).

Las de circulación mantiene la circulación de agua en los circuitos y a través del esterilizador y el calentador. Evita pérdidas de calidad y contaminación del agua (agua caliente).

Serán 2 bombas: una de ellas de agua fría y otra de agua caliente.



Para el cálculo del caudal, vamos a suponer que tres de los cuatro tripulantes están utilizando un servicio consumiendo 0,1 l/s:

$$Q \text{ m}^3/\text{h} = \frac{0,75 \times 4 \times 0,1 \times 3600}{1000}$$

Obtenemos:

$$Q = 1,08 \text{ m}^3/\text{h}$$

La bomba elevará el agua desde el tanque hasta un punto de la cubierta principal, situada a 5450 mm desde la línea base.

Si realizamos el cálculo para tener 1,5 bar a la salida, y unas pérdidas de un 20%, tendremos una presión estimada:

$$P_{\text{estimada}} = (1,5 + 0,55) \times 1,2 = 2,46 \text{ bar}$$

Al utilizar las fórmulas de apartados anteriores para el cálculo de la potencia eléctrica, obtenemos:

$$Pot_N = 0,63 \text{ Kw}$$

10.1.4 CALENTADORES

El modo de calentar el agua destinada a servicio sanitario, se hará por medio de un calentador eléctrico, basándose en la tabla que facilita la Norma UNE-EN ISO 15748-2.

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).

Siendo cuatro el número de tripulantes pero ante la posibilidad de llevar a bordo 10 náufragos, como contempla la RPA, se instalará un calentador de 650 litros con un tiempo de calentamiento desde los 10º hasta los 65º de 125 minutos.

10.1.5 TANQUE HIDRÓFORO

Suministra agua a presión al circuito. Evita el continuo arranque y parada de las bombas de suministro.

Basa su funcionamiento en la compresibilidad del aire contenido en su interior.

Su presión de trabajo es la misma que las bombas de suministro.

Consta de:

- Válvula de seguridad
- Nivel de agua
- Grifo de purga
- Presostato: control de presión de alta y baja
- Manómetro de presión: transmisor de presión
- Accesos para registro y limpieza



10.2 TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

La norma UNE-EN ISO 15749-1 nos presenta la siguiente tabla:

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.				

La descarga de dichas aguas está regulada por el MARPOL según lo siguiente:

Zona	Opción de descarga
Aguas portuarias, Zonas protegidas, Rías, Bahías, etc.	No se permite ninguna descarga, ni siquiera con tratamiento.
Hasta 3 millas.	Se permite con tratamiento. Ni sólidos ni decoloración.
Desde 3 millas hasta 12.	Se permite desmenuzada y desinfectada. Para descargar el tanque, la velocidad de la embarcación debe ser superior a 4 nudos.
Más de 12 millas.	Se permite en cualquier condición. Para descargar el tanque, la velocidad de la embarcación debe ser superior a 4 nudos.

Debido a que la mayor parte del trabajo de nuestro buque se realizará en puerto y aguas próximas a la costa, se nos plantea la posibilidad de la instalación a bordo de una planta TAR para el tratamiento de estas aguas residuales.

En principio realizaremos el cálculo como si no dispusiésemos de dicha planta y contando con la posibilidad de tener a bordo 10 náufragos como contempla nuestra RPA.

Nº personas= 4+10(tripulantes+ náufragos)= 14

Autonomía= 10,5 días

Según tabla → 180 litros por persona y día

V(aguas negras/grises)= 26,46 m³

La instalación de la planta citada anteriormente reduciría notablemente ese volumen necesario, con lo que convenimos en instalar dos tanques con una capacidad total de 8 m³.

Mostramos las características de la planta seleccionada (Modelo STC01-13):



WÄRTSILÄ Waste, Oil & Fresh Water Management

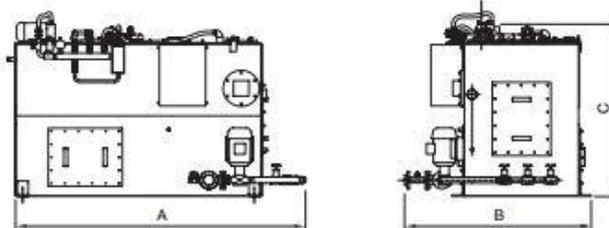
Super Trident sewage treatment plant

Small STC-13 series

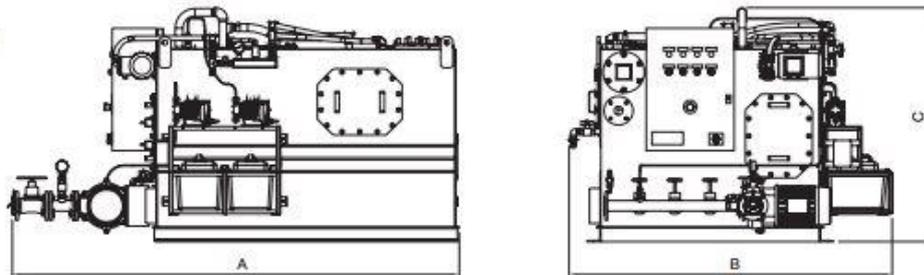
PRODUCT LEAFLET



STC01-13

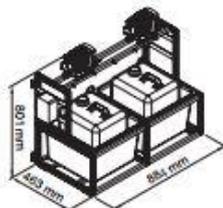


STC02-13 to
 STC06-13



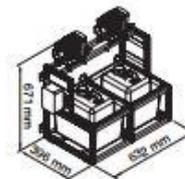
Chemical Dosing Unit
 (Loose Supply)

STC01-13, STC04-13
 and STC06-13



Chemical Dosing Unit
 (Loose Supply)

STC02-13 and STC03-13



WEIGHTS & DIMENSIONS

Model No.	IMO Certified* (litres/day)	Dimensions** (mm)			Weight Full** (kg)
		A	B	C	
STC01-13	1740	1890	1400	1181	1550
STC02-13	3120	2518	1863	1336	3030
STC03-13	4660	2622	1863	1681	3959
STC04-13	6010	2722	2080	1821	5027
STC06-13	9360	3072	2280	1971	7367

*IMO certificate issued by Lloyd's Register **Weights and dimensions based on one pump and one compressor variant

11 SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO Y VENTILACIÓN EN HABILITACIÓN Y PUENTE DE GOBIERNO

Toda la acomodación tendrá un sistema de aire acondicionado para el invierno y el verano, a través de una unidad compacta.

La maquinaria adecuada para conseguir el perfecto funcionamiento de la instalación será instalada y canalizada para los siguientes compartimentos: comedor, pasillos de habitación, lavandería, cocina, camarotes, sala de náufragos y puente de gobierno.

Nos basaremos en la norma UNE-EN ISO 7547, dedicada al aire acondicionado y ventilación de alojamientos y la guía técnica para instalaciones de climatización con equipos autónomos de edificios que presenta el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE).

Mostramos unas tablas que presenta dicho instituto y que nos servirán de referencia, asimilando algunos locales a los nuestros del buque, para los cálculos:

	Tasa metabólica	
	W/m ²	met
Sala de espera	58	1,0
Oficina	70	1,2
Sala de conferencias, auditorio	70	1,2
Cafetería, restaurante	70	1,2
Aula	70	1,2
Guardería *	82	1,4
Comercio (clientes sentados)	82	1,4
Comercio (clientes de pie)	93	1,6
Grandes almacenes	93	1,6

	Actividad Met	Calidad térmica	Temperatura operativa		Velocidad media (máx.)	
			Verano	Invierno	Verano	Invierno
Oficina	1,2	B	24,5±1,5	22±2,0	0,18	0,15
Sala de conferencias, auditorio	1,2	B	24,5±2,5	22±3,0	0,18	0,15
Cafetería, restaurante	1,2	B	24,5±2,5	22±3,0	0,18	0,15
Aula	1,2	B	24,5±1,5	22±2,0	0,18	0,15
Guardería	1,4	A	23,5±1,0	20±1,0	0,17	0,13
Comercio (clientes sentados)	1,4	B	23,5±2,5	20±3,5	0,17	0,13
Comercio (clientes de pie)	1,6	B	23,0±3,0	19±4,0	0,16	0,12
Grandes almacenes	1,6	B	23,0±3,0	19±4,0	0,16	0,12

Tabla 10: Ejemplos habituales de calidad del ambiente térmico en función de la actividad

Temperatura operativa	Margen de temperatura operativa (°C)			Velocidad media máxima del aire (m/s)
	A	B	C	
16,0	± 1,5	± 3,5	± 5,0	0,09
17,0	± 1,5	± 3,0	± 4,5	0,10
18,0	± 1,5	± 3,0	± 4,5	0,11
19,0	± 1,5	± 3,0	± 4,0	0,12
20,0	± 1,0	± 2,5	± 3,5	0,13
21,0	± 1,0	± 2,0	± 3,0	0,14
21,5	± 1,0	± 2,0	± 3,0	0,15
22,0	± 1,0	± 2,0	± 3,0	0,15
22,5	± 1,0	± 2,0	± 3,0	0,16
23,0	± 1,0	± 2,0	± 3,0	0,16
23,5	± 1,0	± 2,0	± 2,5	0,17
24,0	± 1,0	± 1,5	± 2,5	0,17
24,5	± 1,0	± 1,5	± 2,5	0,18
26,0	± 0,5	± 1,0	± 2,0	0,19

Tabla 8: Margen de temperatura operativa del local admisible en función de la calidad térmica del ambiente. Velocidad media máxima en la zona ocupada

Indicaremos en una tabla los locales con su superficie y la tasa metabólica que le corresponde según IDAE, para realizar una “estimación” de los Kw necesarios (aunque dependerá de los distintos fabricantes de aparatos) :

LOCAL	SUPERFICIE m ²	W/m ²	P Kw
Camarotes	39	58	2,26
Sala náufragos	6	70	0,42
Cocina	6,20	93	0,58
Salón comedor	8,5	70	0,60
Pasillos	20	93	1,80
Puente gobierno	15,30	82	1,25
Lavandería	6,15	93	0,57

Una vez sumadas las capacidades individuales, tendremos:

$$P = 7,48 \text{ Kw.}$$

Para el cálculo del caudal de ventilación necesario, partimos de un ejemplo realizado por IDAE, en el que se muestra una tabla con el caudal de ventilación mínimo exigido en l/s para algunos locales según el número de ocupantes, según el número de metros cuadrados u otros parámetros:

Locales	Caudal de ventilación mínimo exigido q_v en l/s		
	Por ocupante	Por m ² útil	En función de otros parámetros
Dormitorios (1)	5		
Salas de estar y comedores (2)	3		
Aseos y cuartos de baño			15 por local
Cocinas		2	50 por local (3)
Trasteros y sus zonas comunes		0,7	
Aparcamientos y garajes			120 por plaza
Almacenes de residuos		10	

(1) Para los dormitorios individuales se considera un ocupante y, en los dobles, dos ocupantes; se considera dormitorio doble si la superficie es superior a 8 m².

(2) Para el comedor y la sala de estar, los ocupantes a contabilizar serán la suma de los ocupantes de todos los dormitorios de la vivienda.

(3) Este es el caudal correspondiente a la ventilación adicional específica de la cocina.

En nuestro caso, tendremos:

LOCAL	Caudal mínimo por ocupante	Total
Camarotes 5	5 l/s por 1 ocupante	25 l/s Impulsión
Sala náufragos 1	3 l/s por 10 ocupantes	30 l/s Impulsión
Cocina 1	2 l/s por metro cuadrado	12,4 l/s Extracción
Salón comedor 1	3 l/s por 4 ocupantes	12 l/s Impulsión
Pasillos 3	3 l/s por 2 ocupantes	18 l/s Impulsión
Puente gobierno 1	3 l/s por 2 ocupante	6 l/s Impulsión
Lavandería 1	5 l/s por 1 ocupante	5 l/s Impulsión
Cuartos de baño 5	15 l/s por local	75 l/s Extracción

Resulta:

$$Q_{\text{impulsión}} = 25+30+12+18+6+5 = 96 \text{ l/s}$$

$$Q_{\text{extracción}} = 12,4+75 = 87,4 \text{ l/s}$$

Siendo el caudal de ventilación el mayor de los anteriores:

$$Q_{\text{ventilación}} = 96 \text{ l/s} = 345,6 \text{ m}^3/\text{h}$$

12 SISTEMA DE VENTILACIÓN DE LA CÁMARA DE MÁQUINAS

Realizaremos este cálculo, por indicación del profesor Vicente Díaz, como si dispusiésemos de motores principales y auxiliares, aunque en el caso de nuestro buque, carecemos de auxiliares.

Además de para mantener unas condiciones ambientales aceptables, el aire suministrado a la cámara de máquinas también es necesario como aporte de oxígeno para la combustión. Por otro lado también será necesaria la extracción del aire viciado.

Seguiremos para el cálculo de este sistema, la norma UNE-EN ISO 8861: "Ventilación de la sala de máquinas de barcos de motor diésel. Requisitos de diseño y base de cálculos".

El flujo de aire total a la sala de máquinas debe ser, al menos, el del valor más alto de los dos calculados siguientes:

$$Q = q_c + q_h$$

$Q = 1,5 \times q_c$, es decir, el flujo de aire para combustión+ el 50%. El flujo de aire total a la sala de máquinas no debe ser menor que el flujo de aire para combustión (máquinas y calderas) más el 50%.

q_h = Flujo de aire para la evacuación de la emisión de calor

Los cálculos deben basarse en el máximo régimen de los motores diesel principales, los motores diesel de los generadores, las calderas y el resto de maquinaria trabajando simultáneamente en condiciones normales de mar, y con un aumento de temperatura de 12,5 K.

Flujo de aire para la combustión

Calcularemos q_c con la siguiente fórmula:

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

Siendo:

q_{dp} : Flujo de aire para la combustión de los motores principales diésel, en metros cúbicos por segundo.

q_{dg} : Flujo de aire para la combustión de los motores diésel de los generadores, en metros cúbicos por segundo.

q_b : Flujo de aire para la combustión de las calderas, en metros cúbicos por segundo.

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

P_{dp} : Potencia normalizada de servicio de los motores principales diésel a la máxima potencia de salida continua en Kw.

m_{ad} : Aire necesario para la combustión de los motores diésel, en Kg por Kw segundo. Para motores de 4 tiempos, se puede tomar 0,0020 Kg/Kw-s

ρ : 1,13 Kg/m³ . Densidad del aire a +35°C, 70RH y 101,3 KPa

Sustituyendo valores, con ($P_{dp} = 1350 \times 3$):

$$q_{dp} = 7,17 \text{ m}^3/\text{s}$$

Calcularemos ahora q_{dg} :

$$q_{dg} = \frac{P_{dg} \times m_{ad}}{\rho}$$

P_{dg} : Potencia normalizada de servicio de los motores diésel de los generadores a la máxima potencia de salida en Kw.

Si sustituimos con $P_{dg} = 150$ Kw, obtenemos $0,27 \text{ m}^3/\text{s}$, y contando que puedan estar trabajando dos auxiliares:

$$q_{dg} = 0,54 \text{ m}^3/\text{s}$$

Al carecer de calderas, $q_b = 0$, por lo que tenemos:

$$q_c = q_{dp} + q_{dg} + q_b = 7,17 + 0,54 + 0 = 7,71 \text{ m}^3/\text{s}$$

Flujo de aire para la evacuación de la emisión de calor

Ahora calcularemos el flujo de aire para la evacuación de la emisión de calor, q_h , en metros cúbicos por segundo, con la fórmula:

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

Donde:

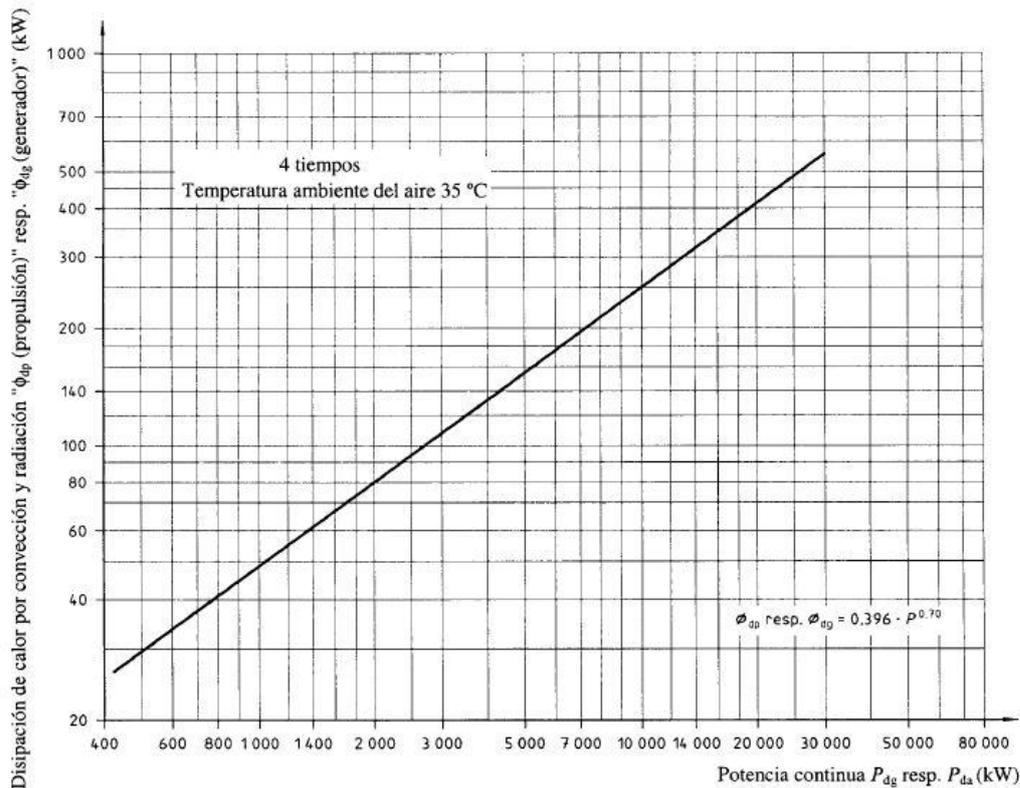
$c = 1,01$ KJ/Kg·K (la capacidad de calor específico del aire)

$\Delta T = 12,5$ K (el aumento de la temperatura del aire en la sala de máquinas, es decir, la diferencia entre la temperatura de entrada y la de salida medida en las condiciones de diseño. La temperatura de salida debe medirse a la salida de la sala de máquinas al guardacalor o chimenea sin instalaciones sensibles al calor).

ϕ_{dp} es la emisión de calor del motor(es) diésel de propulsión principal, en Kw:

$$\phi_{dp} = P_{dp} \times \frac{\Delta h_d}{100}$$

Siendo Δh_d la pérdida del calor del motor diésel en porcentaje. Se tomará de la tabla siguiente:



Para la potencia de nuestros motores, 4050 Kw, tendremos 130 Kw de pérdida, que supone un 3,21%, con lo cual:

$$\phi_{dp} = \underline{130 \text{ Kw}}$$

ϕ_{dg} es la emisión de calor del motor(es) diésel del generador, en Kw

$$\phi_{dp} = P_{dg} \times \frac{\Delta h_d}{100}$$

Consultando la tabla para 150 Kw, obtenemos una pérdida de 7 Kw. Contando con dos generadores, serían 15 Kw, que en porcentaje supone un 10%. Obtenemos:

$$\phi_{dg} = \underline{15 \text{ Kw}}$$

ϕ_b es la emisión de calor de las calderas y calentadores de fluido térmico, en Kw

En nuestro caso:

$$\phi_b = \underline{0 \text{ Kw}}$$

ϕ_p es la emisión de calor de las tuberías de vapor y condensación, en Kw

$$\phi_p = \underline{0 \text{ Kw}}$$

ϕ_g es la emisión de calor del generador(es) eléctrico refrigerado por aire, en Kw

$$\phi_g = P_g \times \left(1 - \frac{\eta}{100}\right)$$

P_g es la potencia del generador(es) instalados refrigerados por aire, en Kw

η es el rendimiento del generador en porcentaje. Tomamos $\eta = 94\%$

Obtenemos:

$$\phi_g = 18 \text{ Kw}$$

ϕ_{el} es la emisión de calor de las instalaciones eléctricas, en Kw

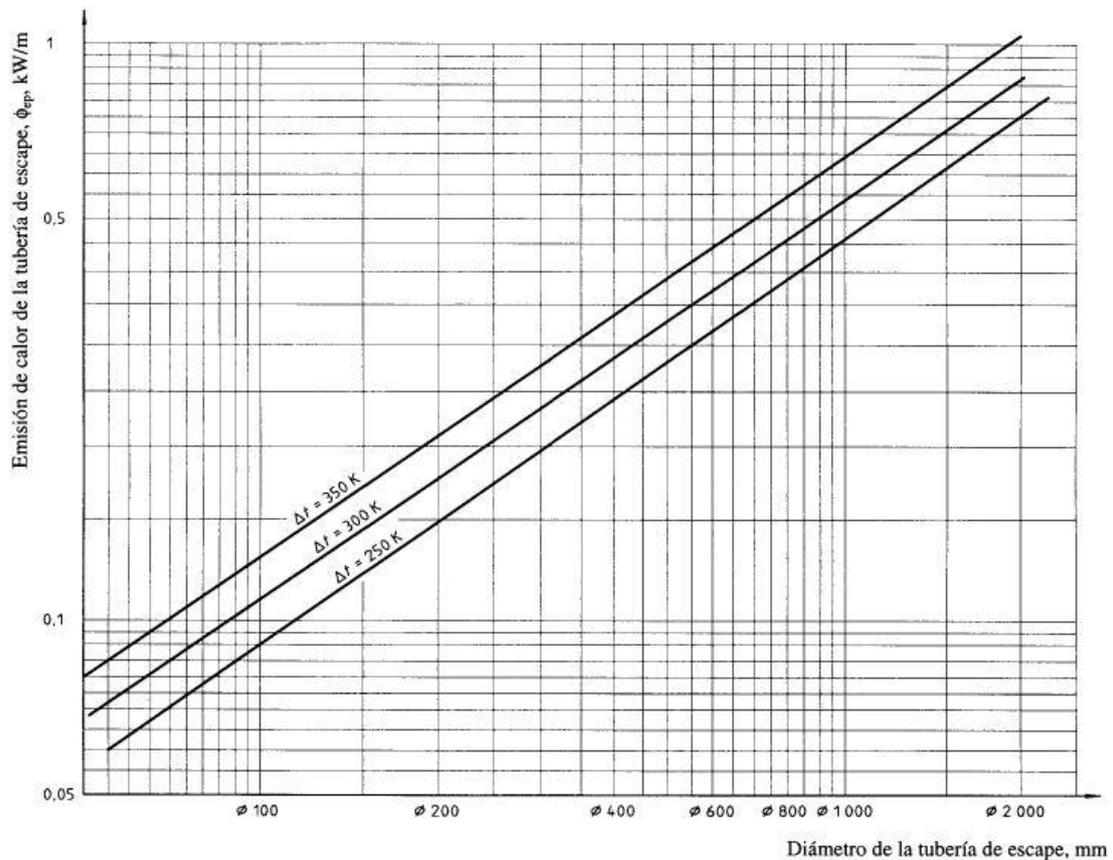
Según la norma, en los barcos convencionales donde no se saben todos los detalles de las instalaciones eléctricas, la emisión de calor se toma como el 20% de la potencia de régimen del equipo eléctrico y de la iluminación que se utiliza en el mar.

Tomamos como valor:

$$\phi_{el} = 60 \text{ Kw}$$

ϕ_{ep} es la emisión de calor de las tuberías de escape incluidas las calderas alimentadas por llama de gas

Se calculará según la tabla que presenta la norma:



Entrando en la tabla con un diámetro de 600 mm, y un Δt de 320 K (valor recomendado por la norma para motores de 4 tiempos), tendremos una emisión de calor por metro de tubería de 0,42 Kw/m.

Sumando tres tramos (tres motores), de 4 m cada tramo, obtenemos:

$$\Phi_{ep} = 12 \times 0,42 = 5,04 \text{ Kw}$$

Φ_t es la emisión de calor de los tanques de calefacción, en Kw

$$\Phi_t = 0 \text{ Kw}$$

Φ_0 es la emisión de calor de otros componentes, en Kw

Lo estimamos en un 20% de la potencia de los generadores

$$\Phi_0 = 30 \text{ Kw}$$

Sustituyendo valores para calcular q_h :

$$q_h = 15 \text{ m}^3/\text{s}$$

El flujo de aire total, será el mayor de los valores:

- $Q = q_c + q_h = 7,71 \text{ m}^3/\text{s} + 15 \text{ m}^3/\text{s} = 22,71 \text{ m}^3/\text{s}$
- $Q = 1,5 \times q_c = 1,5 \times 7,71 \text{ m}^3/\text{s} = 11,56 \text{ m}^3/\text{s}$

Flujo total de aire:

$$Q = 22,71 \text{ m}^3/\text{s} = 81756 \text{ m}^3/\text{h}$$

Instalaremos cuatro ventiladores, aunque ese flujo total calculado se dividirá entre tres, con objeto de tener uno de respeto, para seguir disponiendo del caudal necesario en caso de fallo de uno de ellos.

Para el cálculo de la potencia absorbida de la red por un ventilador, emplearemos la fórmula:

$$P = \frac{Q \times H}{3600 \times 75 \times \eta}$$

Siendo:

P = Potencia en el eje en CV

Q = Caudal en m³/h

H = Altura total en milímetros de columna de agua

η = Rendimiento mecánico. Para ventiladores axiales se toma 0,5 y para los centrífugos 0,6

Si la potencia obtenida en el eje, una vez pasada a Kw, la dividimos por el rendimiento eléctrico del equipo, obtenemos la potencia absorbida:

$$Pot_{absorbida} = \frac{P}{\eta_{eléctrico}}$$

Para conocer el rendimiento eléctrico, se utiliza la tabla mostrada en apartados anteriores.

La potencia nominal la calcularemos con la fórmula:

$$Pot_N = K \times Pot_{absorbida}$$

Siendo K un coeficiente de seguridad que obtenemos de la tabla siguiente:

TABLA DE COEFICIENTES DE SEGURIDAD	
Caudal ventilador (m ³ h)	Coeficiente (K)
≥ 20000	1,10
< 20000	1,15

Una vez realizadas operaciones considerando una altura de 40 mm, rendimiento de 0,6, rendimiento eléctrico 0,83 y un flujo de 27252 m³/h para cada ventilador:

$$Pot_N = 6,65 \text{ Kw}$$

13 SERVICIO DE CONTRAINCENDIOS

Estudiaremos dentro de este servicio, el contraincendios interior y el exterior, aún siendo este último un servicio específico del buque, al igual que el de remolque o la lucha contra la contaminación.

13.1 SERVICIO CONTRAINCENDIOS INTERIOR

Nos basaremos en el Capítulo II-2 del SOLAS: "Construcción-Prevención, detección y extinción de incendios", Sociedad de Clasificación Bureau Veritas, normas UNE-EN, así como apuntes proporcionados por el profesor José Ángel Fraguera para el estudio de este sistema.

Los medios de protección materiales se agrupan en dos tipos:

Medios de protección activa, que actúan directa o indirectamente sobre uno o varios de los factores del incendio, para lograr su extinción. Están constituidos por:

- Instalaciones de detección y alarma.
- Instalaciones de extinción de incendios.
- Instalaciones auxiliares, como pueden ser las de actuación sobre sistemas de ventilación, aporte de combustible, puertas cortafuegos, etc.

Medios de protección pasiva, que sin tener una actuación sobre los factores del incendio, tienen una gran influencia sobre la cadena del incendio, ya sea en la ignición, en la propagación o en las consecuencias. Esta influencia se ejerce mediante el estudio de un conjunto de parámetros como son:

- Los exteriores al buque (abastecimientos de agua, vías de comunicación, clima, etc.)
- Los propios del buque (elementos constructivos, instalaciones de servicios, compartimentación en sectores de incendio, salidas de evacuación, puertas y salidas, escaleras, pasillos, vestíbulos previos, escaleras de incendio, señalización e iluminación).
- Los propios de decoración (materiales con una determinada reacción al fuego o mejora de esta mediante una protección profunda, superficial o por recubrimiento y realizada con productos ignifugantes, intumescentes, selladores, aislantes térmicos, absorbentes del calor o dispersantes del calor).

Según el apartado 2 de la Regla 19 del SOLAS, los buques estarán provistos de bombas, colectores y mangueras contra incendios que cumpla lo contemplado en dicha regla.

Todas las tuberías principales dispondrán de medios adecuados de drenaje.

Se instalarán válvulas de aislamiento en todos los ramales del colector contra incendios de la cubierta expuesta que se utilicen para un propósito distinto de la lucha contra incendios.

Describiremos a continuación los elementos que compondrán el sistema:

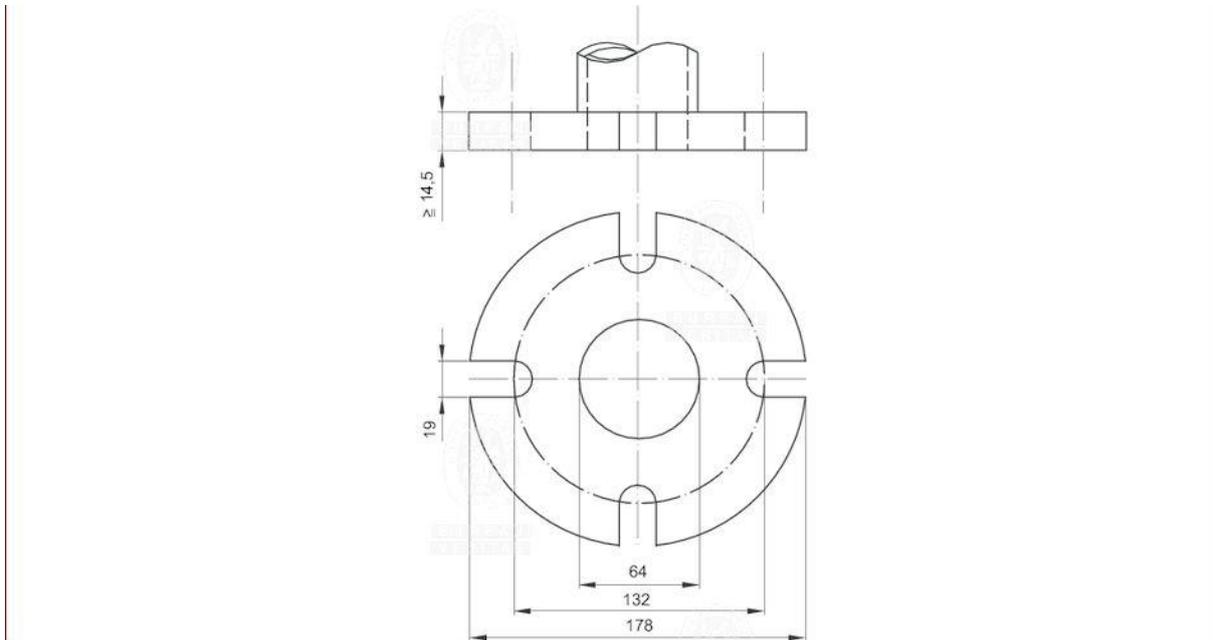
Conexión internacional a tierra

Contempla el SOLAS, que para los buques de arqueado bruto igual o superior a 500, se dispondrá de una conexión internacional a tierra con los medios necesarios para poder utilizarla a ambas bandas del buque

Bureau Veritas Pt C, Ch4, Sec 14, indica que el material de la conexión será acero y estará diseñada para una presión 1 N/mm^2 , o sea 10 bares.

<i>Description</i>	<i>Dimension</i>
<i>Outside diameter</i>	<i>178 mm</i>
<i>Inside diameter</i>	<i>64 mm</i>
<i>Bolt circle diameter</i>	<i>132 mm</i>
<i>Slots in flange</i>	<i>4 holes, 19 mm in diameter spaced equidistantly on a bolt circle of the above diameter, slotted to the flange periphery</i>
<i>Flange thickness</i>	<i>14,5 mm minimum</i>
<i>Bolts and nuts</i>	<i>4, each of 16 mm diameter, 50 mm in length</i>

Figure 1 - International shore connection



Bocas contraincendios

El reglamento , en el artículo 6, nos indica en la siguiente tabla, el número mínimo de bocas de incendio a instalar en un buque con FIFI I (estudiado en el apartado dedicado a contraincendios exterior); comprobaremos la exigencia del SOLAS para adaptar nuestro buque a ambas normativas:

fire-fighting ship E	fire-fighting ship 1	fire-fighting ship 2	fire-fighting ship 3
4 at each side	4 at each side	8 at each side	8 at each side (1)
(1) May be increased to 10 hydrants at each side, depending on the ship's length.			

La mitad de las requeridas, pueden instalarse en la cubierta principal.

Cuando las bocas son suministradas por la misma bomba que la de los monitores, se deberá reducir la presión de dichas bocas para permitir un manejo seguro de la manguera por parte de un hombre.

El SOLAS en la regla 10, 2.1.5 dice que el número y la distribución de las bocas contra incendios serán tales que por lo menos dos chorros de agua que no procedan de la misma boca contra incendios, uno de ellos lanzado por una manguera de una sola pieza, puedan alcanzar cualquier parte del buque normalmente accesible a los pasajeros o a la tripulación mientras el buque navega y cualquier punto de cualquier espacio de carga cuando éste se encuentre vacío.

Convenimos instalar 9 bocas:

- 2 en cámara de máquinas
- 2 en la cubierta inferior
- 4 en la cubierta principal
- 1 en el puente de gobierno

Se instalarán bocas de incendio equipadas (BIE), que son equipos de extinción de incendios semi-móviles, que permiten transportar agua desde un punto fijo de la red de abastecimiento de agua, hasta fuegos situados a 25 metros. Está compuesta por un armario, soporte de manguera, válvula de corte, manguera, racores de conexión, lanza y boquilla.

Al instalar un modelo de 45 mm, cumplimos también lo establecido por la Sociedad de Clasificación para el FIFI I, que dice que será entre 45-70 mm el diámetro, como se indica más adelante en lo referido a contra incendios exterior



La norma UNE-EN 671 en el 10.2 “Resistencia a la rotura” establece lo siguiente:

Durante los ensayos realizados sin manguera, las bocas de incendio equipadas no se deben romper a presiones inferiores a la presión mínima de rotura que establece la siguiente tabla:

Tabla 3
Presiones de servicio, de ensayo y mínima de rotura para las bocas de incendio equipadas

Diámetro nominal de la manguera (mm)	Presión de servicio (MPa)	Presión de ensayo (MPa)	Presión mínima de rotura (MPa)
19	1,2	1,8	3,0
25	1,2	1,8	3,0
33	0,7	1,05	1,75

Aunque esta tabla no contiene el diámetro de manguera de 45 mm que nosotros instalamos, calculamos una presión de servicio para la nuestra de 0,5 MPa, es decir:

Presión de servicio = 5 bares

El SOLAS exige para buques de carga de menos de arqueado bruto inferior a 6000, una presión de $0,25 \text{ N/mm}^2 = 2,5 \text{ bares}$

Cálculo del caudal en la lanza según la norma EN 671

La norma EN 671-1 (10.3) establece que: “Durante los ensayos realizados en la boca de incendio equipada de acuerdo con el apartado E 4.1, los caudales mínimos en las posiciones de chorro compacto y de pulverización no deben ser inferiores a los valores que establece la tabla 4:

Tabla 4
Caudal mínimo y coeficiente K mínimo en función de la presión

Diámetro del orificio de la lanza-boquilla o diámetro equivalente (mm)	Caudal mínimo Q (l/min)			Coeficiente K (véase la nota)
	$P = 0,2 \text{ MPa}$	$P = 0,4 \text{ MPa}$	$P = 0,6 \text{ MPa}$	
4	12	18	22	9
5	18	26	31	13
6	24	34	41	17
7	31	44	53	22
8	39	56	68	28
9	46	66	80	33
10	59	84	102	42
12	90	128	156	64

NOTA – El caudal Q a la presión P se obtiene por la ecuación $Q = K \sqrt{10 P}$ donde Q se expresa en litros/minuto y P en megapascales.

Realizando los cálculos para $P = 0,6 \text{ MPa}$ y $K = 64$:

$$Q_{\frac{l}{min}} = 64 \times \sqrt{10 \times 0,6 MPa} = 156,76 l/m = 9,4 m^3/h$$

Al utilizarse dos lanzas:

$$Q = 18,8 m^3/h = 5,22 \times 10^{-3} m^3/s$$

Extintores

Dice el SOLAS que los espacios de alojamiento y de servicio y los puestos de control, estarán provistos de un tipo apropiado y en número suficiente a juicio de la Administración. En los buques de arqueo bruto igual o superior a 1000, el número de extintores portátiles no será inferior a cinco.

Se situarán en la entrada del espacio al que se destine.

No habrá extintores de anhídrido carbónico

Se proveerán cargas de respeto para el 100% de los 10 primeros extintores.

Se instalarán los siguientes extintores:

- CO₂ → 2 en cámara de máquinas y 1 en puente de gobierno.
- Polvo ABC → En zonas de acomodación. 2 en cubierta inferior y 2 en cubierta principal.
- Polvo BC → 1 en cada local de los azimutales.

Nº Total de extintores → 8

Bombas

Nº de bombas: Para buques de carga de arqueo bruto inferior a 1000, al menos dos bombas motorizadas, una de las cuales será de accionamiento independiente.

Puede emplearse como bombas contraincendios las bombas de agua sanitaria, lastre, sentinas y de servicios generales.

Nº bombas = 2+1 de emergencia

Caudal:

$$Q_T \geq \frac{4}{3} \times Q_S, \text{ máx. } 180 m^3/h$$

Donde:

Q_T = Caudal total de las bombas contraincendios, excluida la de emergencia m^3/h .

Q_S = Caudal unitario de las bombas de sentinas m^3/h .

El caudal de las bombas de sentinas, calculado anteriormente es:

$$Q_S = 23,89 m^3/h$$

Por tanto, tendremos un valor de Q_T :

$$Q_T = 31,85 \text{ m}^3/\text{h}$$

Pero el SOLAS nos exige una capacidad mínima por bomba:

Capacidad mínima de una bomba:

$$Q_{\text{mín}} = 0,8 \times \frac{Q_T}{N} \quad , \text{mín } 25 \text{ m}^3/\text{h}$$

Donde :

Q_T = Caudal total de las bombas contraincendios, excluida la de emergencia m^3/h .

$Q_{\text{mín}}$ = Caudal mínimo de las bombas contraincendios m^3/h .

N = N° de bombas contraincendios excluida la de emergencia.

En nuestro caso:

$$Q_{\text{mín}} = 12,74 \text{ m}^3/\text{h}$$

Como el valor calculado es inferior al mínimo exigido de $25 \text{ m}^3/\text{h}$, será este último el que tomaremos para dimensionar la bomba.

Una vez establecido el caudal, calcularemos la presión mínima que tendrá que suministrar la bomba, ya que a la presión de 5 bares en las bocas de incendios, habrá que sumarle la necesaria para elevar el agua hasta la cubierta más alta en la que dispusiésemos bocas, más las pérdidas de carga que se produzcan.

Para los cálculos anteriores, necesitaremos obtener previamente el diámetro de la tubería, que se calcula más adelante.

Bomba de emergencia

La regla 10, (2.2.3.1) del SOLAS establece que en buques de carga, si un incendio declarado en un compartimento cualquiera puede inutilizar todas las bombas, habrá otro medio consistente en una bomba contraincendios de emergencia que cumpla lo dispuesto en el Código de sistemas de seguridad contraincendios y con su fuente de energía y conexión al mar situadas fuera del espacio donde se encuentran las bombas contraincendios principales o sus fuentes de energía.

En cuanto a la bomba de emergencia, el SOLAS, Capítulo II-2, Parte C, Regla 10.2 MSC. 98(73), Capítulo 12, 2.2.1.1

Caudal

$$Q_{\text{mínimo}} = 0,4 \times Q_T$$

Buques de carga < 2000GT Mínimo $\rightarrow 15 \text{ m}^3/\text{h}$

Donde:

Q_T = Caudal total de las bombas contraincendios, excluida la de emergencia m^3/h .

$Q_{mínimo}$ = Caudal mínimo de las bombas contraincendios m^3/h

Diámetro del colector

El diámetro será suficiente para un caudal de agua de $140 m^3/h$, siendo $v = 2 m/s$

$$Q \text{ m}^3/s = v \text{ m/s} \times \frac{\pi \times d^2 \text{ m}}{4}$$

Operando:

$d_{\text{colector}} = 0,158 \text{ m} = 158 \text{ mm}$

Diámetro tubería:

Partiendo de la siguiente fórmula:

$$Q \frac{m^3}{s} = v \text{ m/s} \times \frac{\pi \times d^2 \text{ m}}{4}$$

Si tomamos una velocidad de $6 m/s$:

$d = 43,35 \text{ mm}$

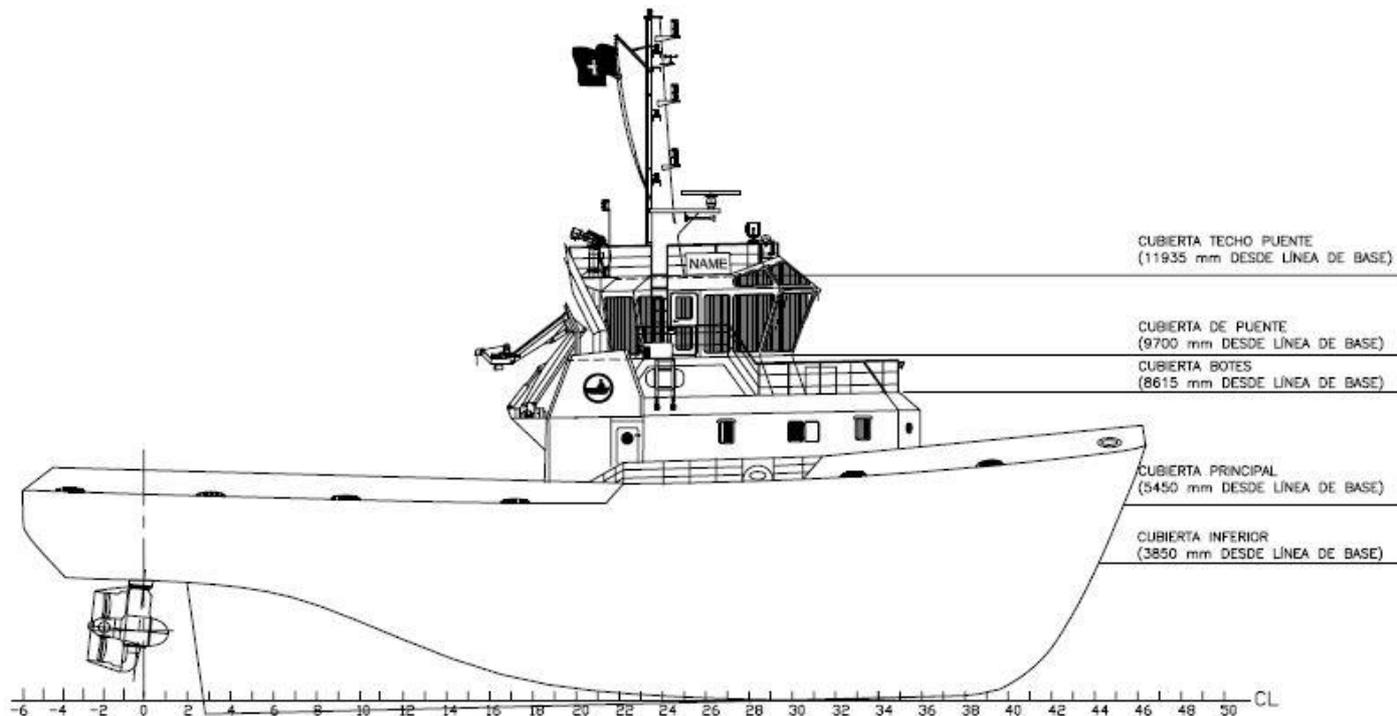
Escogeríamos entre los diámetros comerciales:

TUBOS O. D (DIÂMETRO EXTERNO)								
Diám.	Esp. 1,00 Kg/m	Esp. 1,20 Kg/m	Esp. 1,50 Kg/m	Esp. 2,00 Kg/m	Esp. 2,77 Kg/m	Esp. 3,00 Kg/m	Esp. 3,50 Kg/m	Esp. 4,00 Kg/m
12,70	0,29	0,35	0,42	-	-	-	-	-
15,87	0,37	0,44	0,54	-	-	-	-	-
19,05	0,45	0,54	0,66	0,85	-	-	-	-
22,22	0,53	0,63	0,78	1,01	-	-	-	-
25,40	0,61	0,73	0,90	1,17	-	-	-	-
31,75	0,77	0,92	1,14	1,49	2,01	-	-	-
38,10	0,93	1,11	1,37	1,81	2,45	2,64	-	-
44,45	1,09	1,30	1,61	2,13	2,89	3,11	3,60	-
50,80	1,25	1,49	1,85	2,44	3,33	3,59	4,14	-
63,50	1,57	1,87	2,33	3,08	4,21	4,54	-	-
76,20	88	2,25	2,81	3,72	5,09	5,50	6,37	-
101,60	-	-	3,76	4,90	6,85	7,41	8,59	-
127,00	-	-	-	6,26	8,61	9,31	10,82	12,31
152,40	-	-	-	7,53	10,37	11,22	13,04	14,86

Tabela Orientativa

Si escogemos el tubo que tiene un diámetro exterior de 50,8 mm y 3,50 mm de espesor, tendríamos un diámetro interior de 43,8 mm.

Alturas de las cubiertas:



Estando la cubierta del puente a 9700 mm de la línea base y contando con instalar las bocas que situamos más elevadas a una altura de 1400 mm sobre esta cubierta, la bomba necesita elevar el agua a 11100 mm desde la línea base, pero si está instalada en el doble fondo, en la cámara de máquinas, a una altura de 1500 mm, la elevación necesaria será de 9600 mm.

Un método para estimar las pérdidas de carga localizadas consiste en expresarlas en forma de longitud equivalente, es decir, valorar cuántos metros de tubería recta del mismo diámetro producen una pérdida de carga continua que equivale a la pérdida que se produce en el punto singular.

La siguiente tabla muestra las longitudes equivalentes para los distintos accesorios (los diámetros están expresados en mm y las longitudes equivalentes en m):

Diámetro del tubo	25	32	40	50	65	80	100	125	150	200	250	300	350	400	500	600	700
Curva 90°	0,2	0,3	0,4	0,5	0,7	1	1,2	1,8	2	3	5	5	6	7	8	14	16
Codo 90°	0,3	0,4	0,6	0,7	0,9	1,3	1,7	2,5	2,7	4	5,5	7	8,5	9,5	11	19	22
Cono difusor	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Válvula de pie	6	7	8	9	10	12	15	20	25	30	40	45	55	60	75	90	100
Válvula de retención	4	5	6	7	8	9	10	15	20	25	30	35	40	50	60	75	85
V. Compuerta Abierta	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	1	1	1,5	2	2	2	2,5	3	3,5	4	5
V. Compuerta ³ / ₄ Abierta	2	2	2	2	2	2	4	4	6	8	8	8	10	12	14	16	20
V. Compuerta ¹ / ₂ Abierta	15	15	15	15	15	15	30	30	45	60	60	60	75	90	105	120	150

Tabla 5. Pérdidas de carga en accesorios

Realizaremos el cálculo de las pérdidas de carga como si el agua circulase desde la bomba hasta la toma situada en el punto más alto 1,5 m sobre el puente de gobierno), con 3 reducciones, 4 válvulas y 5 codos a 90°. La longitud de la tubería será de 15 m. Diámetro 40 mm

Longitudes equivalentes:

3 reducciones → 3x5 = 15 m

3 válvulas → 3x6 = 18 m

4codos → 4x0,6 = 2,4 m

Tendremos una longitud equivalente total de :

L = 15+15+18+2,4= 50,4 m.

Para calcular las pérdidas de carga, utilizaremos la fórmula de Hazen Williams:

$$P_c = \frac{6,08 \times 10^5 \times L \times Q^{1,85}}{C^{1,85} \times d^{4,87}}$$

Siendo:

P_c = Pérdida de carga en bar

L = Longitud total equivalente

C = Constante que depende del material. (Acero al carbono = 120)

Q = Caudal en l/min= 417 l/min

d = diámetro interior del tubo mm = 43,8 mm

Sustituyendo, obtenemos unas pérdidas de carga de:

$P_c = 3,11 \text{ bar} = 31,72 \text{ mca}$

Por tanto nuestra bomba tendrá una presión de descarga de:

$H_{\text{manométrica}} = 31,72+9,6+50 = 91,32 \text{ mca} = 9 \text{ bares}$

La potencia absorbida por el motor eléctrico, una vez aplicado el margen de seguridad es:

$$Pot_N = 2,05 \text{ Kw}$$

Agua nebulizada

Será el sistema fijo de extinción de incendios dispuesto en la cámara de máquinas.

Es un sistema de protección contra incendios que utiliza partículas muy pequeñas de agua (agua nebulizada). Las pequeñas gotas permiten que el agua nebulizada controle, sofoque y suprima incendios mediante:

- El enfriamiento tanto de la llama como de los gases generados en la combustión
- El desplazamiento de oxígeno por evaporación
- La atenuación del calor radiante con las mismas pequeñas gotas

El uso de protección contra incendios mediante agua nebulizada, comparado con el de sistemas de agentes gaseosos y rociadores tradicionales, ha demostrado poseer ventajas tales como:

- Activación inmediata
- Gran eficacia de protección contra una gran variedad de incendios
- Minimización de daños causados por el agua
- Características respetuosas con el medio ambiente
- Ausencia de problemas de toxicidad

La NFPA 750 define tres umbrales de presión entre las tecnologías de producción de agua nebulizada: sistemas de presión baja, intermedia y alta. Los procedimientos de pruebas rigurosas han demostrado que el agua nebulizada a alta presión ofrece:

- Una mejor penetración en la base del incendio
- Una cobertura superior del volumen protegido
- Un efecto de enfriamiento mejorado debido a que los gases se mezclan mejor y a una tasa elevada de evaporación
- Un sistema con un peso total más bajo
- Un consumo menor de agua (Marioff.com)

El número y la disposición de las boquillas (de un tipo aprobado), asegurarán que el promedio de la distribución eficaz de agua es 5 l/m²/min como mínimo en los espacios protegidos. Se evitará que las boquillas se obturen por impurezas o corrosión.

La bomba alimentará simultáneamente, a la presión necesaria, todas las secciones del sistema en cualquier compartimiento protegido.

Caudal bomba de agua:

$$Q = \frac{60}{1000} \times R \times A$$

Donde:

Q = Caudal bomba de agua m³/h

$R = \text{Capacidad específica } 5 \text{ l/min}\cdot\text{m}^2$

$A = \text{Área del mayor compartimiento a cubrir } \text{m}^2$

En los sistemas automáticos de rociadores, A no será inferior a 280 m^2

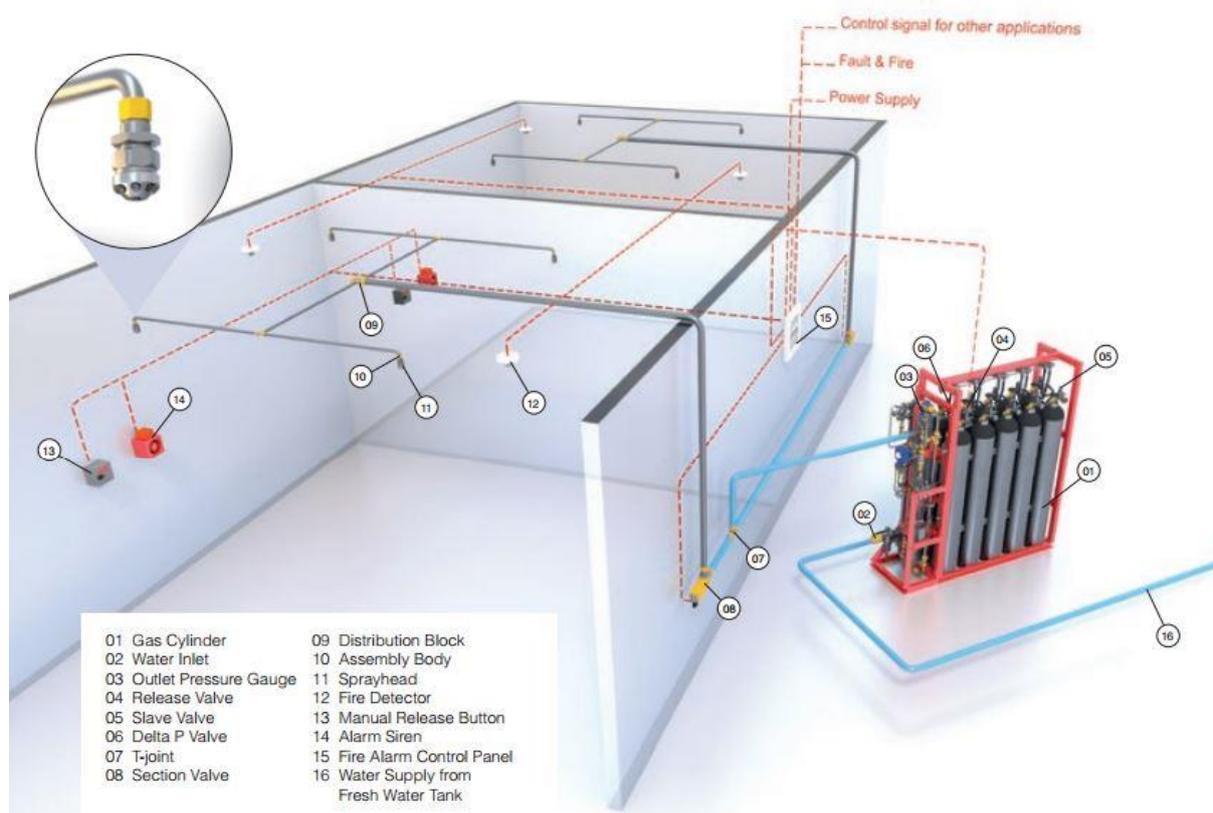
(FSS Code, Capítulo 8-2.3.3.2)

Superficie de nuestra cámara de máquinas = 132 m^2

Al instalar rociadores automáticos, se considerará: $A = 280 \text{ m}^2$

Por tanto:

$Q = 84 \text{ m}^3/\text{h}$



13.2 SERVICIO CONTRAINCENDIOS EXTERIOR

Aún siendo la principal labor del buque el apoyo en tareas de remolque, tendremos que disponer de un equipo contraincendios exterior, como se indica en la RPA, para poder hacer frente a eventuales situaciones en las que se produzcan incendios.

La Sociedad de Clasificación, en nuestro caso Bureau Veritas, indica todo lo necesario, en cuanto a equipos y características del sistema, para alcanzar la nota FIFI I exigida.

En la Part D, Chapter 16, la siguiente tabla indica los requerimientos a cumplir en cuanto a monitores:

Required characteristics	Service notations		
	fire-fighting ship 1	fire-fighting ship 2	fire-fighting ship 3
minimum number of water monitors	2	3	4
minimum discharge rate per monitor (m ³ /h)	1200	2400	1800
minimum number of fire-fighting pumps	1	2	2
minimum total pump capacity (m ³ /h) (1)	2400	7200	9600
length of throw of each monitor (m) (2) (4)	120	150	150
height of throw of each monitor (m) (3) (4)	45	70	70

(1) Where the water monitor pumps are also used for the self-protection water-spraying system, their capacity is to be sufficient to ensure the simultaneous operation of both systems at the required performances.

(2) Measured horizontally from the monitor outlet to the mean impact area.

(3) Measured vertically from the sea level, the mean impact area being at a distance of at least 70 m from the nearest part of the ship.

(4) The length and height of throw are to be capable of being achieved with the required number of monitors operating simultaneously in the same direction.

Se indica en el artículo 2 de este capítulo 16, que los tanques de combustible deben tener capacidad suficiente para operar de manera continua todos los monitores simultáneamente no menos de 24 horas.

Bomba

Como vemos, el reglamento nos obliga a disponer de una bomba con las siguientes características:

$$Q = 2400 \text{ m}^3/\text{h}$$

Se instalarán dos de $Q = 1200 \text{ m}^3/\text{h}$

Cuando también se utiliza la bomba para el sistema de autoprotección por pulverización del agua, en caso de disponerlo, deberá tener capacidad de operar con ambos sistemas a la vez.

Dispondremos dos bombas acopladas a los motores principales por medio de una caja multiplicadora, debido a la diferencia de revoluciones entre bomba y motor.

Para la elección de las bombas, nos decantamos por la casa “Jason”, de sobrada experiencia y cuyos equipos están aprobados por Bureau Veritas:

Classification authority	Monitors	Pumps	Pump capacity m ³ /h	Height of throw (m)	Length of throw (m)	Water jet deflectors	JASON has an offering where tagged
DNV							
Fifi I	2	1-2	2400	45	120	2	✓
Fifi II	3-4	2-4	7200	70	150	2	✓
Fifi II	2	2	7200	110	180	2	✓
Fifi III	4	2-4	9600	70	180	2	✓
Lloyds							
Fifi I	2		2400	45	120		✓
Fifi II	3-4		7200	70	150		✓
Fifi III	4		10000	70	150		✓
ABS							
Fifi I	2	1-2	2400	45	120	2	✓
Fifi II	3-4	2-4	7200	70	150	2	✓
Fifi III	4	2-4	9600	70	150	2	✓
Bureau Veritas							
Fifi I	2	1-2	2400	45	120	2	✓
Fifi II	3-4	2-4	7200	70	150	2	✓
Fifi III	4	2-4	9600	70	150	2	✓
Germanische LI.							
Fifi I							✓
Fifi II							✓
Fifi III							✓

Height of throw should be measured vertically from sea level to mean impact area at a horizontal distance at least 70 m from the nearest part of the vessel

Length of throw should be measured horizontally from the mean impact area to the nearest part of the vessel when all monitors are in satisfactory operation simultaneously. (DNV)

Lloyds, ABS, BV & GL measure requirement of length is horizontally from the monitor outlet to the mean impact area



Escogeremos el modelo OGF 300X400 de esta casa:

OGF 300X400

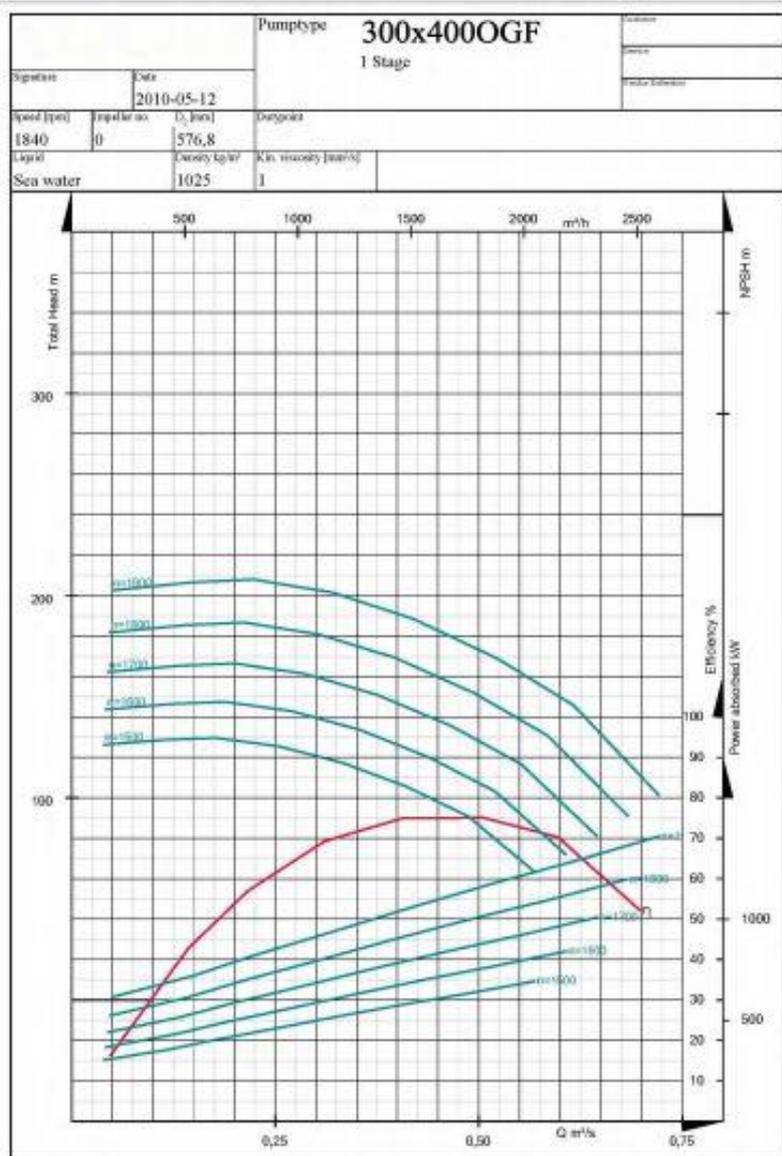
A larger version of the OGF250x350. Single stage, single suction centrifugal pump. Horizontal mounting with end suction or side/bottom suction bends.

Capacity: 1200-2800 m³/h at 1200-1800 rpm
Total head: 110-160 mlc
Materials: Casing in Ni-Al-Bronze or Nodular cast iron
 Impeller in Ni-Al-Bronze
 Shaft in stainless steel
Weight: 600 kg

[Download datasheet](#)

[GA drawings](#)



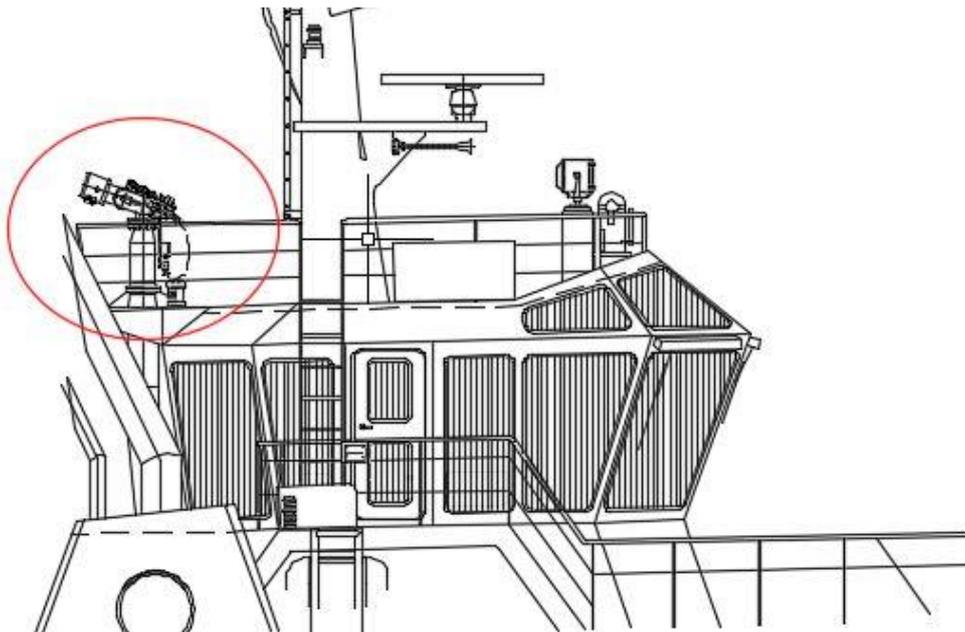


Monitores

El reglamento, en el artículo 3, indica que serán homologados, de construcción robusta y deben ser instalados de manera que puedan soportar las fuerzas que se producen como consecuencia del chorro.

Dispondrán, además de control manual, de un control remoto y podrán ser operados desde un lugar con completa visibilidad.

Los dos monitores irán situados uno a cada banda, en la cubierta del techo del puente de gobierno.



Estas son las características que exige la Sociedad de Clasificación:

Nº monitores = 2

Longitud del chorro en cada monitor = 120 m

Altura del chorro en cada monitor = 45 m

Caudal = 1200 m³/h

Este es el seleccionado:



Model MM612HJF-C-02

FIREFIGHTING



PERFORMANCE DATA (EXAMPLE ONLY)

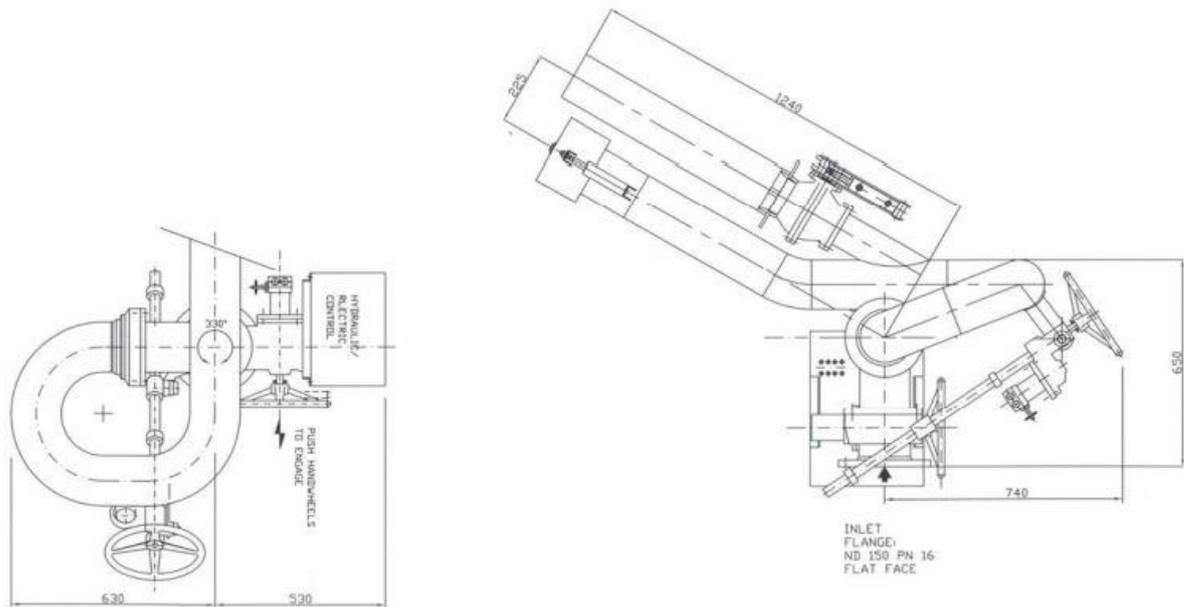
Nominal Capacity: 1200m³/h water and 300m³/h foam

Inlet pressure: 12 bar

Length of jet: 120m with straight water jet
65m with foam branch pipe

Reaction force: 15 kN (max.)

MAIN DIMENSIONS



Tubos

Las líneas que abastecen a los monitores, no deben ser utilizadas para otros servicios excepto el sistema de protección del buque de agua-spray.

Si se alimentan los dos sistemas por la misma bomba, se pueden segregar por medio de una válvula.

En el artículo 3, 3.3.1 la norma dice que en la línea de succión, la velocidad del agua no excederá los 2 m/s y los tramos serán lo más cortos posibles.

Sabiendo que:

$$Q = v \times \text{sección} = v \times \frac{\pi \times d^2}{4}$$

Y siendo $Q = 2400 \text{ m}^3/\text{h}$

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

El diámetro de las tomas de mar, las cuales estarán situadas en la vertical de las bombas, será:

$d_{\text{tomas de mar}} = 652 \text{ mm}$. Lógicamente se instalaría según los diámetros comerciales existentes

Para el cálculo de las líneas que conducen hasta los monitores, establecemos una velocidad de 6 (m/s). Una única línea con un caudal de $2400 \text{ m}^3/\text{h}$ hasta la cubierta donde se sitúan los mismos, la cual se bifurcará en dos, una para cada monitor. El cálculo del diámetro de la tubería a partir de esta bifurcación, se realizará para un caudal de $1200 \text{ (m}^3/\text{h)}$.

Desde la bomba hasta la cubierta en la cual se sitúan los monitores:

$$Q = 2400 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$v = 6 \text{ m/s}$$

Obtenemos, para la tubería que va desde la bomba hasta la bifurcación a los monitores:

$$d_{\text{línea principal}} = 376 \text{ mm}$$

Bifurcación desde la principal hasta cada uno de los monitores

El caudal de los monitores será de $1200 \text{ m}^3/\text{h}$, con lo cual tendremos:

$$Q = 1200 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$v = 6 \text{ m/s}$$

Tendremos, por tanto, un diámetro:

$$d_{\text{línea}} = 266 \text{ mm}$$

Bocas de incendio

Este apartado está detallado en el contraincendios interior. Aquí sólo citamos la exigencia de la Sociedad de Clasificación para alcanzar la FIFI I.

El reglamento, en el artículo 6, nos indica en la siguiente tabla, el número mínimo de bocas de incendio a instalar:

fire-fighting ship E	fire-fighting ship 1	fire-fighting ship 2	fire-fighting ship 3
4 at each side	4 at each side	8 at each side	8 at each side (1)
(1) May be increased to 10 hydrants at each side, depending on the ship's length.			

La mitad de las requeridas, pueden instalarse en la cubierta principal.

Cuando las bocas son suministradas por la misma bomba que la de los monitores, se deberá reducir la presión de dichas bocas para permitir un manejo seguro de la manguera por parte de un hombre.

Mangueras

Igual que el apartado anterior, lo relativo a características y disposición de mangueras en nuestro buque, también está explicado en la parte de contraincendios interior. Con lo adoptado, cumplimos las exigencias de la Sociedad de Clasificación.

Nos dice la norma que será provista una caja con dos mangueras con boquillas (spray/jet) por cada dos bocas de incendio.

El conjunto manguera-boquilla debe ser aprobado por la Sociedad.

Deben tener un diámetro entre 45-70 mm y 20 m de longitud.

Trajes de bomberos

En este cuadro se indica el número de trajes que la Sociedad de Clasificación exige:

fire-fighting ship E	fire-fighting ship 1	fire-fighting ship 2	fire-fighting ship 3
4	4	8	8

Deberán estar estibados en un lugar de fácil acceso.

Los equipos de aire autónomo, prendas de protección y linternas eléctricas deben ser de un tipo aprobado por la Sociedad.

Los equipos de aire autónomo, deben tener una capacidad de aire de al menos 1200 litros.