



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

Trabajo Fin de Grado
CURSO 2017/18

BULKCARRIER NEOPANAMAX 120.000 TPM

Grado en Ingeniería Naval y Oceánica

ALUMNA/O

Diego Carral Amenedo

TUTORAS/ES

Marcos Míguez González

FECHA

JULIO 2018

GRADO EN INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA
TRABAJO FIN DE GRADO

PROYECTO NÚMERO: 18-12

TIPO DE BUQUE: Bulkcarrier tipo “NEOPANAMAX” de 120.000 TPM adaptado a la operación en terminales graneleras del golfo de México y Asia.

CLASIFICACIÓN, COTA Y REGLAMENTOS DE APLICACIÓN: AMERICAN BUREAU OF SHIPPING, SOLAS, MARPOL y EXIGENCIAS DE LA ACP (Autoridad del Canal de Panamá).

CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA: 120.000 T.P.M. grano, mineral, carbón

VELOCIDAD Y AUTONOMÍA: 14 nudos en condiciones de servicio, 85% de MCR + 15% de margen de mar. 12.000 millas a la velocidad de servicio.

SISTEMAS Y EQUIPOS DE CARGA / DESCARGA: Escotillas de accionamiento hidráulico.

PROPULSIÓN: Un motor diesel acoplado a una hélice de paso fijo, motores auxiliares de tipo dual (FUEL-GNL).

TRIPULACIÓN Y PASAJE: 30 tripulantes en camarotes individuales.

OTROS EQUIPOS E INSTALACIONES: Los habituales en este tipo de buques y posibilidad de interconexión del cuadro eléctrico del buque con la corriente de tierra.

Ferrol, 30 Octubre 2017

ALUMNO/A: **D. DIEGO CARRAL AMENEDO**



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

**TRABAJO FIN DE GRADO/MÁSTER
CURSO 2017/18**

BULKCARRIER NEOPANAMAX 120.000 TPM

Grado en Ingeniería Naval y Oceánica

Cuaderno 12

“EQUIPOS Y SERVICIOS”

Indice

1 RPA	2
2 Introducción	7
3 Servicio de Sentinas	8
3.1 Colector Principal de Sentinas	8
3.2 Servicio de Sentinas en Bodegas	10
3.3 Servicio de Sentinas en Cámara de Máquinas.....	11
3.4 Bombas de Achique de Sentinas	11
3.5 Separador de Sentinas	13
3.5.1 Selección del Separador de Sentinas	13
4 Sistema de tratamiento de Residuos.....	15
4.1 Planta de Tratamiento Físico-Químico de Aguas	15
4.2 Incinerador.....	16
5 Equipo de Mantenimiento y Manejo de Carga.....	17
5.1 Grúas de Carga	17
5.2 Grúas de Cámara de Máquinas	17
5.3 Cáncamo de Suspensión	18
5.4 Vigas de rodadura.....	18
5.5 Escotillas de Carga	18
5.6 Mástil del Radar y Señales	19
5.7 Mástil de Proa.....	19
5.8 Elementos de Acceso al Buque.	19
5.8.1 Escala Real	19
5.8.2 Pescantes para las Escalas Reales.....	19
5.8.3 Escala de Práctico y Maniobra.....	19
5.8.4 Ascensor	19
6 Servicio de Lastre	20
6.1 Alarma en Bodegas, Espacios de Lastre y Espacios Secos.....	20
7 Servicio de Baldeo y Contraincendios.....	22
7.1 Presión para el Colector Contraincendios	22
7.2 Bombas contraincendios.....	22
7.3 Bombas Contraincendios de Emergencia	23
7.4 Colector de Contraincendios.....	24
7.5 Mangueras Contraincendios	24
7.6 Sistema contraincendios en Cámara de Máquinas	24

7.7	Extintores de Espuma en Cámara de Máquinas	25
7.8	Sistema de Detección de Incendios	25
7.9	Habilitación	26
7.10	Sistema de Alerta de Protección del Buque	26
8	Dispositivos de Salvamento	27
8.1	Embarcaciones de Supervivencia y Botes Salvavidas	28
8.2	Botes de Rescate	28
8.3	Aros Salvavidas	28
8.4	Chalecos Salvavidas.....	28
8.5	Trajes de Inmersión	28
9	Equipos de Comunicaciones.....	29
9.1	Radiotelegrafía y Radiotelefonía.....	29
9.2	Comunicaciones Exteriores	29
9.3	Comunicaciones Interiores.....	29
10	Equipos de Ayuda a la Navegación.....	31
11	Equipos de Amarre y Fondeo.....	32
11.1	Peso y Dimensiones del Equipo.....	33
11.2	Anclas.....	35
11.3	Caja de cadenas.....	35
11.4	Escobén.....	36
11.5	Estachas y Cables de Remolque	37
11.6	Cálculo del molinete.....	37
11.7	Chigres	41
11.7.1	Chigres de Amarre.....	41
11.7.2	Chigres para maniobra de escalas reales.....	41
11.7.3	Chigres para embarcaciones de supervivencia.....	41
11.8	Líneas y Elementos de Amarre y Remolque	41
12	Equipo de Fonda y Hotel.....	42
12.1	Equipo Frigorífico.....	42
12.1.1	Gambuza Refrigerada.....	42
12.1.2	Frigoríficos.....	43
12.2	Equipo de Cocina y Oficios	43
12.3	Equipo de Lavandería	43
13	Máquinas y Herramientas	44
14	Proyectores y Luces de Navegación	45
15	Servicio de Agua Dulce.....	46

15.1	Generador de Agua Dulce	46
15.2	Agua Dulce no Potable	46
15.3	Agua Potable	46
15.4	Servicio de Agua Caliente	47
16	Ventilación y Aire Acondicionado	48
16.1	Ventilación de la Zona de Carga	48
16.2	Ventilación en la Zona de Acomodación	48
16.3	Ventilación Mecánica en Cámara de Máquinas	50
16.4	Aire Acondicionado y Calefacción	51
16.4.1	Calefacción de tanques	54
17	Anexo 1_Catálogos.....	57

2 INTRODUCCIÓN

En este Cuaderno se presentarán los principales equipos y servicios de nuestro Buque Proyecto.

Las dimensiones y coeficientes de nuestro Buque Proyecto, obtenidas en el Cuaderno 3 “Coeficientes y Plano de Formas”, son las siguientes:

DIMENSIONES, COEFICIENTES y CARACTERÍSTICAS		
Eslora total (LOA)	250	m
Eslora entre perpendiculares (Lpp)	245,5	m
Manga (B)	42,4	m
Calado (T)	14,9	m
Puntal (D)	21,55	m
Desplazamiento (Δ)	142652	Tn
Superficie Mojada (m ²)	16380	m ²
Coeficiente Bloque (Cb)	0,897	
Coeficiente Prismático (Cp)	0,901	
Coeficiente de la Maestra (Cm)	0,996	
Coeficiente de Flotación (Cf)	0,957	
Velocidad (knots)	14	knots
Potencia (kW)	21660	kW

3 SERVICIO DE SENTINAS

El servicio de sentinas tiene como objeto el achique del agua alojada en compartimentos debido a filtraciones. Las aspiraciones del servicio de achique se sitúan lo más a popa posible dentro del compartimento en el que esté localizado, facilitando la descarga del agua ya que el buque suele tener asiento de popa durante la navegación, tal y como puede verse en las condiciones de carga.

El agua asprada se almacena en cámara de máquinas, en el tanque de aguas aceitosas, para posteriormente ser expulsada al mar después de ser tratada en el separador de sentinas.

Los espacios para los que hay que disponer de sistema de achique son:

- Cámara de máquinas
- Cofferdams en cámara de máquinas
- Local del servo
- Bodegas
- Caja de cadenas

El reglamento permite el uso de eyectores hidráulicos o bombas de mano en espacios pequeños mientras que el resto de los espacios estarán conectados al colector principal de sentinas.

3.1 Colector Principal de Sentinas

Recoge todos los achiques procedentes de las distintas bodegas aspirándolos mediante las correspondientes bombas de achique. Estas se calculan según la Sociedad de Clasificación correspondiente, en nuestro caso ABS, apartado 4-6-4/5.3.1.a:

5.3.1(a) Bilge main. The diameter of the main bilge line suction is to be determined by the following equations:

$$d = 25 + 1.68\sqrt{L(B+D)} \text{ mm} \qquad d = 1 + \sqrt{\frac{L(B+D)}{2500}} \text{ in.}$$

where

- d = internal diameter of the bilge main pipe; mm (in.)
 L = scantling length of vessel, as defined in 3-1-1/3.1; m (ft); see also 4-6-4/5.3.1(b)
 B = breadth of vessel, as defined in 3-1-1/5; m (ft)
 D = depth to bulkhead or freeboard deck, as defined in 3-1-1/7.1; m (ft); see also 4-6-4/5.3.1(e).

However, no bilge main suction pipe is to be less than 63 mm (2.5 in.) internal diameter.

Por lo tanto:

$$d = \max\{25 + 1,68 \cdot \sqrt{L \cdot (B + D)}; 63\} \text{ mm}$$

Donde:

d = diámetro interno del colector de sentinas (mm)

Resto de variables son conocidas ya

Sustituyendo:

$$d = \max\{25 + 1,68 \cdot \sqrt{245,5 \cdot (42,4 + 21,55)}; 63\} = \max\{235,5; 63\} \approx 236 \text{ mm}$$

De la siguiente tabla de diámetros comerciales escogemos la tubería apropiada para este diámetro interior mínimo:

Commercial Pipe Sizes and Wall Thicknesses							
Nominal pipe size	Outside diameter (in., mm)	Nominal wall thickness (in., mm)					
		Standard	Sch.40	Extra strong	Sch.80	Sch.160	Double extra strong
1/8 in. 6 mm	0.405 10.287	0.068 1.727	0.068 1.727	0.095 2.413	0.095 2.413	--	--
1/4 in. 8 mm	0.540 13.716	0.088 2.235	0.088 2.235	0.119 3.023	0.119 3.023	--	--
3/8 in. 10 mm	0.675 17.145	0.091 2.311	0.091 2.311	0.126 3.200	0.126 3.200	--	--
1/2 in. 15 mm	0.840 21.336	0.109 2.769	0.109 2.769	0.147 3.734	0.147 3.734	0.188 4.775	0.294 7.468
3/4 in. 20 mm	1.050 26.670	0.113 2.870	0.113 2.870	0.154 3.912	0.154 3.912	0.219 5.563	0.308 7.823
1 in. 25 mm	1.315 33.401	0.133 3.378	0.133 3.378	0.179 4.547	0.179 4.547	0.250 6.350	0.358 9.903
1 1/4 in. 32 mm	1.660 42.164	0.140 3.556	0.140 3.556	0.191 4.851	0.191 4.851	0.250 6.350	0.382 9.703
1 1/2 in. 40 mm	1.900 48.260	0.145 3.683	0.145 3.683	0.200 5.080	0.200 5.080	0.281 7.137	0.400 10.160
2 in. 50 mm	2.375 60.325	0.154 3.912	0.154 3.912	0.218 5.537	0.218 5.537	0.344 8.738	0.436 11.074
2 1/2 in. 65 mm	2.875 73.025	0.203 5.156	0.203 5.156	0.276 7.010	0.276 7.010	0.375 9.525	0.552 14.021
3 in. 80 mm	3.500 88.900	0.216 5.486	0.216 5.486	0.300 7.620	0.300 7.620	0.438 11.125	0.600 15.240
3 1/2 in. 90 mm	4.000 101.600	0.226 5.740	0.226 5.740	0.318 8.077	0.318 8.077	--	--
4 in. 100 mm	4.500 114.300	0.237 6.020	0.237 6.020	0.337 8.560	0.337 8.560	0.531 13.487	0.674 17.120
5 in. 125 mm	5.5.63 141.300	0.258 6.553	0.258 6.553	0.375 9.525	0.375 9.525	0.625 15.875	0.750 19.050
6 in. 150 mm	6.625 168.275	0.280 7.112	0.280 7.112	0.432 10.973	0.432 10.973	0.719 18.263	0.864 21.946
8 in. 200 mm	8.625 219.075	0.322 8.179	0.322 8.179	0.500 12.700	0.500 12.700	0.906 23.012	0.875 22.225
10 in. 250 mm	10.750 273.050	0.365 9.271	0.365 9.271	0.500 12.700	0.594 15.088	1.125 28.575	1.000 25.400
12 in. 300 mm	12.750 323.850	0.375 9.525	0.406 10.312	0.500 12.700	0.688 17.475	1.312 33.325	1.000 25.400
14 in. 350 mm	14.000 355.600	0.375 9.525	0.438 11.125	0.500 12.700	0.750 19.050	1.406 35.712	--
16 in. 400 mm	16.000 406.400	0.375 9.525	0.500 12.700	0.500 12.700	0.844 21.438	1.594 40.488	--
18 in. 450 mm	18.000 457.200	0.375 9.525	0.562 14.275	0.500 12.700	0.938 23.825	1.781 45.231	--
20 in. 500 mm	20.000 508.000	0.375 9.525	0.594 15.088	0.500 12.700	1.031 26.187	1.969 50.013	--
22 in. 550 mm	22.000 558.800	0.375 9.525	--	0.500 12.700	1.125 28.575	2.125 53.975	--
24 in. 600 mm	24.000 609.600	0.375 9.525	0.688 17.475	0.500 12.700	1.219 30.963	2.344 59.538	--

These pipe sizes and wall thicknesses are according to ANSI B36.10.

Entonces escogemos el siguiente:

$$\varnothing_{\text{Nominal}} = 250 \text{ mm} \quad \varnothing_{\text{Exterior}} = 273,05 \text{ mm} \quad \varnothing_{\text{Interior}} = 263,78 \text{ mm}$$

$$\text{Espesor} = 9,271 \text{ mm}$$

3.2 Servicio de Sentinas en Bodegas

Se dispondrán dos aspiraciones en cada bodega, una en cada banda, provistas de cestillo y válvula de no retorno. Irán colocadas lo más cerca posible del mamparo de popa de la bodega.

Para obtener el diámetro de los ramales a las biodegas debemos emplear la expresión del apartado 4-6-4/5.3.1.d :

5.3.1(d) Bilge branch. The diameter of the bilge branch suction for a compartment is to be determined by the following equation. If the compartment is served by more than one branch suction, the combined area of all branch suction pipes is not to be less than the area corresponding to the diameter determined by the following equations:

$$d_B = 25 + 2.16\sqrt{c(B+D)} \text{ mm} \quad d_B = 1 + \sqrt{\frac{c(B+D)}{1500}} \text{ in.}$$

where

$$d_B = \text{internal diameter of the bilge branch pipe; mm (in.)}$$

$$c = \text{length of the compartment; m (ft)}$$

However, no branch suction pipe needs to be more than 100 mm (4 in.) internal diameter, nor is to be less than 50 mm (2 in.) internal diameter, except that for pumping out small pockets or spaces, 38 mm (1.5 in.) internal diameter pipe may be used.

Entonces:

$$d_B = \max\{25 + 2,16 \cdot \sqrt{c \cdot (B + D)}; 50\} \text{ mm}$$

Donde:

$$d_B = \text{diámetro interno del ramal (mm)}$$

$$c = \text{eslora del compartimento} = 28 \text{ m}$$

Resto de variables son conocidas ya

Sustituyendo:

$$d = \max\{25 + 2,16 \cdot \sqrt{28 \cdot (42,4 + 21,55)}; 50\} = \max\{91,4; 63\} \approx 92 \text{ mm}$$

Por lo tanto escogemos:

$$\varnothing_{\text{Nominal}} = 90 \text{ mm} \quad \varnothing_{\text{Exterior}} = 101,6 \text{ mm} \quad \varnothing_{\text{Interior}} = 95,86 \text{ mm}$$

$$\text{Espesor} = 5,74 \text{ mm}$$

3.3 Servicio de Sentinas en Cámara de Máquinas

Empleamos la misma expresión que en el apartado anterior a diferencia de que ahora la eslora del compartimento es la correspondiente a la cámara de máquinas, pero como esta es de 28 m el resultado será el mismo:

$$d = \max\{25 + 2,16 \cdot \sqrt{28 \cdot (42,4 + 21,55)}; 50\} = \max\{91,4; 63\} \approx 92 \text{ mm}$$

Igual que en el caso anterior:

$$\varnothing_{\text{Nominal}} = 90 \text{ mm} \quad \varnothing_{\text{Exterior}} = 101,6 \text{ mm} \quad \varnothing_{\text{Interior}} = 95,86 \text{ mm}$$

$$\text{Espesor} = 5,74 \text{ mm}$$

3.4 Bombas de Achique de Sentinas

Para dimensionar estas bombas debemos tener presente la siguiente reglamentación:

- Regla 21 del Capítulo II-1 del SOLAS, disposición del circuito de achique, que viene a decir que habrá como mínimo 2 bombas, de las cuales una de ellas puede estar accionada por las máquinas propulsoras.

El apartado 4-6-4/5.3.2 del ABS nos permite calcular el caudal mínimo de las bombas de achique:

5.3.2 Bilge Pump Capacity

When only two bilge pumps are fitted, each is to be capable of giving a speed of water through the bilge main required by 4-6-4/5.3.1(a) of not less than 2 m (6.6 ft) per second. The minimum capacity Q of the required bilge pump may be determined from the following equation:

$$Q = \frac{5,66d^2}{10^3} \text{ m}^3/\text{hr} \qquad Q = 16,1d^2 \text{ gpm}$$

where

$$d = \text{the required internal diameter, mm (in.), of the bilge main as defined in 4-6-4/5.3.1(a).}$$

When more than two pumps are connected to the bilge system, their arrangement and aggregate capacity are not to be less effective.

Por lo tanto:

$$Q = \frac{5,66 \cdot d^2}{10^3} \left[\frac{\text{m}^3}{\text{h}} \right]$$

Donde:

$$d = \text{diámetro interior del colector principal} = 263,78 \text{ mm}$$

Sustituyendo:

$$Q = \frac{5,66 \cdot 263,78^2}{10^3} = 393,82 \approx 395 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

Teniendo en cuenta que la velocidad mínima reglamentaria del fluido en dicho sistema es de 2 m/s, comprobamos si se cumple esta condición con la bomba y los diámetros escogidos:

$$v = \frac{Q}{\frac{\pi \cdot d^2}{4}} \cdot \frac{1}{3\,600} = 2,008 \text{ m/s}$$

Cumplimos con el requerimiento por lo que se instalarán 2 bombas centrífugas con sistema de autocebado incorporado de $200 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$ y una presión de 2,7 bar.

Para calcular la potencia de las bombas de achique utilizamos la siguiente expresión:

$$P = \frac{Q \left(\frac{\text{m}^3}{\text{h}} \right) \cdot P(\text{bar}) \cdot 10\,000}{3\,600 \cdot \eta_b \cdot \eta_m \cdot 75} = \frac{200 \cdot 2,7 \cdot 10\,000}{3\,600 \cdot 0,71 \cdot 0,905 \cdot 75} = 31,12 \text{ CV} \approx 22,9 \text{ kW}$$

Los rendimientos empleados son los marcados en las siguientes tablas:

BOMBAS DE HUSILLO		BOMBAS CENTRIFUGAS	
CAUDAL (m ³ /h)	RENDIMIENTO	CAUDAL (m ³ /h)	RENDIMIENTO
>250	0.50	>500	0.77
200-250	0.49	300-500	0.75
125-200	0.48	100-300	0.71
60-125	0.47	30-100	0.65

BOMBAS DE HUSILLO		BOMBAS CENTRIFUGAS	
30-60	0.46	2-30	0.60
10-30	0.45	<2	0.40
5-10	0.44		
1.5-5	0.42		
0.3-1.5	0.41		

Rendimientos eléctricos:

POTENCIA EJE (C.V.)	RENDIMIENTO
>60	0.920
40-60	0.910
30-40	0.905
20-30	0.900
10-20	0.880
7.5-10	0.860
5-7.5	0.830
2-5	0.800
<2	0.730

Adicionalmente se dispondrá de una tercera bomba de emergencia de igual capacidad y características que las anteriores.

3.5 Separador de Sentinas

La reglamentación prohíbe cualquier descarga al mar por lo que será necesario separar el aceite del agua para poder descargar esta última al mar mientras que los aceites resultantes se almacenarán en el tanque de lodos.

Para separar el aceite o combustible del agua de sentinas antes de arrojarla al mar se dispone de un separador de sentinas el cuál posibilitará que el agua de sentinas contenga menos de 15 ppm de hidrocarburos.

La reglamentación que regula las características del separador de sentinas es la siguiente:

- MARPOL 73/78/90
- El separador de sentinas debe ser certificado de acuerdo con: IMO resolución MEPC 60(33)

Tal y cómo se especifica en las reglas 14, 15, 16 y 17 de MARPOL, acerca del Sistema de vigilancia y control de descargas de hidrocarburos y equipo filtrador de hidrocarburos, todo buque de arqueo bruto igual o superior a 400 toneladas, pero inferior a 10000 toneladas, llevará un equipo filtrador de hidrocarburos.

Todo buque de arqueo bruto igual o superior a 10000 toneladas irá provisto de equipo filtrador de hidrocarburos y de medios de alarma y detención automática de toda descarga de mezclas oleosas si el contenido de hidrocarburos en el efluente excede de 15 partes por millón.

El equipo filtrador de hidrocarburos estará concebido de modo que el contenido de hidrocarburos de cualquier mezcla oleosa que se descargue en el mar después de pasar por el sistema no exceda de 15 partes por millón. Estará dotado de medios de alarma para indicar que tal proporción no va a ser rebasada. El sistema estará también provisto de medios adecuados para que toda descarga de mezclas oleosas se detenga automáticamente si el contenido de hidrocarburos del efluente excede de 15 partes por millón.

Por otro lado, según la Resolución MEPC 60(33) aprobada el 30 de octubre de 1992 (Directrices y especificaciones relativas al equipo de prevención de la contaminación para las sentinas de los espacios de máquinas de los buques), el equipo de prevención de la contaminación instalado comprende un filtrador de hidrocarburos (15 ppm); y una alarma de sentina de 15 ppm.

El equipo filtrador de hidrocarburos puede incluir cualquier combinación de separador, filtro y coalescedor, y también una sola unidad destinada a producir un efluente con un contenido de hidrocarburos no superior a 15 ppm.

3.5.1 Selección del Separador de Sentinas

Según lo especificado con anterioridad el separador de sentinas ha de estar convenientemente homologado. Por tanto se dispone de un separador de sentinas a bordo con una capacidad de tratamiento de 5000 litros por hora.

Los residuos se envía al tanque de lodos, donde se almacenarán hasta su recogida, generalmente en instalaciones adecuadas para ello, habilitadas en los puertos.

El separador vendrá equipado con dos bombas de 1,1 Kw cada una, que bombearán el agua de sentinas después de ser tratada. Estas bombas serán instaladas en paralelo ya que de este modo pueden funcionar ambas a la vez o en caso de fallo sólo una quedando la otra en “stand-by”, además de una alarma que se accionará cuando las partes por millón de descarga estén por encima de 15.

De entre las diferentes opciones comerciales que disponemos se selecciona el modelo "OWSAN-5" con la capacidad mencionada anteriormente de 5000 l/h. Su catálogo se encuentra en el **Anexo 1_Catálogos**. Este separador tiene un consumo eléctrico de 1,5 Kw sin calentadores y 3,75 Kw con calentadores.



4 SISTEMA DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS

Teniendo en cuenta la Regla 9 del Anexo V de MARPOL (Reglas para prevenirla contaminación por las basuras de los buques) todo buque de arqueo bruto igual o superior a 400 toneladas y todo buque que esté autorizado a transportar 15 personas o más, tendrá un plan de gestión de basuras que la tripulación deberá cumplir.

Dicho plan incluirá procedimientos escritos para la recogida, el almacenamiento, el tratamiento y la evacuación de basuras, incluida la manera de utilizar el equipo de a bordo. También se designará en él a la persona encargada de su cumplimiento.

Por otro lado, tal y cómo se especifica en la Regla 9 (Sistemas de tratamiento de aguas sucias), Capítulo 3 (Equipo y control de las descargas) Anexo IV de MARPOL, el buque estará equipado con uno de los siguientes sistemas de tratamiento de aguas sucias:

- Instalación de tratamiento de aguas sucias.
- Sistema para desmenuzar y desinfectar las aguas sucias dotado de medios que permitan almacenar temporalmente las aguas sucias cuando el buque esté a menos de 3 millas marinas de la tierra más próxima.
- Tanque de retención que tenga capacidad suficiente, para retener todas las aguas sucias, habida cuenta del servicio que presta el buque, el número de personas a bordo y otros factores pertinentes. El tanque de retención estará dotado de medios para indicar visualmente la cantidad del contenido.

Por lo que en nuestro buque se optará por implantar una planta de tratamiento de aguas por decantación físico-química, así como una incineradora para lodos y residuos sólidos.

4.1 Planta de Tratamiento Físico-Químico de Aguas

El objetivo de esta planta es depurar tanto aguas grises como negras mediante procesos físico-químicos que tienen lugar en dos tanques. Esta planta se compone fundamentalmente de dos tanques de decantación, bombas para el movimiento de los fluidos y tuberías de canalización.

En este proceso el agua llega al primer tanque, que está dividido en tres secciones para favorecer las superficies de contacto y de esta forma decantar los lodos hacia el fondo del tanque por diferencia de densidades.

Una bomba transfiere el agua del primero al segundo tanque añadiendo en este recorrido, coagulante para que cuando llegue al segundo de los tanques, el lodo se deposite en el fondo. El coagulante no hace más que unir las pequeñas partículas de lodo en suspensión hasta que por su peso decanten en el fondo del tanque.

Esto ocurre en la primera sección del segundo tanque; una vez depurada el agua pasa a la segunda sección en donde se favorece el proceso químico que consiste en la adición de cloro para eliminar cualquier posible resto orgánico que todavía permaneciese en el agua.

Los lodos se evacúan del fondo de los dos tanques por medios de bombas para su posterior incineración. De los distintos equipos comerciales se selecciona la planta “DELTA STPN-630” de la marca DETEGASA. Esta planta está diseñada para 30 personas y permite el

tratamiento de 6 300 l/día, estando pensada especialmente para reducir la huella de contaminación mientras se realiza el tratamiento de aguas grises y negras. El consumo total eléctrico de la planta es aproximadamente de 4 kW.

El catálogo del producto se encuentra en el **Anexo 1_Catálogos**.

4.2 Incinerador

El incinerador se utiliza para quemar lodos o materia sólida orgánica, así como otros residuos sólidos.

En el incinerador se pueden distinguir una cámara de combustión, sistemas de alimentación de materia sólida, de alimentación de lodos, de fuel oil y un sistema de inyección de aire en la cámara de combustión.

Dependiendo del poder calorífico del combustible (lodos y sólidos) puede ser no necesario el alimentar la incineradora continuamente con fuel-oil. En la incineradora pueden alcanzarse hasta unos 1 200°C por lo que es una fuente de aprovechamiento del calor de los gases de combustión. Así mismo, el incinerador posee un sistema de control basado en la introducción de más o menos materia orgánica dependiendo del valor de temperatura alcanzada.

Una vez más escogemos un equipo de la firma DETEGASA, en este caso el modelo seleccionado es el IRA-10. El catálogo comercial de este modelo se encuentra en el **Anexo 1_Catálogos**.

La máxima capacidad de incineración está en torno a 13 l/h de lodos y 25 kg/h de basura sólida. El consumo eléctrico de este equipo está en el entorno de 6 kW.

5 EQUIPO DE MANTENIMIENTO Y MANEJO DE CARGA

5.1 Grúas de Carga

Nuestro buque no contará con grúas propias para el proceso de carga y descarga, este se realizará mediante las instalaciones de cada puerto que toque.

5.2 Grúas de Cámara de Máquinas

Para desmontaje y mantenimiento del motor principal se dispone de un puente grúa en cámara de máquinas. Se seleccionará una grúa tipo Double - Jib Crane con capacidad de elevación de 8 Tn, para cumplir lo especificado en la Project Guide de nuestro motor principal:

17.1.4 Crane requirements

- An overhead travelling crane is to be provided for normal engine maintenance. (Crane capacity see table 17.1.1.)
- The crane is to conform to the requirements of the classification society.

As a general guidance Winterthur Gas & Diesel Ltd. recommends a two-speed hoist with pendant control, allowing to select high or low speed, i.e. high speed 6.0 m/minute, low speed 0.6-1.5 m/minute.

Engine dimensions and masses

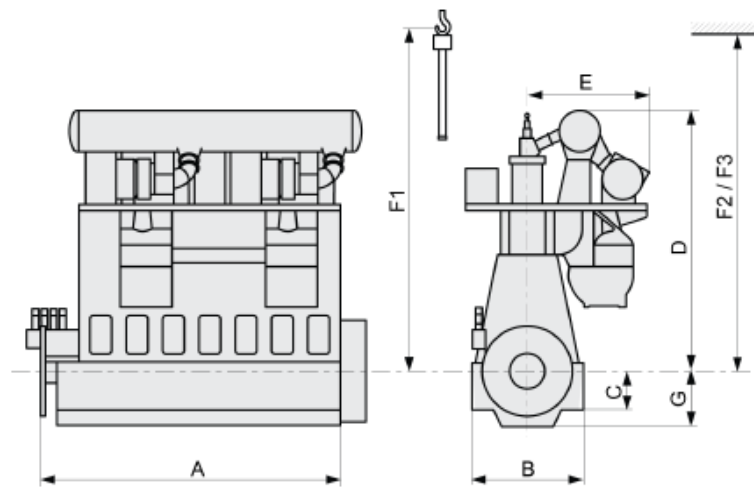


Fig 17.1.1 Engine dimensions

No. cyl.	Dimensions in mm with a tolerance of approx. ±10 mm									Net engine mass *1) [tonnes]
	A	B	C	D	E	F1	F2	F3	G	
4	6791									407
5	8083									481
6	9375	4780	1575	11091	4342	13560	13560	12580	2455	561
7	10667									642
8	11959									716
Min. crane capacity: 7500 kg										
*1) without oil/water E: dimension depends on turbocharger type F1: min. height for vertical removal of piston F2: min. height for vertical removal with double-jib crane F3: min. height for tilted removal with double-jib crane - Net engine mass estimated according to nominal dimensions given in drawings, including turbocharger and SAC, piping and platforms										

Esto nos indica las alturas necesarias para la instalación de la grúa, a medir desde el eje del cigüeñal, para asegurarnos que será operativa a la hora de desmontar cualquier parte de nuestro motor principal.

5.3 Cáncamo de Suspensión

Para desmontaje y elevación de las bombas y otros aparatos se dispondrán los cáncamos de suspensión necesarios, reforzándose las plataformas si fuese preciso. Se instalarán también cáncamos para el manejo de timones y hélices.

5.4 Vigas de rodadura

Se dispondrán de vigas de rodadura con carros de aparejo por encima de los diésel generadores, purificadoras y en cualquier otro sitio que se precise necesario. Se dispondrán también para realizar el desmontaje del eje de cola, junto con un aparejo adecuado.

5.5 Escotillas de Carga

El buque dispone de 7 bodegas por lo que cada bodega contará con una escotilla para carga y descarga del tipo “SIDE ROLLING”, de accionamiento hidráulico. Las tapas de escotillas seleccionadas serán MacGregor, de las siguientes dimensiones para las bodegas B7 hasta B2:

- Eslora: 19,5 m
- Manga 23,8 m
- Altura brazolas: 3 m

La tapa de la bodega B1, por ser esta algo más reducida al ser la bodega más a proa, contará con una tapa de escotilla tal que:

- Eslora: 17 m
- Manga 17,8 m
- Altura brazolas: 3 m

Las tapas de escotillas “SIDE ROLLING” están constituidas por dos paneles provistos de ruedas para desplazarse sobre unas pistas de rodadura dispuestas en los laterales de las brazolas. Estas pistas de rodadura se prolongan permitiendo que la totalidad del panel salga fuera de la abertura de la escotilla, dejando libre esta. La operación de cierre consistirá en invertir el proceso de apertura.

Las escotillas han de ser estancas con el objeto de cumplir con lo prescrito en “Convenio Internacional sobre Líneas de Carga del año 1966” para buques de clase “B” tal y cómo ya se estableció en el cuaderno N°9 correspondiente al cálculo de francobordo.

El sistema de estanqueidad empleado serán juntas de neopreno que ajustan contra una pletina de cabeza y la correspondiente barrera secundaria de drenaje, además este sistema se compensa con el cierre entre tapa y brazola mediante un bastidor, suspendido de la tapa mediante un fuelle de neopreno que se aproxima a la brazola mediante unos resortes. Con este sistema se consigue estanqueidad en la tapa de escotilla a pesar de las deformaciones que puedan producirse en la brazola.

Encima de las tapas de las escotillas se dispondrán conductos de ventilación de tipo telescópico, lo que permitirá la ventilación natural de las bodegas de carga.

La maniobra de las escotillas será hidráulica con control independiente para cada una de las escotillas y, por medio de piñón y cremallera. Este sistema consiste en un piñón movido por un motor hidráulico de baja velocidad y alto par, fijo a la brazola, que engrana en una cremallera que va fijada a la tapa de escotilla.

El desplazamiento de las mismas se hará mediante un servicio hidráulico, formado por dos bombas de 15 CV cada una, y un tanque de aceite de 300 litros. La potencia eléctrica de la planta será:

$$P = \frac{15 \cdot 0,736}{0,7 \cdot 0,9} = 17,5 \text{ kW}$$

5.6 Mástil del Radar y Señales

Sobre el techo del puente de gobierno se dispone de un mástil de acero con plataforma para soporte del equipo radar, luces de situación, verga para driza de señales, etc...

5.7 Mástil de Proa

Se dispone un mástil a proa para soportar la sirena, luces y proyectores.

5.8 Elementos de Acceso al Buque.

5.8.1 Escala Real

Se dispone de dos escalas reales de tipo telescópico o articulado, una a cada costado del buque y estibadas en el mismo. Ambas escalas deberán tener la longitud suficiente como para llegar desde la cubierta hasta el mínimo calado operativo del buque con una inclinación hacia popa de 50°.

5.8.2 Pescantes para las Escalas Reales

Se dispondrá de dos pescantes, uno a babor y otro a estribor, con las características adecuadas para el manejo de las escalas reales descritas en el apartado anterior. Para accionamiento de estos pescantes se dispone de 2 chigres portátiles eléctricos.

5.8.3 Escala de Práctico y Maniobra

Se disponen de dos escalas con chigre neumático para servicio del práctico.

5.8.4 Ascensor

Se instalará un ascensor con un motor eléctrico de 4 Kw con una capacidad de 500 kg para dar servicio entre la cubierta principal y el nivel 05 (puente de gobierno), con parada en todas las cubiertas intermedias.

6 SERVICIO DE LASTRE

El servicio de lastre permite compensar el asiento del buque en las diferentes situaciones de carga del buque, llenando y vaciando los tanques de lastre oportunos.

En el sistema de lastre distinguiremos por una parte, la red de llenado y achique del agua, la cual tendrá la toma en la parte inferior y a popa de cada tanque, y por otra, las tuberías de aireación y rebose situadas en la parte alta y a proa de cada tanque, ya que será la zona hacia donde se moverá el aire desplazado por el agua.

El tiempo de lastrado / deslastrado debe estar en el entorno del tiempo que se tarda en cargar / descargar el buque. Las bombas de lastre deben ser capaces de suministrar el volumen total de lastre en un tiempo similar al de carga/descarga.

De otros buques tomados como referencia se estima que el lastrado total del buque no deberá ser superior a 20 h. En nuestro caso se considerará un tiempo de 18 horas para la operación de lastrado / deslastrado.

Por otro lado, del cuaderno N°5, obtenemos el volumen de lastre que debemos cargar del buque durante la estancia en puerto, de la condición de “Salida de Puerto en Lastre” que tiene un valor de 86 816 m³.

Por tanto, dividiendo este volumen de lastre entre las horas destinadas a descargar el buque obtenemos el caudal necesario:

$$Q = \frac{V}{t} = \frac{86\,816}{18} = 4\,823 \frac{m^3}{h}$$

Se instalarán 5 bombas de $1000 \frac{m^3}{h}$, se utilizarán durante 18 h consiguiendo mover 90 000 m³ en total.

Las características de las bombas a instalar serán las siguientes:

Tipo: centrífuga

Caudal: $1000 \frac{m^3}{h}$

Presión de descarga: 30 m.c.a

La potencia consumida por cada bomba es de:

$$P = \frac{Q \left[\frac{m^3}{h} \right] \cdot P[mca] \cdot \rho \left[\frac{t}{m^3} \right] \cdot g \left[\frac{m}{s^2} \right]}{3\,600 \cdot \eta_b \cdot \eta_m} = \frac{1\,000 \cdot 30 \cdot 1,025 \cdot 9,81}{3\,600 \cdot 0,92 \cdot 0,77} = 118,28 \text{ kW}$$

6.1 Alarma en Bodegas, Espacios de Lastre y Espacios Secos.

Tal y cómo se especifica en la Regla 12 del SOLAS, se instalarán en el puente de navegación alarmas audibles y visuales, correspondientes a detectores del nivel del agua situados en los espacios siguientes:

1. En cada bodega de carga, la cual estará provista de alarmas audibles y visuales que se activen, la primera de ellas, cuando el nivel del agua por encima del doble fondo de cualquier bodega llegue a una altura de 0.5 m, y la segunda cuando llegue a una altura no inferior al 15% de la profundidad de la bodega de carga, pero no superior a 2.0 m. Los detectores del nivel del agua se instalarán en el extremo de popa de las

bodegas de carga. En el caso de las bodegas de carga que se usen para lastre de agua se podrá instalar un dispositivo neutralizador de las alarmas. Las alarmas visuales permitirán distinguir claramente los dos diferentes niveles de agua detectados en cada bodega.

2. En todo tanque de lastre situado a proa del mamparo de colisión, deberá estar provisto de una alarma audible y visual que se active cuando el líquido del tanque llegue a un nivel que no exceda del 10% de la capacidad del tanque. Se podrá instalar un dispositivo neutralizador de la alarma que se active cuando el tanque esté en uso.
3. En todo espacio seco o vacío que no sea la caja de cadenas y que tenga alguna parte situada a proa de la bodega de carga más cercana a la proa, se proveerá de una alarma audible y visual que se active cuando el nivel del agua llegue a una altura de 0.1 m por encima de la cubierta. No se requiere instalar tal alarma en espacios cerrados cuyo volumen no exceda del 0.1% del volumen de desplazamiento máximo del buque.

7 SERVICIO DE BALDEO Y CONTRAINCENDIOS

La normativa referente a la prevención, detección y extinción de incendios está recogida en el Capítulo II-2 del SOLAS.

El servicio contraincendios consta de:

- Bombas contraincendios
- Bomba contraincendios de emergencia
- Colector contraincendios
- Sistema contraincendios para Cámara de Máquinas

7.1 Presión para el Colector Contraincendios

El diámetro del colector y de las tuberías contraincendios será suficiente para la distribución eficaz del caudal máximo de agua prescrito respecto de dos bombas contraincendios funcionando simultáneamente, salvo cuando se trate de buques de carga, en cuyo caso bastará con que el diámetro sea suficiente para un caudal de agua de $140 \frac{m^3}{h}$.

7.2 Bombas contraincendios

Tal y cómo se especifica en la Regla 10 del Capítulo II – 2 del SOLAS, las bombas contraincendios serán de accionamiento independiente.

Las bombas sanitarias, las de lastre, las de sentina y las de servicios generales podrán ser consideradas como bombas contraincendios siempre que no sean utilizadas normalmente para bombear combustible, y que si se les destina ocasionalmente para trasvasar o elevar fuel oil, estén dotadas de los dispositivos de cambio apropiados.

El número de bombas de contraincendios exigidos por tratarse de un buque de carga será de al menos 2 bombas motorizadas, una de las cuales será de accionamiento independiente.

Las bombas de C.I. tienen relación con la bomba de achique debido a que tendrá la capacidad de achicar el agua, utilizada para sofocar un fuego, pero una parte de este agua se evacúa por gravedad de ahí que las bombas de contraincendios tengan más capacidad que la de sentina.

Según SOLAS Capítulo II-2 Parte C, Regla 10, apartado 2.2.4.1, el caudal de las bombas de contraincendios no será inferior a 2/3 de la capacidad total de las bombas principales de achique, pero sin tener que exceder de $180 \frac{m^3}{h}$.

$$Q_{CI} = \min \left\{ \frac{2}{3} \cdot Q_{sentinas}; 180 \right\} = 180 \frac{m^3}{h}$$

Por otra parte, en el SOLAS Capítulo II-2 Parte C Regla 10 2.2.4.2 se establece que cada una de las bombas contraincendios, con excepción de la de emergencia, tendrán una capacidad no inferior al 80% de la capacidad total exigida dividida por el número de bombas.

Se instalarán 2 bombas de accionamiento independiente, cada una de ellas no deberá tener una capacidad inferior a $72 \frac{m^3}{h}$.

Las características de las bombas contraincendios serán:

Cantidad: 2, una de servicio y otra de reserva.

Tipo: Centrífuga

Caudal: $90 \frac{m^3}{h}$

Presión de descarga: 75 m.c.a.

La potencia consumida por esta bomba será de:

$$P = \frac{Q \left[\frac{m^3}{h} \right] \cdot P[mca] \cdot \rho \left[\frac{t}{m^3} \right] \cdot g \left[\frac{m}{s^2} \right]}{3600 \cdot \eta_b \cdot \eta_m} = \frac{90 \cdot 75 \cdot 1 \cdot 9,81}{3600 \cdot 0,9 \cdot 0,65} = 31,44 \text{ kW}$$

Los rendimientos se han obtenido de las tablas presentadas en el apartado Bombas de Achique de Sentinas.

7.3 Bombas Contraincendios de Emergencia

Según lo dispuesto en la Regla 10, apartado 2.2.3.1.2, los buques de carga deben estar provistos de un dispositivo auxiliar para el caso de que un incendio inutilizara todas las bombas del sistema contraincendios. Este dispositivo ha de ser una bomba fija de emergencia de accionamiento independiente con capacidad para suministrar los chorros de agua que se consideren suficientes. La capacidad de esta bomba no será inferior al 40% de la capacidad total de las bombas contraincendios y, en ningún caso inferior a $25 \frac{m^3}{h}$.

$$Q_{Emergencia} = \max\{40\% \text{ de } Q_{sentinas}; 25\} = 72 \frac{m^3}{h}$$

Las características de la bomba C.I. de emergencia son:

Cantidad: 1

Tipo: Centrífuga

Caudal: $80 \frac{m^3}{h}$

Presión de descarga: 75 m.c.a.

La potencia consumida por esta bomba será de:

$$P = \frac{Q \left[\frac{m^3}{h} \right] \cdot P[mca] \cdot \rho \left[\frac{t}{m^3} \right] \cdot g \left[\frac{m}{s^2} \right]}{3600 \cdot \eta_b \cdot \eta_m} = \frac{80 \cdot 75 \cdot 1 \cdot 9,81}{3600 \cdot 0,9 \cdot 0,65} = 27,94 \approx 28 \text{ kW}$$

Los rendimientos se han obtenido de las tablas presentadas en el apartado Bombas de Achique de Sentinas.

7.4 Colector de Contraincendios

Según lo establecido por SOLAS, el diámetro del colector deberá ser suficiente para un caudal de agua de $140 \frac{m^3}{h}$, lo cual equivale a establecer un diámetro mínimo, ya que $v = 5 \frac{m}{s}$:

$$d = \sqrt{\frac{Q \cdot 3}{\pi \cdot v}} = 0,0861 m = 86,1 mm \quad 0,1573 m = 157,3 mm$$

A partir de aquí los diámetros interiores del colector principal y de las tuberías contra incendios serán suficientes para la distribución eficaz del caudal máximo proporcionado por las 2 bombas trabajando simultáneamente, se calcularán del siguiente modo:

$$d = 25 + 1,68 \cdot \sqrt{L \cdot (B + D)} = 224 mm$$

7.5 Mangueras Contra incendios

En los buques de carga de arqueo bruto igual o superior a 1 000 toneladas se proveerán mangueras contra incendios a razón de una por cada 30 m de eslora del buque, y una de respeto, pero en ningún caso será su número inferior a cinco.

Por lo que se pondrán 8 mangueras que estarán dispuestas en lugares bien visibles y un diámetro de 65 mm. Al menos dos chorros de agua procedentes de distintas bocas contra incendios alcanzarán a cualquier parte del buque normalmente accesible.

7.6 Sistema contra incendios en Cámara de Máquinas

Para el sistema contra incendios de Cámara de Máquinas sería recomendable el empleo de agua nebulizada, como bien hemos visto en la asignatura "Sistemas Auxiliares 1", por contar esta con múltiples ventajas sobre el tradicional sistema de CO₂:

- Inofensiva para las personas, instalaciones y medio ambiente en general.
- Puede emplear agua dulce o agua de mar indistintamente.
- El volumen total de agua a emplear se reduce enormemente por la variación de las densidades a emplear: se pulveriza enormemente con tamaños de gota menores a 200 μ (micras).
- Es válido tanto para extinción, como para control de incendios o humos.
- Con su disparo desplaza vapores inflamables, y con ellos los productos tóxicos procedentes de la combustión.
- Facilidad y bajo coste de recarga, mantenimiento y realización de las pruebas periódicas del sistema.

El mayor inconveniente para su aplicación teórica en nuestro Buque Proyecto reside en la dificultad del cálculo del sistema, debido a que todavía no se encuentra implantado en la legislación que regula los sistemas contra incendios en Cámara de Máquinas. Todavía no se encuentra recogido su cálculo en el SOLAS, por lo que resulta muy difícil estimarlo. Teniendo en cuenta esto haremos el cálculo de un sistema convencional de CO₂, pero contando con estos aspectos por si en un futuro fuese posible adaptar la instalación a un sistema contra incendios de agua nebulizada en cámara de máquinas.

Para el cálculo del sistema contraincendios seguiremos lo establecido en el Capítulo II-2. Parte A. Regla 5.2.2, que obliga a disponer en Cámara de Máquinas cantidad suficiente de CO₂ para liberar, como mínimo, el mayor de los siguientes volúmenes:

- El 40 por ciento del volumen bruto del mayor espacio de máquinas así protegido, excluido el volumen de la parte del guardacalor que quede encima del nivel en que el área horizontal del guardacalor sea igual o inferior al 40 por ciento del área horizontal del espacio considerado medida a la distancia media entre la parte superior del tanque y la parte más baja del guardacalor.
- El 35 por ciento del volumen total del mayor espacio de máquinas así protegido, comprendido el guardacalor.

El volumen de la cámara de máquinas lo obtenemos mediante Maxsurf, y a este le descontamos el volumen de los tanques por lo que nos queda un volumen de 15 500 m³.

Y el volumen de la cámara de máquinas teniendo en cuenta el volumen de guardacalor en el nivel superior es de 15 750 m³.

$$V_{CO_2} = \max\{0,4 * 15\,500; 0,35 * 15\,750\} = \max\{6\,200; 5\,512\} = 6\,200\,m^3$$

Por tanto el volumen necesario de CO₂ es 6 200 m³. El peso específico del CO₂ es 0.56 kg/m³. Se instalarán botellas de 50 kg, por lo que serán necesarias:

$$n^{\circ} \text{ botellas} = \frac{V_{CO_2}}{\gamma_{CO_2} \cdot P_{botella}} = \frac{6\,200}{0,56 \cdot 50} = 221,42 \approx 222 \text{ botellas}$$

La presión en las botellas será de 150 kg/m²

7.7 Extintores de Espuma en Cámara de Máquinas

Según lo establecido en la Regla II-2 deberá haber extintores de espuma en el espacio de Cámara de Máquinas, de tipo aprobado y 45 litros de capacidad. Se considera que deberán estar distribuidos de forma que, en número suficiente, “puedan alcanzar cualquier parte de los sistemas de combustible y de aceite de lubricación a presión, engranajes y otras partes que presenten riesgo de incendio”.

7.8 Sistema de Detección de Incendios

Los espacios de alojamiento y de servicio y los puestos de control de los buques de carga están protegidos con un sistema fijo de detección de incendios y de alarma contraincendios, o un sistema automático de rociadores, detección de incendios y alarma contraincendios.

7.9 Habilitación

En la zona de acomodación dispondremos de mamparos y separaciones resistentes al fuego de clase B y C.

El puente de gobierno, así como cocina, tendrá protección del tipo A-60.

La categoría de la habilitación será de IC con un sistema fijo de alarma y detección de incendios.

7.10 Sistema de Alerta de Protección del Buque

Atendiendo a lo especificado en la Regla 6 del Capítulo XI-2, se dispondrá de un sistema de alerta de protección.

Al activarse el sistema de alerta de protección del buque, se iniciará y transmitirá automáticamente una alerta de protección buque-tierra a una autoridad competente designada por la Administración, que en estas circunstancias podrá incluir la Compañía, que servirá para identificar el buque, notificar su situación y advertir que la protección del buque se encuentra amenazada o en peligro. No enviará la alerta de protección a ningún otro buque y no activará ninguna otra alarma instalada a bordo, y mantendrá activa la alerta de protección hasta que haya sido desactivada y/o repuesto en su posición inicial.

8 DISPOSITIVOS DE SALVAMENTO

Tomando como referencia Capítulo III del SOLAS en lo referente a los dispositivos de salvamento, enumeraremos los aparatos y medios presentes en nuestro buque para una eficaz evacuación y salvamento de la tripulación.

Como dato de partida tomaremos el número de personas que componen la tripulación, que como vimos en el Cuaderno N°7 son:

Tripulacion de Cubierta

- Capitán:	1
- Oficiales:	3
- Contramaestre:	3
- Marineros:	9
- Alumnos:	1

TOTAL: 17

Tripulacion de Máquinas

- Jefe de Máquinas:	1
- Oficiales:	3
- Oficial electricista:	1
- Alumnos:	1
- Mecánicos:	1
- Marineros:	3

TOTAL: 9

Tripulacion de Fonda

- Mayordomo:	1
- Cocinero:	1
- Camarero:	1

TOTAL: 3

TOTAL DOTACIÓN: 30

8.1 Embarcaciones de Supervivencia y Botes Salvavidas

En cumplimiento con la Regla 31.1, Capítulo III, Parte B, Sección III del SOLAS, el buque dispondrá de **dos botes salvavidas** totalmente cerrados que cumplan con lo prescrito en la sección 4.6 del Código con una capacidad de 30 personas a cada banda.

También dispondrá de **dos balsas salvavidas inflables** con capacidad para 30 personas, adecuadamente estibadas, una a cada banda del buque.

8.2 Botes de Rescate

Tal y cómo especifica la Regla 31.2 del Capítulo III, Parte B, Sección III del SOLAS, es obligatorio que los buques de carga lleven al menos un bote de rescate, sin embargo se considerará como tal uno de los botes salvavidas, que cumplirá todas las condiciones exigidas por los botes de rescate.

8.3 Aros Salvavidas

Según lo indicado en la Regla 32.1, Capítulo III, Parte B, Sección III al tratarse de un buque de 245 m de eslora, llevará al menos **14 aros salvavidas**, los cuales estarán distribuidos de forma que estén fácilmente disponibles a ambas bandas del buque, y habrá uno en las proximidades de la popa.

Estarán estibados de modo que sea fácil soltarlos rápidamente y no estarán sujetos de ningún modo por elementos de fijación permanente.

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

Al menos la mitad de los aros salvavidas (7) 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. Los aros salvavidas provistos de luces y los provistos de luces y de señales fumígenas irán distribuidos por igual a ambas bandas del buque.

En cada aro salvavidas se marcará con letras mayúsculas del alfabeto romano el nombre del buque y su puerto de matrícula.

8.4 Chalecos Salvavidas

En el Capítulo III, Parte B, Sección III, Regla 32.2 se indica que deben disponerse en este caso, 30 chalecos salvavidas, uno para cada persona a bordo.

Se colocarán en un lugar accesible y convenientemente señalizado.

8.5 Trajes de Inmersión

Se dispondrá de 30 trajes de inmersión, uno por persona, entendiendo por traje de inmersión, un traje protector que reduce la pérdida de calor corporal de un náufrago que lo lleve puesto en aguas frías, con arreglo a lo dispuesto en el Capítulo III, Parte B, Sección III, Regla 31.3.

9 EQUIPOS DE COMUNICACIONES

9.1 Radiotelegrafía y Radiotelefonía

Según la Regla 3 del Capítulo IV del SOLAS el buque debe estar dotado de una estación radiotelegráfica.

Mientras esté en la mar, mantendrá un servicio de escucha continua en la frecuencia de socorro utilizada en radiotelefonía, en el lugar de abordaje desde el cual se gobierna normalmente el buque, mediante un receptor de escucha en la frecuencia de socorro utilizada en radiotelefonía y empleando un altavoz, un altavoz con filtro o un autoalarma radiotelefónica.

La estación radiotelegráfica comprenderá una instalación principal y una instalación de reserva, eléctricamente separadas y eléctricamente independientes la una de la otra. La instalación principal comprenderá un transmisor principal, un receptor principal, un receptor de escucha en la frecuencia de socorro utilizada en radiotelefonía y una fuente de energía principal. La instalación de reserva comprenderá un transmisor de reserva, un receptor de reserva y una fuente de energía de reserva.

9.2 Comunicaciones Exteriores

Se dispondrán a bordo los aparatos necesarios para el equipo de comunicaciones del buque con el exterior (comunicaciones con tierra o con otros buques). Este sistema cumplirá con los requerimientos para GMDSS internacionalmente aceptados. Entre otros dispondrá de los siguientes aparatos:

- Un equipo de comunicación vía satélite (Standard A).
- Una estación de radio con los siguientes elementos:
 - Un transmisor principal y otro de emergencia.
 - Un receptor principal y otro de emergencia, con capacidad de recepción de señales de radio, télex y facsímil para cartas meteorológicas.
 - Una autoalarma radiotelefónica UHF / FM.
 - Un transmisor principal y otro de emergencia.
 - Dos radiobalizas de emergencia (EPIRBS)
 - Un sistema Navtex.
 - Dos radioteléfonos VHF con DSC.

9.3 Comunicaciones Interiores

El equipo de comunicaciones interiores estará compuesto por los siguientes aparatos:

- Un teléfono de órdenes en puente y cámara de máquinas.
- Un sistema de interfonos de cubierta con unidades en el puente de mando y en las zonas de fondeo y amarre de proa y popa.
- Un sistema de órdenes y avisos generales con altavoces en zonas de paso, habitación, cubierta y cámara de máquinas. El puesto de mando de este sistema se situará en el puente.

- Un sistema automático de doce teléfonos que enlazará el puente de gobierno con algunos espacios tales como cámara de máquinas, despacho del capitán, despacho del jefe de máquinas, local del servomotor, cocina, etc.
- Se instalará un potente claxon asociado al teléfono en cámara de máquinas.
- Tres equipos de comunicaciones UHF de tipo “walkie-talkie” para la comunicación con las áreas de manejo de la carga.
- Pulsadores luminosos en las gambuzas frigoríficas con actuación sobre alarmas ópticas y acústicas dispuestas en la cocina.

10 EQUIPOS DE AYUDA A LA NAVEGACIÓN

Se dispone de los siguientes equipos de ayuda a la navegación:

- Un compás magnético de tipo líquido con dispositivo óptico de reflexión y con carta graduada de 0° a 360°. Estará dotado de un sistema que permite proporcionar señal a los repetidores y al piloto automático.
- Un girocompás compacto con conexión al giropiloto automático, al radar de movimiento verdadero, a los repetidores y al grabador de curso. Dispondrá de cuatro repetidores instalados.
- Un piloto automático de gobierno para control manual y automático con los instrumentos para poder utilizarlo en los dos modos descritos.
- Un radar de movimiento verdadero. Dispondrá de una unidad ARPA instalada.
- Un sistema de navegación por satélite G.P.S. (Global Position System) Una ecosonda con el registrador gráfico y un indicador en la consola de navegación.
- Una corredera de tipo magnético.
- Un radiogoniómetro de tipo marino para las bandas de MF (225-525 KHz) e IF +- (1600-3800 KHz).
- Un indicador eléctrico angular de la posición del timón con tres repetidores.

Además se dispondrá de:

- Un sextante.
- Un cronómetro y un megáfono.
- Dos binoculares para visión diurna y otros dos para visión nocturna. Campanas de alarma de acuerdo con la reglamentación del SOLAS.
- Un gong y una bocina de niebla.
- Un barómetro y un barógrafo.
- Dos termómetros para medir la temperatura del aire exterior y la temperatura del mar.

11 EQUIPOS DE AMARRE Y FONDEO

El sistema de fondeo de un buque es el encargado de inmovilizarlo y substrarlo a la acción de las corrientes y el viento mediante el uso de aparatos que unidos al buque, son capaces de fijarse en el fondo del agua.

El amarre y fondeo se controla con el número de equipo, el cual se define, en este caso, según lo especificado en la Regla 3-5-1/3 del Reglamento del ABS 2018.

3 Equipment Mass and Size (2012)

The requirements herein are intended for temporary mooring of a vessel within a harbor or other areas of sheltered water. The "Equipment Number" equation is based on 2.5 m/s (8.2 ft/s) current, 25 m/s (49 knots) wind and a scope of 6 through 10, the scope being the ratio of length of chain paid out to the water depth. Anchors and chains are to be in accordance with 3-5-1/Table 1 and the numbers, mass and sizes of these are to be regulated by the equipment number (*EN*) obtained from the following equation:

$$\text{Equipment Number} = kA^{2/3} + mBh + nA$$

where

- k = 1.0 (1.0, 1.012)
- m = 2 (2, 0.186)
- n = 0.1 (0.1, 0.00929)
- A = molded displacement, as defined in 3-1-1/11.1
- B = molded breadth, as defined in 3-1-1/5, in m (ft)
- h = $a + h_1 + h_2 + h_3 + \dots$, as shown in 3-5-1/Figure 1. In the calculation of h , sheer, camber and trim may be neglected
- a = freeboard, in m (ft), from the summer load waterline amidships
- $h_1, h_2, h_3 \dots$ = height, in m (ft), on the centerline of each tier of houses having a breadth greater than $B/4$
- A = profile area, in m^2 (ft^2), of the hull, superstructure and houses above the summer load waterline which are within the Rule length. Superstructures or deck houses having a breadth at any point no greater than $0.25B$ may be excluded. Screens and bulwarks more than 1.5 m (4.9 ft) in height are to be regarded as parts of houses when calculating h and A . The height of the hatch coamings and that of any deck cargo, such as containers, may be disregarded when determining h and A . With regard to determining A , when a bulwark is more than 1.5 m (4.9 ft) high, the area shown below as A_2 should be included in A .

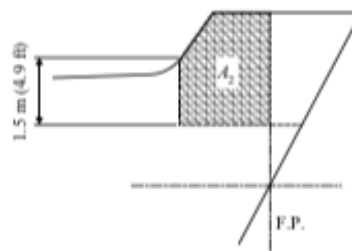


FIGURE 1
Effective Heights of Deck Houses



322

ABS RULES FOR BUILDING AND CLASSING STEEL VESSELS • 2018

El peso de cada ancla de leva dado en la tabla 3-5-1/Table 1, ha de ser razonablemente dividida entre las dos anclas de leva. Las cadenas que forman parte del equipo no se utilizarán como cadenas de retenida cuando se bote el buque. Los extremos internos de las cadenas de las anclas de leva se afirmarán por medios eficaces. Dos anclas de leva y sus cadenas estarán conectadas y emplazadas, listas para su utilización. Cuando se dan tres anclas en la 3-5-1/Table 1, la tercera está propuesta como ancla de leva de respeto y está anotada solamente para orientación; no se requiere como una condición de clasificación.

Se proveerán medios para parar cada cadena a medida que se arría, y el molinete deberá ser capaz de izar cualquiera de las dos cadenas. Se proveerán medios convenientes para trincar las anclas y estibar las cadenas.

11.1 Peso y Dimensiones del Equipo

El peso y dimensiones del equipo vienen regulados por el número de equipo, el cual se define según lo especificado en la Parte 3, Capítulo 5, Sección 1 del Reglamento del ABS 2018, adjuntado en el apartado anterior.

El número de equipo se obtiene entrando en una tabla presente en el reglamento con el NE calculado mediante:

$$NE = k \cdot \Delta^{\frac{2}{3}} + m \cdot B \cdot h + n \cdot A_p$$

donde: $k = 1$
 $m = 2$
 $n = 1/10$

$$\Delta = 142652 \text{ Tn}$$

$$B = 42,4 \text{ m}$$

$$h = a + \Sigma h_i$$

$$\Sigma h_i = \text{suma de la altura de superestructuras con manga superior a } B/4 \\ = 3,6+2,9+2,9+2,9+2,9+2,9+3,6 = 21,7$$

$$a = \text{francobordo} = 6,64 \text{ m}$$

$$A_p = \text{Area proyectada} = 1942 \text{ m}^2$$

	Largo (m)	Altura (m)	Area Lateral (m ²)
Casco	250	6,64	1660
Caseta 1	21,64	3,6	78
Caseta 2	21,64	2,9	63
Caseta 3	6,8	2,9	20
Caseta 4	6,8	2,9	20
Caseta 5	6,8	2,9	20
Puente	6,8	2,9	20
Castillo	17,31	3,6	62
Área Lateral TOTAL			1942

*Los datos de esta tabla fueron medidos en la disposición general del Cuaderno N^o7

$$NE = 1 * 142652^{\frac{2}{3}} + 2 * 42,4 * (6,64 + 21,7) + 0,1 * 1942 = 5327$$

Con este valor del número de equipo entramos en la Tabla 1 de la sección del ABS citada anteriormente y obtenemos:

TABLE 1 (continued)
Equipment for Self-propelled Ocean-going Vessels

SI, MKS Units

Equipment Numeral	Equipment Number*	Stockless Bower Anchors		Chain Cable Stud Link Bower Chain			
		Number	Mass per Anchor, kg	Length, m	Diameter		
					Normal- Strength Steel (Grade 1), mm	High- Strength Steel (Grade 2), mm	Extra High- Strength Steel (Grade 3), mm
U41	3210	3	9900	660	100	87	78
U42	3400	3	10500	660	102	90	78
U43	3600	3	11100	687.5	105	92	81
U44	3800	3	11700	687.5	107	95	84
U45	4000	3	12300	687.5	111	97	87
U46	4200	3	12900	715	114	100	87
U47	4400	3	13500	715	117	102	90
U48	4600	3	14100	715	120	105	92
U49	4800	3	14700	742.5	122	107	95
U50	5000	3	15400	742.5	124	111	97
U51	5200	3	16100	742.5	127	111	97
U52	5500	3	16900	742.5	130	114	100
U53	5800	3	17800	742.5	132	117	102
U54	6100	3	18800	742.5	—	120	107
U55	6500	3	20000	770	—	124	111

Número de anclas: 3 (2 + 1 respeto)

Peso por ancla: 16,9 Tn

Longitud total de cadena: 742,5 m (27 largos de 27,5 m)

Diámetro de cadena: 100 mm (Acero de grado U3, alta resistencia).

En la tabla aparecen 3 calidades de cadena, en orden creciente de resistencia a la rotura. Para este proyecto hemos elegido la cadena que presenta una mayor resistencia a la rotura (Grado 3) ya que así la cadena pesa menos, su eslabón es de menor diámetro y podremos escoger un molinete menor.

11.2 Anclas

Se instalarán dos anclas con sus correspondientes equipos, una a babor y otra a estribor. Será de tipo Hall, de leva sin cepo, de acero fundido con un peso unitario de 16 900 kg cada una. Por otra parte, y como respeto, se instalará otro ancla de las mismas características de las anteriores. Esta, quedará instalada en cubierta del castillo de proa.

Los largos de cadena irán unidos por grilletes tipo Kenter con pasadores de acero inoxidable. La unión del grillete a la cadena es por medio de un grillete giratorio de horquilla doble.

Se dispone de 2 cajas de cadenas en el pique de proa simétricas respecto a crujía. La caja de cadenas será rectangular ya que las cilíndricas encarecen la construcción, como veremos a continuación.

Por todo lo visto con anterioridad, se dispondrán en la cubierta castillo 2 molinetes de anclas/chigres de amarre de tensión constante, combinados, eléctricos, constando cada uno de los siguientes elementos:

- 1 barbotén para la cadena reglamentaria.
- 1 carretel para cable
- 1 cabirón para estachas

11.3 Caja de cadenas

En el pique de proa, el buque dispondrá de dos cajas para alojamiento de la cadena del ancla. La caja de cadenas se colocará debajo del molinete en las proximidades de su vertical para que la cadena resbale hacia ella cuando se izan las anclas o salgan con facilidad a engranar en el barbotén del molinete cuando se fondean. Además se situará a proa del mamparo de colisión con el fin de que no reste espacio de carga al buque.

El volumen de la caja de cadenas viene dado por la siguiente expresión:

$$V_C = 0,082 \cdot d^2 \cdot l \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$$

donde:

d = diámetro de la cadena: 100 mm (acero grado 3)

l = longitud de la cadena: 372 m

Sustituyendo:

$$V_C = 0,082 \cdot 100^2 \cdot 372 \cdot 10^{-4} = 30,5 \text{ m}^3$$

El volumen obtenido en el cálculo anterior es el correspondiente a una caja de cadenas ya que la longitud considerada ha sido la mitad de la longitud total de cadenas.

Según diferentes ensayos se ha comprobado que el volumen mínimo que ocupa una cadena estibada, es aquel que ocupa cuando se encuentra en el interior de un cilindro de base circular y diámetro 26/35 veces el diámetro del redondo del que se ha partido para fabricar el eslabón de la cadena.

Sin embargo, en nuestro caso, la caja de cadenas será un paralelepípedo, con base rectangular, debido a la mayor facilidad de construcción.

Para calcular las dimensiones de la caja se tendrá en cuenta lo siguiente:

- Al tratarse de una caja de sección rectangular cada uno de los lados ha de ser del orden de $30 \cdot d$, por lo que:

$$L = 30 \cdot d = 3\,000 \text{ mm}$$

- El fondo de las cajas de cadenas será tal que permita el fácil drenaje de las mismas.
- Para que la cadena estibe bien y permitir el paso de una persona a la caja de cadenas cuando toda la cadena está dentro de la caja, debe dejarse una altura libre sobre la cadena estibada de 1,2 m (h_1) como mínimo. Además se dejará en la parte inferior de la misma un espacio para drenado con una altura de 0,4 m (h_2).

Según lo anteriormente expuesto tendremos que:

$$h_{\text{caja_cadenas}} \approx h_1 + h_2 + \frac{V_C}{L^2} = 1,2 + 0,4 + \frac{30,5}{3^2} = 4,98 \approx 5 \text{ m}$$

Dispondrá en su interior de un cáncamo para entalar y puerta de acceso, así como un medio de descenso al interior de la misma.

11.4 Escobén

Para determinar el diámetro mínimo del interior de la bocina del escobén se emplea la siguiente fórmula empírica:

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

Donde:

D = diámetro de la bocina del escobén (mm)

d = diámetro de la cadena = 100 mm

Sustituyendo:

$$D = [(100 - 100) \cdot 0,0367 + 7,5] \cdot 100 = 750 \text{ mm}$$

11.5 Estachas y Cables de Remolque

Los cabos de amarre y remolque deberán cumplir los siguientes requisitos de acuerdo con el Reglamento ABS, tabla 2 sección 3-5-1:

TABLE 2 (continued)
Towline and Hawsers for Self-propelled Ocean-going Vessels

SI & MKS Units

Equipment Numeral	Equipment Number*	Towline Wire or Rope			Hawsers			
		Length, m	Breaking Strength,		Number	Length of Each, m	Breaking Strength,	
			kN	kgf			kN	kgf
U41	3210	280	1471.0	150000	6	200	554.0	56500
U42	3400	280	1471.0	150000	6	200	588.0	60000
U43	3600	300	1471.0	150000	6	200	618.0	63000
U44	3800	300	1471.0	150000	6	200	647.0	66000
U45	4000	300	1471.0	150000	7	200	647.0	66000
U46	4200	300	1471.0	150000	7	200	657.0	67000
U47	4400	300	1471.0	150000	7	200	667.0	68000
U48	4600	300	1471.0	150000	7	200	677.0	69000
U49	4800	300	1471.0	150000	7	200	686.0	70000
U50	5000	300	1471.0	150000	8	200	686.0	70000
U51	5200	300	1471.0	150000	8	200	696.0	71000
U52	5500	300	1471.0	150000	8	200	706.0	72000
U53	5800	300	1471.0	150000	9	200	706.0	72000
U54	6100	300	1471.0	150000	9	200	716.0	73000
U55	6500	300	1471.0	150000	9	200	726.0	74000

Cabos de Remolque:

Longitud total: 300 m

Carga de rotura: 1 471 kN

Cabos de Amarre:

Nº de estachas: 8

Longitud de cada estacha: 200 m

Carga de rotura: 706 kN

11.6 Cálculo del molinete

Las presentes normas prácticas de diseño de molinetes son un ejemplo de condiciones mínimas a exigir a estos, resultando de interés su seguimiento tanto a la hora de redactar las Especificaciones Técnicas que deberá cumplir el equipo, como de determinar criterios de aceptación de éste durante las pruebas en los talleres del fabricante.

Estando el molinete parado, el barbotén embragado y el freno sin actuar, sus elementos mecánicos, incluidos los anclajes, deben ser capaces de soportar un tiro aplicado en el diámetro primitivo del barbotén igual al 40% de la carga de rotura de la cadena.

Si el molinete se va a emplear sin estopor, la carga estática deberá ser igual al 80% de la carga de rotura de la cadena.

Estando el molinete en movimiento, sus elementos mecánicos deben ser capaces de soportar una carga perpendicular a los ejes del molinete, cuyo punto de aplicación corresponderá a aquél del barbotén de diámetro primitivo igual al mayor de los valores siguientes:

- a) $6,5^2 \cdot d [kg]$, siendo d el diámetro de la cadena.
- b) $1,1 \cdot (Pa + Pc)$ siendo Pa el peso del ancla, y Pc el peso de 165 m de cadena (6 largos)

Estando el molinete en movimiento, sus elementos mecánicos deberán ser capaces de soportar, por lo menos, un esfuerzo superior en un 25% al mayor de los valores anteriores, esto durante un tiempo no inferior a 30 minutos por operación y un mínimo de 12 000 operaciones.

Si el molinete es biancla, además de las fuerzas anteriores deberá ser capaz de soportar conjuntamente el 50% de cada una de ellas aplicadas sobre los barbotenes.

El motor del molinete debe ser capaz de ejercer durante 30 minutos, al menos, la potencia correspondiente al valor siguiente:

$$P(HP) = \frac{0,87 \cdot (P_a + P_c) \cdot V_s}{60 \cdot 75 \cdot \eta_t \cdot \eta_c}$$

Donde:

Pa y Pc definidos anteriormente

Vs = velocidad de izada

η_t y η_c son los rendimientos de la transmisión y del escobén, respectivamente.

El motor del molinete deberá ser capaz de ejercer durante 5 minutos, al menos, una potencia superior en un 20% a la calculada mediante la fórmula anterior.

El motor del molinete deberá estar preparado para soportar 6 arranques durante 30 minutos con períodos intermedios de reposo de 1 hora.

La velocidad media de izado no será inferior a 9 m/min ni superior a 12 m/min, ello a régimen de giro nominal del motor y a plena carga.

Si el molinete va a trabajar conjuntamente con un estopor, el barbotén dispondrá de un acoplamiento tal, que permita en parado su desembragado y embragado del motor principal.

La forma y dimensiones del barbotén estarán de acuerdo a la norma UNBV 6044.

Los rodamientos se calcularán para una vida efectiva de 4 000 horas de trabajo a la carga y velocidad nominal. Siempre que sea posible estarán lubricados mediante baño de aceite o por barboteo.

Los ejes y engranajes se calcularán a fatiga para una vida efectiva de 8 000 h, a la carga nominal de trabajo.

Con el fin de asegurar la duración de los cables y las estachas, si el molinete tiene cabirones, estos presentarán un diámetro de al menos 15 veces el del cable a emplear, o en su caso 5 veces el diámetro de la estacha.

Si existe una reductora de engranajes se garantizará su lubricación de un modo continuo y suficiente. Deberá disponerse un sistema de control visual del nivel de aceite. No se admite la lubricación de engranajes mediante grasa.

Si el accionamiento es eléctrico, se aconsejan motores asíncronos de corriente trifásica del tipo jaula de ardilla, hasta 40 CV y eventualmente de anillos rozantes. Tendrán aislamiento clase F y calentamiento clase B.

Si el accionamiento es hidráulico, la presión de trabajo del sistema deberá ser, como máximo, del 70% de la máxima admisible en continuo por el fabricante del componente cuya presión nominal, sea la menor de todos los elementos constituidos del sistema.

Si el reductor mecánico es reversible o el molinete es de accionamiento directo, debe disponerse de un sistema que asegure el frenado del motor cuando este, voluntariamente o no, deje de funcionar. En particular en el caso de molinetes accionados eléctricamente se recomienda el empleo de un electrofreno de falta de corriente.

Todos los elementos susceptibles de oxidación deberán estar protegidos contra la corrosión mediante pinturas o tratamientos tales como el galvanizado, electrocincado, etc...

La potencia, se calcula basándose en la tracción requerida en las distintas fases de la maniobra de levar el ancla, y la velocidad requerida para ello.

Las distintas fases de la maniobra de levar el ancla, consideradas a la hora de calcular la potencia necesaria son:

Hacer el ancla: esta primera fase comprende el movimiento del buque desde su posición inicial en que se encuentra, bien sea atracado o fondeado, hasta que se coloca encima del ancla. Cuando termina esta primera fase, la longitud de cadena que queda por cobrar es ligeramente superior a la profundidad más la distancia de la boca del escobén a la flotación. En el cálculo de la potencia no se considera esta primera fase, puesto que en caso necesario el buque podría pasar a la segunda con la ayuda de la máquina propulsora.

Despegue del ancla del fondo: Esta es la segunda fase. El esfuerzo necesario para el despegue del ancla se puede considerar el equivalente a dos veces el peso del ancla fuera del agua.

Izado del ancla y la cadena: La tercera fase consiste en el levado del ancla y la cadena hasta que el ancla quede estibada en el escobén. Esta fase es la que influye directamente en el cálculo de la potencia del molinete.

Para calcular la potencia de izado de la cadena y el ancla se suele suponer que se deben izar tres o cuatro largos de cadena y el ancla a una velocidad de entre 8 y 12 m/min, y que tanto el ancla como los largos considerados están totalmente sumergidos. De este modo el peso de la cadena y ancla a izar será, suponiendo una densidad para el acero de 7.82 y para el agua de 1.025 ton/m³:

$$\sum F = \text{Peso} - \text{Empuje} = (Pa + Pc) \cdot \left(1 - \frac{1,025}{7,82}\right) = 0,87 \cdot (Pa + Pc)$$

El peso de cada largo de cadena es 5500 kg (lo multiplicaremos por 4 largos) y el peso del ancla es de 16 900 kg. Sustituyendo:

$$\sum F = 0,87 \cdot (16\,900 + 22\,000) = 33\,843 \text{ kg}$$

Por tanto la potencia requerida para izar la cadena y el ancla es:

$$P = \frac{\sum F \cdot V_1 \cdot f}{60 \cdot 75 \cdot \eta} \cdot 0,735 \text{ [kW]}$$

donde:

V_1 = velocidad de izado = 10 m/s

f = coeficiente de rozamiento de la cadena con el estopor y el escobén = 2

η = 0,6 rendimiento mecánico del molinete

Sustituyendo:

$$P = \frac{33\,843 \cdot 10 \cdot 2}{60 \cdot 75 \cdot 0,6} \cdot 0,735 = 184,33 \text{ kW}$$

Ahora aplicamos un 10% de margen y consideramos un rendimiento eléctrico de 0,9:

$$P = \frac{1,1 \cdot 184,33}{0,9} = 225,3 \text{ kW}$$

Por lo tanto instalaremos dos electrobombas de 225 kW.

Para zarpar el ancla del fondo es necesario dotar al molinete de una velocidad más corta para que la potencia anterior sea capaz de vencer el poder de agarre del ancla.

Suponiendo que el despegue se puede conseguir con un esfuerzo equivalente a dos veces el peso del ancla fuera del agua, y llamando a la velocidad corta V_2 , se tendrá tomando la potencia calculada para el molinete:

$$P = \frac{\sum(F + 2 \cdot Pa) \cdot V_2 \cdot f}{60 \cdot 75 \cdot \eta} \cdot 0,735 \text{ [kW]}$$

$$P = \frac{\sum(F + 2 \cdot 16\,900) \cdot V_2 \cdot f}{60 \cdot 75 \cdot \eta} \cdot 0,735 = 184,33 \text{ [kW]}$$

Despejando V_2 :

$$V_2 = 5 \text{ m/min}$$

Cuando se navega con mal tiempo y no se ha dejado bien trincada la cadena con el estopor, puede suceder que con un pantocazo resbale la cadena y el ancla. Para solventar esta situación debemos comprobar que el molinete, en la velocidad más corta, es capaz de levantar 13 largos y el ancla a una velocidad de 5,6 m/min, para lo cual la potencia necesaria es:

$$P = \frac{\sum F \cdot V_2 \cdot f}{60 \cdot 75 \cdot \eta} \cdot 0,735 \text{ [kW]}$$

Pero en esta ocasión $\sum F = 13 \cdot 5\,500 + 16\,900 = 88\,400 \text{ kg}$

$$P = \frac{88\,400 \cdot 5 \cdot 2}{60 \cdot 75 \cdot 0,6} \cdot 0,735 = 240 \text{ kW}$$

Como nuestro molinete será de 225 kW debemos disminuir un poco la velocidad corta, obteniendo un valor finalmente de:

$$V_2 = 3,45 \text{ m/min}$$

11.7 Chigres

11.7.1 Chigres de Amarre

El buque contará con 6 chigres de amarre. 3 en popa, uno entre la Bodega N°7 y la N°6, otro entre la Bodega N°2 y la N°1, y por último uno en proa.

Suponiendo una tracción de 25 Tn y una velocidad de 8 m/min, con un rendimiento mecánico de 0,72 y uno eléctrico de 0,9. La potencia mecánica necesaria es de:

$$P_m = \frac{25 \cdot 1\,000 \cdot 8}{60 \cdot 75 \cdot 0,72} \cdot 0,735 = 45,37 \text{ kW}$$

$$P_{\text{eléctrica}} = \frac{45,37}{0,9} = 50,41 \approx 50 \text{ kW}$$

11.7.2 Chigres para maniobra de escalas reales

Se instalarán dos chigres, uno a cada banda para maniobra de las escalas reales, con una potencia eléctrica de 4 kW cada uno.

11.7.3 Chigres para embarcaciones de supervivencia

Se instalarán dos chigres para las embarcaciones de salvamento, uno a cada banda. Suponiendo el peso de cada una de las embarcaciones en 3 000 kg, un peso por persona de 80 kg y un 20% de margen, víveres, salvavidas y demás instrumentos, la fuerza de tracción será:

$$\sum F = 3\,000 + (80 \cdot 30) \cdot 1,2 = 6\,480 \text{ kg}$$

Considerando una velocidad de 8 m/min y un rendimiento mecánico de 0,6, la potencia necesaria es de:

$$P_m = \frac{6\,480 \cdot 8}{60 \cdot 75 \cdot 0,6} \cdot 0,735 = 14,11 \text{ kW}$$

Consideramos un margen del 10% y un rendimiento mecánico de 0,88:

$$P_{\text{eléctrica}} = \frac{1,1 \cdot 14,11}{0,88} = 17,73 \approx 18 \text{ kW}$$

11.8 Líneas y Elementos de Amarre y Remolque

Se instalarán todos los elementos necesarios para el amarre y fondeo, tales como bitas, guías, alavantes, rodillos guía, etc. de acuerdo con la maquinaria de cubierta y de fondeo, que permitan una fácil maniobra de amarre y de remolque.

12 EQUIPO DE FONDA Y HOTEL

Para la selección del equipamiento de fonda y hotel se han tomado los de buques de referencia, puesto que el dimensionamiento de estos equipos es el mismo para la mayoría de buques por la similitud entre sus tripulaciones. Todas las dotaciones de estos buques similares van de 26 a 35 tripulantes, por lo que podemos tomar como referencia lo que se considera como estándar.

12.1 Equipo Frigorífico

12.1.1 Gambuza Refrigerada

La gambuza refrigerada constará de 3 cámaras independientes para la conservación de víveres. Se instalará un equipo frigorífico completo, del tipo de expansión directa de Freón 22 (R22), con difusores de aire frío dentro de las cámaras.

Las temperaturas que se deben mantener dentro de las cámaras con un grupo compresor y sus capacidades se indican a continuación:

- Cámara de carnes	-25°C	(40 m ³ aprox)
- Cámara de pescados	-25°C	(15 m ³ aprox)
- Cámara de frutas, verduras y lácteos	+6°C	(20 m ³ aprox)
- Antecámara	+6°C	(17 m ³ aprox)

El equipo frigorífico incluirá tres grupos de condensador y compresor, con sus correspondientes accesorios. Se dimensionará de forma que funcionando dos grupos simultáneamente deberán mantener las temperaturas especificadas en las cámaras frigoríficas, con agua de refrigeración a 36°C y temperatura ambiente de 45°C.

La planta constará de los siguientes elementos:

- Dos electrocompresores automáticos, uno en operación y otro de reserva, de tipo abierto y marino, que trabaje un máximo de 18 h/día. Cada compresor absorbe una potencia eléctrica de 10.2 kW. Así, se dispondrá de dos motores eléctricos de 12 kW.
- Dos condensadores horizontales, del tipo haz tubular, que serán intercambiables con los compresores. El agua dulce de la refrigeración la proporcionarán las bombas del sistema centralizado, con un caudal de 15 m³/h, para disipar un calor aproximado de 45 kcal.
- Tres baterías de difusores del tipo de serpentines con aletas de gran superficie de refrigeración.
- Bandejas de goteo.
- Tres electroventiladores, uno por batería, para 80/40 recirculaciones / h de aire dentro de las cámaras. Con una potencia total instalada de 3 Kw.
- Válvulas termostáticas y solenoides para regulación de la temperatura dentro de cada cámara.
- Tres calentadores eléctricos para la descongelación de difusores, a 220 VAC y 0.75 kW de potencia eléctrica, cada uno.
- Panel de alarmas de alta y de baja presión del refrigerante, alarma de anomalía en el aceite de lubricación del compresor y los pulsadores e indicadores de puesta en marcha.

12.1.2 Frigoríficos

Se dispondrá, además de los citados anteriormente, los siguientes frigoríficos:

- Dos de unos 350 litros, para los oficios de Oficiales y tripulación.
- Uno de unos 1 000 litros. para la cocina.
- Tres frigoríficos de 80 litros para los camarotes del capitán, armador y jefe de máquinas.

12.2 Equipo de Cocina y Oficios

Será de acero inoxidable para uso marino, y constará de:

- Una cocina eléctrica con horno incorporado, de capacidad para unas 35 personas, de 20 kW.
- Un horno eléctrico de dos secciones, de 6 kW.
- Parrilla eléctrica de 2 kW.
- Dos freidoras eléctricas de 10 litros.
- Cortadora de fiambre eléctrica.
- Una amasadora eléctrica de 20 litros y accesorios para picar carne 1 kW. Una peladora eléctrica de patatas de 5 Kg de capacidad, de 500 W.
- Un calentador de agua eléctrico, de 15 litros y consumo 2 kW.
- Molinillo eléctrico industrial para café.

En el oficio de oficiales y en el de tripulación se instalarán:

- Un horno microondas de 1 Kw.
- Una máquina de hielo de 20 Kg./día.
- Una pileta de acero inoxidable.
- Una cafetera eléctrica. Un lavaplatos.

12.3 Equipo de Lavandería

Se instalarán los siguientes equipos:

- Una lavadora de tipo industrial de acero inoxidable, de 12 kg de capacidad de 2 kW.
- Una lavadora de 12 kg, para ropa de trabajo de 2 kW.
- Dos secadoras de acero inoxidable, de 8 kg de capacidad, de 2.6 kW cada una.
- Dos lavadoras y centrifugadoras automáticas, con capacidad de 5 kg de 1 kW cada una.
- Una planchadora de rodillos de 7.5 kW.

13 MÁQUINAS Y HERRAMIENTAS

Se dispondrá a bordo de las siguientes herramientas y equipos, para realizar tareas de mantenimiento a bordo:

- Un torno eléctrico de 3.5 kW.
- Un taladro eléctrico de 1 kW.
- Una electroesmeriladora de 1 kW.
- Un grupo de soldadura eléctrica de 200 A. y 8.5 kW.
- Un banco de pruebas de inyectoras con bomba hidráulica para la prueba.
- Un grupo portátil de corte y soldadura oxiacetilénico.
- Una rectificadora para asientos de válvulas de 1 kW.

14 PROYECTORES Y LUCES DE NAVEGACIÓN

Se dispondrán los siguientes proyectores:

- 2 proyectores de 500 W para alumbrado de la zona de maniobras de amarre en Proa.
- 2 proyectores de 250 W para alumbrado de la zona de maniobras de amarre en Popa.
- Un proyector de 125 W a cada banda del buque para alumbrado de los accesos al mismo.
- Un proyector de 125 W a cada banda del buque para alumbrado de la zona de botes.

Además se instalarán las siguientes luces: Luz del palo de Proa: 30 W.

- Luz del palo de Popa: 30 W.
- Luz de Babor (roja): 30 W.
- Luz de Estribor (verde): 30W.
- Luz de Fondeo: 2 luces situadas en el palo de Proa de 50 W.

15 SERVICIO DE AGUA DULCE

15.1 Generador de Agua Dulce

Se generará agua dulce a partir de una planta de osmosis inversa. El agua producida por la planta se conducirá directamente a los tanques de almacenamiento de agua dulce, la cual será bombeado posteriormente al tanque hidróforo cuya finalidad es suministrar agua dulce (potable o no potable) a una presión de 6 Kg/cm² a todos los puntos de consumo.

Se dispondrá un tanque hidróforo de agua sanitaria con un volumen de 1 000 litros.

Se dispondrán dos bombas centrífugas autoaspirantes, una de ellas de reserva. Para calcular la potencia de la bomba supondremos que en el pico de máximo consumo del día el 90% de la tripulación hace uso del agua dulce por lo que considerando un consumo de 0.1 l/s, el caudal requerido será el siguiente:

$$Q = 30 \cdot 0,9 \cdot 0,1 \cdot 3\,600 = 9\,720 \frac{l}{h} \approx 10 \frac{m^3}{h}$$

Las características de las bombas serán:

Cantidad: 2 (una de reserva)

Tipo de bomba: eléctrica centrífuga

Q = 10 m³/h

P = 40 m.c.a.

La potencia hidráulica la obtenemos mediante la siguiente expresión:

$$P_H = \frac{Q \left[\frac{m^3}{h} \right] \cdot P[m.c.a.] \cdot \rho \left[\frac{Tn}{m^3} \right] \cdot g \left[\frac{m}{s^2} \right]}{3\,600 \cdot \eta_b \cdot \eta_m} = 2,27 \text{ kW}$$

En esta ocasión $\rho = 1 \left[\frac{Tn}{m^3} \right]$ y el valor de los rendimientos está extraído de las tablas del apartado 3.4 de este mismo cuaderno.

El generador de agua dulce tendrá una capacidad de 6 000 l/día, ya que se ha considerado un consumo de agua dulce de 200 litros por persona y por día, para atender todas las demandas.

15.2 Agua Dulce no Potable

El agua dulce no potable se utilizará en servicios como inodoros, servicios industriales (agua de refrigeración), etc. Además será la fuente de abastecimiento de la producción de agua potable.

15.3 Agua Potable

El agua potable se utilizará fundamentalmente en servicios de la habitación como lavabos, duchas, fuentes, cocina y lavandería.

En el circuito de agua potable será necesario dotar al agua de las sales minerales para convertirla en apta para el consumo humano, así como disminuir el grado de acidez y esterilizarla, para lo cual se dispondrá de una potabilizadora.

Para calcular la potencia de la bomba supondremos que en el pico máximo de consumo diario el 25% de la tripulación hace uso del agua dulce, por lo que considerando un consumo de 0.1 l/s, el caudal requerido será el siguiente:

$$Q = 30 \cdot 0,25 \cdot 0,1 \cdot 3\,600 = 2\,700 \frac{l}{h} \approx 3 \frac{m^3}{h}$$

Las características de las bombas serán:

Cantidad: 2 (una de reserva)

Tipo de bomba: eléctrica centrífuga

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

$P = 40 \text{ m.c.a.}$

La potencia hidráulica la obtenemos mediante la siguiente expresión:

$$P_H = \frac{Q \left[\frac{m^3}{h} \right] \cdot P[m.c.a.] \cdot \rho \left[\frac{Tn}{m^3} \right] \cdot g \left[\frac{m}{s^2} \right]}{3\,600 \cdot \eta_b \cdot \eta_m} = 0,75 \text{ kW}$$

Igual que en el apartado anterior $\rho = 1 \left[\frac{Tn}{m^3} \right]$ y el valor de los rendimientos está extraído de las tablas del apartado 3.4 de este mismo cuaderno.

15.4 Servicio de Agua Caliente

El servicio de agua caliente consiste en un tanque presurizado con unas resistencias eléctricas y el sistema de abastecimiento hasta los puntos de consumo.

El objetivo es abastecer de agua potable caliente a una temperatura máxima de 60° el personal de abordaje para su uso en duchas, lavabos, etc.

El calendar está diseñado en base a abastecer 40 L por miembro de la tripulación a 38°C con una temperatura del agua de entrada de 10°C en una hora, siendo la potencia del calentador de 200 kW.

$$Q = 30 \cdot 40 = 1\,200 \frac{l}{h} \approx 1,5 \frac{m^3}{h}$$

Las características de las bombas serán:

Cantidad: 2 (una de reserva)

Tipo de bomba: eléctrica centrífuga

$Q = 1,5 \text{ m}^3/\text{h}$

$P = 40 \text{ m.c.a.}$

La potencia hidráulica la obtenemos mediante la siguiente expresión:

$$P_H = \frac{Q \left[\frac{m^3}{h} \right] \cdot P[m.c.a.] \cdot \rho \left[\frac{Tn}{m^3} \right] \cdot g \left[\frac{m}{s^2} \right]}{3\,600 \cdot \eta_b \cdot \eta_m} = 0,37 \text{ kW}$$

Una vez más, $\rho = 1 \left[\frac{Tn}{m^3} \right]$ y los rendimientos son los comentados en el apartado 3.4.

16 VENTILACIÓN Y AIRE ACONDICIONADO

16.1 Ventilación de la Zona de Carga

Cada bodega dispondrá de dos troncos de entrada y dos de salida para obtener una renovación de aire por hora. Para la ventilación de las banquetas entre bodegas se dispondrá de aireaciones.

16.2 Ventilación en la Zona de Acomodación

Se dispone un sistema general de ventilación mecánico y natural que cumplirá con lo especificado en el SOLAS.

La relación de espacios considerados en la zona de acomodación a la hora de realizar el cálculo serán los siguientes:

Cantidad	Local	Situación
1	Pañol de provisiones	Cubierta Principal
1	Pañol de uso General	Cubierta Principal
1	Aseo	Cubierta Principal
1	Gimnasio	Cubierta Principal
1	Vestuario	Cubierta Principal
1	Pañol de uso General	Nivel 01
1	Oficio de tripulación	Nivel 01
1	Cocina	Nivel 01
4	Aseos	Nivel 01
1	Oficio Oficiales	Nivel 01
1	Hospital	Nivel 01
14	Aseo camarote marinería	Nivel 02
2	Lavandería	Nivel 02
3	Pañol de uso General	Nivel 02
9	Aseo camarote	Nivel 03
4	Pañol	Nivel 03
5	Aseo camarotes	Nivel 04
1	Repostería	Nivel 04
2	Pañol de uso General	Nivel 05
1	Aseo	Nivel 05
1	Sala de baterías	Nivel 05

Las renovaciones por hora tenidas en cuenta en cada local serán las que se muestran en la siguiente tabla, así como el tipo de ventilación tanto en la admisión como en la exhaustación:

Local	Renov./Hora	Admis.	Exhaust.
ENFERMERÍA	12	Natural	Mecánica
COCINA	40	Mecánica	Mecánica
ASEO	12	Natural	Mecánica
OFICIO	10	Natural	Mecánica
PAÑOL DE PROVISIONES	15	Natural	Mecánica
LAVANDERÍA	20	Natural	Mecánica
PAÑOL	10	Natural	Mecánica

El buque incorpora un sistema de ventilación mecánica para los pañoles, oficios y la cocina.

La ventilación se realiza de modo que en el local se introduzca aire procedente del exterior en cantidad suficiente para renovar el aire existente y se extraiga el aire viciado.

En el caso del hospital, la exhaustación se efectuará directamente a la atmósfera. El extractor será el mismo empleado para la exhaustación en el aire acondicionado

El aire procedente del exterior es impulsado en el compartimento mediante un ventilador, mientras que el aire viciado es extraído mediante un extractor, en el caso de ventilación forzada. En locales de pequeño tamaño se puede realizar una ventilación y/o extracción natural a través de rejillas de ventilación en mamparos y puertas.

El sistema de ventilación mecánica será de media velocidad, del tipo monoconducto, con regulación individual del caudal de impulsión.

Los grupos ventiladores pueden ser de impulsión o extracción y centrífugos o axiales. La potencia se calculará con la siguiente expresión:

$$P = \frac{Q \left[\frac{m^3}{h} \right] \cdot P[m. c. a.]}{75 \cdot 3\,600 \cdot \eta} \cdot 0,735 \text{ [kW]}$$

En la siguiente tabla se muestran los resultados obtenidos para las estimaciones de volumen de cada estancia, realizadas en función a los buques que hemos tomado como referencia, acorde a las distribuciones de habitación presentadas en el Cuaderno N°7. Para obtener la potencia consumida se ha empleado la fórmula anterior con una presión de 40 m.c.a. y un rendimiento total fruto del producto del rendimiento mecánico y eléctrico. Estos se han tomado como 0,6 y 0,85 respectivamente.

Nº	Local	V _{UNITARIO} (m ³)	V _{TOTAL} (m ³)	Renov./Hora	Q(m ³ /h)	Pot (kW)
1	Pañol de provisiones	110	110	15	1650	0,35
1	Pañol de uso General	20	20	10	200	0,04
1	Aseo	45	45	12	540	0,12
1	Gimnasio	160	160	25	4000	0,85
1	Vestuario	95	95	12	1140	0,24
1	Pañol de uso General	15	15	10	150	0,03
1	Oficio de tripulación	11	11	10	110	0,02
1	Cocina	95	95	40	3800	0,81
4	Aseos	16	64	12	768	0,16
1	Oficio Oficiales	14	14	10	140	0,03
1	Hospital	80	80	12	960	0,20
14	Aseo camarote marinería	8	112	12	1344	0,29
2	Lavandería	45	90	20	1800	0,38
3	Pañol de uso General	20	60	10	600	0,13
9	Aseo camarote	8	72	12	864	0,18
4	Pañol	75	300	10	3000	0,64
5	Aseo camarotes	12	60	12	720	0,15
1	Repostería	18	18	10	180	0,04
2	Pañol de uso General	45	90	10	900	0,19
1	Aseo	21	21	12	252	0,05
1	Sala de baterías	8	8	10	80	0,02
TOTAL VENTILACIÓN					23198	4,95

16.3 Ventilación Mecánica en Cámara de Máquinas

Tal y cómo se especifica en la Regla 35, Capítulo II-1 del Solas, los espacios de categoría A para máquinas estarán ventilados de forma que cuando las máquinas o las calderas en ellos ubicadas estén funcionando a plena potencia en todas las condiciones meteorológicas, incluidos temporales, siga llegando a dichos espacios aire suficiente para la seguridad y el confort del personal, así como para el funcionamiento de las máquinas. Todo otro espacio de máquinas tendrá ventilación adecuada para los fines a los que esté destinado.

Para el cálculo de la ventilación de la cámara de máquinas partiremos del volumen de aire dentro de la cámara de máquinas, descontando los espacios ocupados por tanques y otros componentes, por lo que el volumen bruto de la cámara de máquinas será de 15 500 m³. Este volumen está obtenido a partir de Maxsurf, habiendo definido el espacio de la cámara de máquinas. A efectos de cálculos aplicaremos un 85% de permeabilidad para así tener en cuenta el espacio ocupado por motores, bombas, tuberías etc...

Una vez obtenido en volumen libre final de la cámara de máquinas, y suponiendo 30 renovaciones/hora, podremos calcular el caudal de aire necesario y por lo tanto la potencia.

Para este cálculo tendremos también en cuenta el consumo de aire del motor, ya que supondrá un aumento del caudal de aire necesario. El consumo de aire del motor, obtenido de la Project guide en relación con la turbosoplante seleccionada será de 33,7 Kg/s a MCR. Se considerará el máximo consumo de aire del motor, es decir, a la máxima potencia, y de este modo se sobredimensiona la cantidad de aire necesaria como margen de seguridad.

Densidad del aire: $\rho=1.293 \text{ kg/m}^3$

Consumo de aire del motor: 33,7 kg/s = 93 828 m³/h

Se dispondrá un sistema de ventiladores que aseguren unas adecuadas condiciones en la cámara de máquinas con una temperatura mínima de 5°C, máxima de 45°C y aproximadamente un 75% de humedad relativa.

El caudal total, como veíamos anteriormente, es la suma del caudal de consumo de aire del motor más las renovaciones que, como decíamos, consideraremos 30 renovaciones por hora, por tanto:

$$Q = (30 \cdot 15\,500 \cdot 0,85) + 93\,828 = 489\,078 \text{ m}^3/\text{h}$$

Además debemos tener en cuenta el consumo de aire de los diesel generadores, que estimaremos en torno al 10% del motor principal, es decir, próximo a los 9 000 - 10 000 m³/h, por lo que el caudal total de aire considerado será de 500 000 m³/h.

La ventilación se realizará por medio de dos ventiladores axiales de impulsión no reversibles, accionados por motores eléctricos de las siguientes características:

- Capacidad de cada ventilador: 250 000 m³/h
- Presión estática: 40 m.c.a.

La extracción se realizará por medio de dos ventiladores axiales de extracción reversibles, accionados por motores eléctricos de las siguientes características:

- Capacidad de cada ventilador: 250 000 m³/h
- Presión estática: 40 m.c.a.

Además habrá un ventilador de extracción que aspirará de la cámara de purificadoras de combustible, con una capacidad de 6 000 m³/h (35 renovaciones hora) a 50 m.c.a.

Los conductos de ventilación terminarán en bocas de impulsión sobre las aspiraciones del motor principal (turbosoplantes) y sobre los focos de calor.

La potencia necesaria para los ventiladores se calculará en base a los datos anteriores, mediante la siguiente expresión:

$$P = \frac{Q \left[\frac{m^3}{h} \right] \cdot P[m. c. a.]}{75 \cdot 3\,600 \cdot \eta} \cdot 0,735 \quad [kW]$$

Sustituyendo:

$$P = \frac{250\,000 \cdot 40}{75 \cdot 3\,600 \cdot 0,6 \cdot 0,9} \cdot 0,735 = 50,41 \text{ kW}$$

Como se dispone de 4 ventiladores con esas características, la potencia total es:

$$P_{TOTAL} = 50,41 \cdot 4 = 201,64 \text{ kW}$$

La potencia del extractor de la cámara de purificadores la obtenemos con la misma expresión:

$$P = \frac{Q \left[\frac{m^3}{h} \right] \cdot P[m. c. a.]}{75 \cdot 3\,600 \cdot \eta} \cdot 0,735 \quad [kW]$$

Sustituyendo:

$$P = \frac{6\,000 \cdot 50}{75 \cdot 3\,600 \cdot 0,5 \cdot 0,88} \cdot 0,735 = 1,85 \text{ kW}$$

16.4 Aire Acondicionado y Calefacción

El sistema de aire acondicionado es de alta velocidad y doble conducto, excepto en los salones y espacios públicos, que es de baja velocidad y simple conducto. Está calculado para un % de aire exterior variable, según el espacio a acondicionar.

La calefacción se emplearía durante los meses de invierno en caso de ser necesaria.

Las condiciones térmicas consideradas a la hora de calcular el acondicionamiento son las condiciones ambientales ISO 7547, que podemos ver en la siguiente tabla:

Exterior	Verano	35°C	70%HR
	Invierno	-20°C	
Interior	Verano	27°C	50%HR
	Invierno	22°C	
Agua de mar	Verano	32°C	
	Invierno	0°C	

La exhaustación del hospital y aseos se hará directamente al exterior, como se comentó en apartados anteriores, con el fin de evitar la contaminación de la atmósfera, por lo que no habrá recirculación de aire en estas zonas.

La aspiración de aire fresco mezclado con el aire recirculado se tratará en una planta de acondicionamiento. Esta planta estará formada por dos equipos con una capacidad individual del 60% del total, formados por:

- Un receptor mezclador en el cual se llevará a cabo la combinación del aire fresco y del recirculado.
- Panel de filtros.
- Una sección de calefacción alimentada con vapor de baja presión.
- Una sección de humidificación alimentada con vapor.
- Una sección de refrigeración.
- Un ventilador centrífugo accionado por un motor eléctrico.
- Un panel de control y regulación.

Las unidades de aire acondicionado estarán interconectadas para permitir operar con una unidad solamente a temperatura ambiente.

Se dispondrá de un compresor y un condensador para cada unidad.

Las potencias de los diferentes consumidores eléctricos se estiman en:

Ventilador del aire acondicionado..... 20.0 kW

Compresor del aire acondicionado..... 40.0 kW

En las siguientes tablas se muestra la relación de espacios considerados para calefactar y las renovaciones/hora consideradas.

La relación de espacios considerados en la zona de acomodación a la hora de realizar el cálculo del aire acondicionado fueron los siguientes:

Cantidad	Local	Situación
1	Pañol de provisiones	Cubierta Principal
1	Pañol de uso General	Cubierta Principal
1	Aseo	Cubierta Principal
1	Taller Nº1	Cubierta Principal
1	Gimnasio	Cubierta Principal
1	Vestuario	Cubierta Principal
1	Taller Nº2	Cubierta Principal
1	Pañol de uso General	Nivel 01
1	Oficio de tripulación	Nivel 01
1	Cocina	Nivel 01
4	Aseos	Nivel 01
1	Oficio Oficiales	Nivel 01
1	Comedor Oficiales	Nivel 01
1	Hospital	Nivel 01
2	Oficinas	Nivel 01
1	Sala de Control de Carga	Nivel 01
14	Camarotes	Nivel 02
1	Zona de Recreo Marinería	Nivel 02
1	Lavandería Marinería	Nivel 02
3	Pañol de uso General	Nivel 02
9	Camarotes	Nivel 03
1	Pañol Sist. Contraincendios	Nivel 03
1	Pañol Ropa Blanca	Nivel 03
1	Lavandería Oficiales	Nivel 03
1	Zona de Recreo Oficiales	Nivel 03
5	Camarotes	Nivel 04
1	Repostería	Nivel 04
1	Local Equipos Electrónicos	Nivel 04
2	Pañol de uso General	Nivel 04
1	Puente de Gobierno	Nivel 05
1	Aseo	Nivel 05
1	Sala de baterías	Nivel 05

Y las renovaciones/hora consideradas son:

Local	Renov./Hora
ENFERMERÍA	12
ASEO	12
VESTUARIO	20
CAMAROTE INDIVIDUAL	10
COMEDOR	20
SALON	14
PUENTE	10
GIMNASIO	25

16.4.1 Calefacción de tanques

Los tanques situados en cámara de máquinas, especialmente los de Heavy Fuel Oil, necesitarán un sistema de calefacción para las situaciones en las que la temperatura en cámara de máquinas sea baja. Aun que recordemos que esta nunca estará por debajo de los 5°C, pese a eso, el HFO por ejemplo necesita bastante más temperatura para conseguir la viscosidad adecuada para fluir.

Para cubrir esta necesidad usaremos vapor obtenido de dos formas distintas según la situación:

- En navegación: aprovecharemos los gases de exhaustación mediante un economizador en la chimenea.
- En puerto: mediante una planta generadora de vapor, caldera mixta, que será la encargada de calentar la zona de habilitación también.

Como ejemplo realizaremos una estimación del cálculo de la calefacción para un tanque de HFO. Para calcular el calor necesario para llevar la temperatura de la masa contenida en un tanque desde un valor inicial hasta otro final podemos emplear la siguiente expresión:

$$Q = \rho \cdot V \cdot c \cdot \Delta T \quad [kcal]$$

Donde:

ρ = peso específico del líquido contenido = 980 kg/m³

V = Volumen del tanque = 950 m³

c = calor específico del líquido = 0,45 kcal/kg°C

ΔT = Incremento de temperatura que se pretende conseguir (°C)

El consumo de vapor derivado del calentamiento de los tanques se obtiene a partir de la siguiente expresión:

$$qV = \frac{Q}{r \cdot t}$$

Donde:

r = calor latente de vaporización = 494,2 kcal/kg para vapor saturado seco a 6,5 kg/cm²

t = tiempo necesario para el calentamiento (h)

La expresión que se emplea para calcular las pérdidas es la siguiente:

$$P = \sum K_i \cdot S_i \cdot \Delta T$$

Donde:

k = coeficiente de transmisión de calor de cada pared (kcal/m²·°C·h)

S = superficie de la pared por donde se producen las pérdidas

ΔT = incremento de temperatura (°C)

Para el cálculo de pérdidas totales de calor en el tanque realizaremos una estimación teniendo en cuenta la superficie y el medio de contacto de cada costado:

- Mamparo de proa – aire interior
- Mamparo de popa – aire interior
- Costado estribor – 20% tanque aguas grises, 80% aire interior
- Costado de babor – doble casco
- Techo – aislamiento (cubierta)
- Fondo – aire interior

El tanque tiene las siguientes medidas aproximadas:

Largo (proa-popa) = 6,4 m

Ancho (Br-Er) = 13,8 m

Alto (LB-Cubierta) = 10,8 m

No es exactamente paralelepípedo pero lo supondremos al tratarse de un ejemplo de estimación. Por lo tanto la superficie total expuesta del tanque será de:

$$S = ((13,8 \cdot 6,4) + (6,4 \cdot 10,8) + (13,8 \cdot 10,8)) \cdot 2 = 612,96 \text{ m}^2$$

Teniendo en cuenta una k (coef. de transmisión de calor) de 2,5 para aire interior, 18 para el doble casco, 8 para el aislamiento de cubierta y 15 para el costado en contacto con el tanque de aguas grises, obtenemos la siguiente media:

$$\sum K_i = 2,5 + 2,5 + 22 + 12 + 8 + 2,5 = \frac{57,5}{6} = 9,6 \text{ kcal/m}^2 \cdot ^\circ\text{C} \cdot \text{h}$$

Supondremos el peor caso de variación de temperatura por lo que:

$$\Delta T = 45 - 5 = 40^\circ\text{C}$$

Entonces:

$$P = \sum K_i \cdot S_i \cdot \Delta T = 9,6 \cdot 613 \cdot 40 = 235\,392 \text{ kcal/h}$$

Ahora calculo la cantidad de vapor que necesito:

$$\text{Consumo de vapor} = P / (\text{entalpia vapor} - \text{entalpia condensado})$$

Siendo:

$$\text{Entalpia vapor (165}^\circ\text{C)} = 660 \text{ kcal / kg}$$

$$\text{Entalpia condensado (150}^\circ\text{C)} = 152 \text{ kcal / kg}$$

$$\text{Consumo de vapor} = \frac{235\,392}{(660 - 152)} = 463,37 \text{ kg/h}$$

Además, hay que sumar el caudal de vapor necesario para subsanar las pérdidas, por lo tanto obtenemos el siguiente valor:

$$Q = \rho \cdot V \cdot c \cdot \Delta T = 980 \cdot 950 \cdot 0,45(45 - 10) = 14\,663\,250 \text{ kcal}$$

Suponiendo un tiempo de calentamiento de 24 horas el consumo de vapor necesario es el siguiente:

$$qV = \frac{Q}{r \cdot t} = \frac{14\,663\,250}{494,2 \cdot 24} = 1236,27 \text{ kg vapor/h}$$

Entonces:

$$Q_{TOTAL} = \text{Consumo de vapor} + qV = 463,37 + 1236,27 = 1699,64 \approx 1700 \text{ kg/h}$$

Este mismo proceso habría que realizarlo para el resto de tanques variando sus superficies y volúmenes.

17 ANEXO 1_CATÁLOGOS

Sewage Treatment Plants

IMO MEPC 159(55) & MEPC 227(64)
MED Type Approved

BIOLOGICAL



Main Features & Advantages

- Compact solutions for black and grey water treatment.
- Will perform satisfactorily with waste collected either by vacuum or gravity
- No risk of odour emissions or methane production due to aerobic process
- Containerized solutions available upon request
- Wide range of models available for crew on board from 10-400 people.

SEWAGE TREATMENT PLANTS

DELTA *STPN* SERIES

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

COMPATIBLE WITH ALL VACUUM SYSTEMS IN THE MARKET

LOW MAINTENANCE REQUIRED

COMPLIANT WITH IMO MEPC 159(55) & IMO MEPC 227 (64)

ABS AND RMRS TYPE APPROVED.

MODULAR SOLUTIONS AVAILABLE

POSSIBILITY TO INSTALL IN CONTAINERS FOR IN-LAND OPERATION

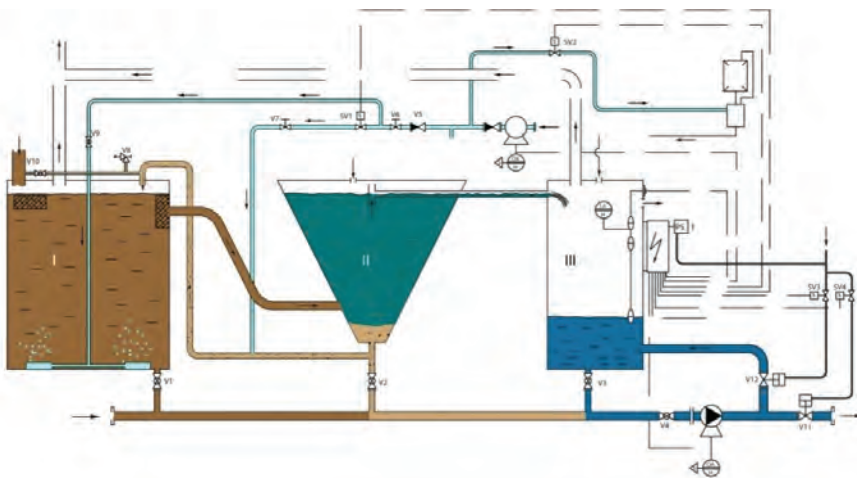
DELTA *PRBN* SERIES

PRBN-MODEL	CREW	L/DAY	KG BOD/DAY
70	10	700	0,50
105	15	1050	0,75
140	20	1400	1,00
175	25	1750	1,25
210	30	2100	1,50
280	40	2800	2,00
350	50	3500	2,50
420	60	4200	3,00
490	70	4900	3,50
560	80	5600	4,00
630	90	6300	4,50
735	105	7350	5,25
875	125	8750	6,25
1200	171	11998	8,57
1400	200	14000	10,00
1575	225	15750	11,25
1750	250	17500	12,50
1925	275	19250	13,75
2100	300	21000	15,00
2380	340	23800	17,00
2590	370	25900	18,50
2800	400	28000	20,00
2940	420	29400	21,00

Black and Grey Water

STPN MODELS

Specially designed to reduce the footprint while treating black & grey water through the whole process according to IMO MEPC 227(64)



Black Water Only

PRBN MODELS

Reduced footprint for black water treatment through biological process



detegasa
DELTA

Marine Incinerators

IMO MEPC 76(40) MED Type Approved



Main Features & Advantages

- ⊗ Fully dismantlable for easy retrofitting.
- ⊗ Wide range of models available and broad list of references worldwide.
- ⊗ Total automatic control
- ⊗ Containerized solutions available upon request
- ⊗ Easy maintenance

DETEGASA

Tel: +34-981494000
Fax: +34-981486352
www.detegasa.com
commercial@detegasa.com



OHSAS 18001
BUREAU VERITAS
Certification



ISO 9001
BUREAU VERITAS
Certification



DETEGASA

Carretera Castro-Meiras S/N
Tuimil-Sequeiro
Valdoviño-15550
Spain

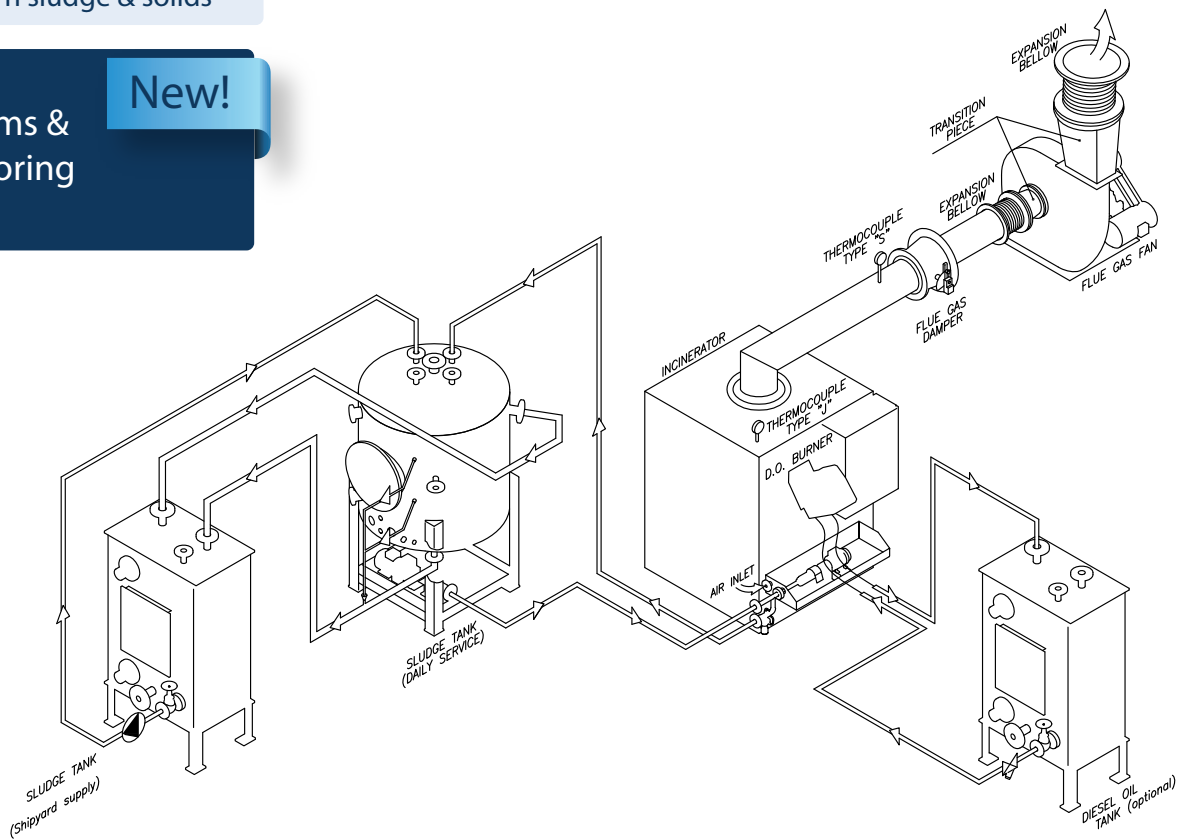
Marine Incinerators

INCINERATOR MODELS	IRA-	IRLA-	IRA-	IRLA-	IRA-	IRLA-	IRA-	IRLA-	IRA-	IRLA-	IRA-	IRLA-	IRA-	IRLA-
IRA/IRLA-	10		18		30		50		65		80		100	
KCAL/H	100.000		180.000		300.000		500.000		650.000		800.000		1.000.000	
KW	116		209		349		581		756		930		1.163	
IMO Sludge (L/H)	-	13	-	23	-	39	-	65	-	84	-	103	-	130
Solid Waste (KG/H)	25		35		50		80		130		150		175	
MAX. Burner Consumption (kg/h)	8,5		14,8		14,8		20		30		40		55	
MAX. Electric Power (kw)	6,00	12,70	8,00	14,70	8,00	14,70	11,50	23,00	22,60	34,20	31,70	43,30	31,70	43,30
Aprox incinerator weight (kg)	1510	1550	1510	1550	2850	3110	2850	3110	5800	5850	5800	5850	7950	8000
Fan weight	205		230		230		350		397		545		600	

IRA- Models meant to burn only solids
IRLA- Meant to burn sludge & solids

Bilge water injection systems & Remote monitoring systems

New!



Capability to burn solids and sludge simultaneously

PLC Touch Screen Monitor

Simple and reliable operation

Large number of references in Offshore, Commercial and Navy vessels.

Oily Water Separators

IMO MEPC 107(49) MED Type approved



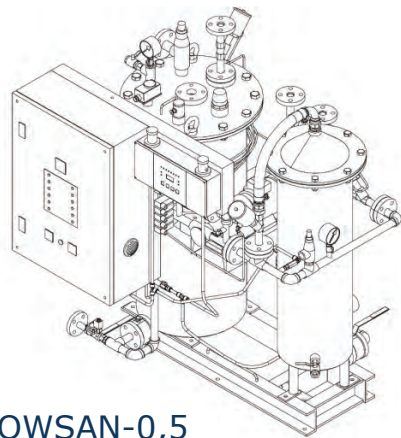
5ppm's
Feature Available

Main Features & Advantages

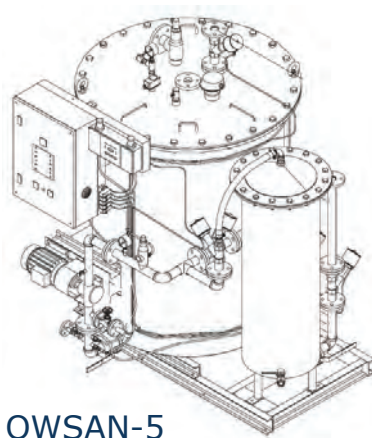
- Detegasa's Oily Water Separators are designed to ensure a smooth operation on board
- Reliable Performance.
- Easy Installation and low maintenance required
- Customized solutions to comply with different hazardous zones and military requirements.

Oily Water Separators

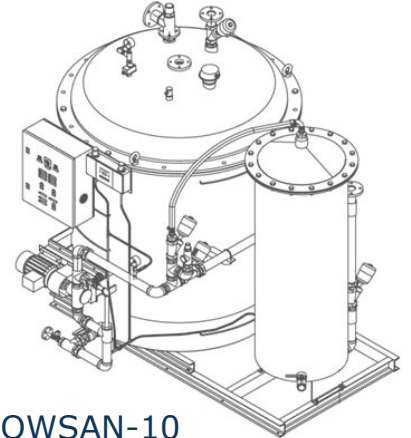
SEPARATOR MODELS	CAPACITIES (m3/h)	L (mm)	H (mm)	W (mm)
OWSAN-0,5	0,5	1122	1342	984
OWSAN-0,1	1	1125	1410	975
OWSAN-2,5	2,5	1512	1792	1287
OWSAN-5	5	1865	2080	1615
OWSAN-7,5	7,5	2388	2309	1858
OWSAN-10	10	2566	2447	2102



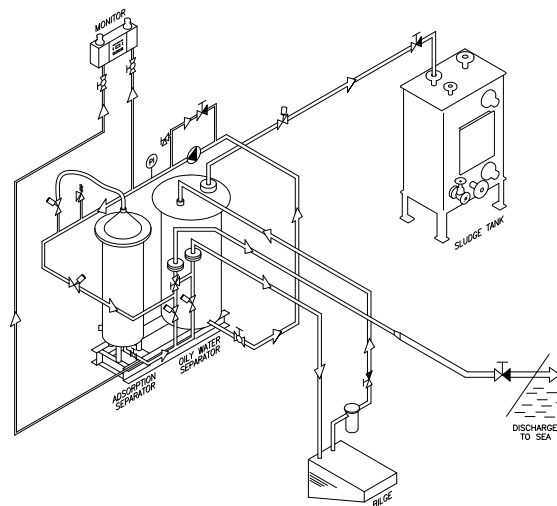
OWSAN-0,5



OWSAN-5



OWSAN-10



The first stage consists on separating the free hydrocarbons on the gravity separator, whereas the second stage treats the emulsions, if any, by an adsorption process.



detegasa
DELTA