



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

Trabajo Fin de Grado
CURSO 2020/2021

PETROLERO (TANQUE CRUDOS) 250000 TPM

GENO-2020-02

Grado en Ingeniería Naval y Oceánica

ALUMNA/O

Minerva Rivas Cabanas

TUTORAS/ES

Raúl Villa Caro

FECHA

JUNIO 2021

1 TÍTULO Y RESUMEN

1.1 Castellano

El buque que se proyectará en este trabajo es uno para el transporte de un gran volumen de crudo, un petrolero de crudo VLCC, cuya característica principal es su capacidad de carga máxima de 275000 toneladas de peso muerto, según la RPA. En estos cuadernos se recoge el proceso completo de diseño, construcción y evaluación económica desarrollado para la obtención de dicho buque.

1.2 Galego

O buque que se proxecta neste traballo é un para o transporte dun gran volume de crudo, un petroleiro de crudo VLCC, cuxa característica principal é a súa capacidade de carga máxima, dada pola RPA, 275000 toneladas de peso morto. Nestes cadernos recóllese o proceso completo de diseño, construción e avaliación económica desenrolado para a obtención de dito buque.

1.3 English

The ship that will be projected in this work is one for the transport of a large volume of crude, a very large crude oil tanker (VLCC), whose main characteristic is its maximum load capacity of 275,000 deadweight tons, according to the PAR. These notebooks collect the complete process of design, construction and economic evaluation developed to obtain the mentioned ship.



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

**TRABAJO FIN DE GRADO
CURSO 2020/2021**

PETROLERO (TANQUE CRUDOS) 250000 TPM

Grado en Ingeniería Naval y Oceánica

Cuaderno 12:

EQUIPOS Y SERVICIOS



**SIMULTANEIDAD DE GRADO EN INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA E
INGENIERÍA MECÁNICA**

TRABAJO FIN DE GRADO

CURSO 2020-2021

PROYECTO NÚMERO

TIPO DE BUQUE: Petrolero (tanque de crudos)

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

CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA: 275000 toneladas de peso muerto

VELOCIDAD Y AUTONOMÍA: 15.5 nudos en condiciones de servicio. 20000 millas a velocidad de servicio.

SISTEMAS Y EQUIPOS DE CARGA / DESCARGA: Bombas para carga y descarga de tanques.

PROPULSIÓN: Motor diésel acoplado a una hélice de paso fijo.

TRIPULACIÓN Y PASAJE: 36 personas distribuidas en camarotes individuales y dobles.

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

Ferrol, 04 de Octubre de 2020

ALUMNO/A: **D^a Minerva Rivas Cabanas**

CONTENIDO

1 Título y Resumen	
1.1 Castellano	
1.2 Galego	
1.3 English	
Contenido	
2 Introducción	1
3 Equipo de fondeo, amarre y remolque	3
3.1 Cálculo del numeral de equipo	3
3.2 Equipo de amarre y fondeo seleccionado	4
3.2.1 Dimensiones del carretel	6
3.2.2 Dimensiones del chigre	7
3.2.3 Potencia requerida por el chigre	8
3.3 Caja de cadenas	8
3.3.1 Volumen requerido de caja de cadenas	8
3.3.2 Diseño de las cajas de cadenas	9
3.3.3 Diámetro del escobén	11
3.3.4 Molinetes	11
3.4 Chain stopper	13
4 Equipo de salvamento	14
4.1 Embarcaciones de supervivencia	14
4.1.1 Botes salvavidas	14
4.1.2 Balsas salvavidas	15
4.2 Bote de rescate	15
4.3 Aros salvavidas	16
4.4 Dispositivos radioeléctricos de salvamento	16
4.5 Dispositivos de localización y búsqueda	17
4.6 Bengalas para señales de socorro	17
4.7 Sistema de comunicaciones a bordo y sistema de alarma	18
4.8 Dispositivos individuales de salvamento	18
4.8.1 Chalecos salvavidas	18
4.8.2 Trajes de inmersión y protección a la intemperie	19
5 Servicio de sentina	20
6 Servicio de lastre	25
6.1 Tiempo y caudal de lastrado	25
6.2 Dimensionamiento	25

7 Servicio sanitario.....	29
7.1 Cálculo de las necesidades del servicio sanitario	29
7.2 Dimensionamiento del generador de agua dulce	30
7.3 Cálculo de caudales nominales.....	31
7.3.1 Compartimentos tipo.....	31
7.3.2 Caudales por cubierta.....	33
7.4 Presiones de suministro.....	34
7.4.1 Pérdidas de carga al consumidor más desfavorable (fría y caliente).....	34
7.4.2 Altura de bombeo (fría y caliente).....	36
7.5 Dimensionamiento de las bombas de suministro	36
7.6 Pérdidas de carga de recirculación	37
7.7 Dimensionamiento de las bombas de recirculación.....	42
7.8 Dimensionamiento del tanque hidróforo.....	42
7.9 Dimensionamiento de los calentadores.....	44
7.10 Selección de la planta de tratamiento de aguas residuales.....	45
8 Servicio contra incendios	48
8.1 Bombas CI, colectores, hidrantes y mangueras	48
8.1.1 Hidrantes y Mangueras.....	48
8.1.2 Bombas CI.....	49
8.1.3 Colector CI.....	51
8.2 Extintores.....	52
8.2.1 Extintores portátiles de polvo polivalente ABC	52
8.3 Instalaciones fijas de CI	53
8.3.2 Dimensionamiento de las instalaciones CI de cámara de máquinas.....	54
8.4 Equipos de detección de incendios.....	55
9 Ventilación	56
9.1 Ventilación de espacios	56
9.1.1 Selección de ventiladores	57
9.2 Ventilación cámara de máquinas	57
9.3 Ventilación espacios de carga	58
10 Elevación y mantenimiento	59
11 Equipo de fonda y hotel.....	60
12 Navegación y comunicaciones	62
13 Aire acondicionado.....	63
13.1 Condición de verano	63
13.2 Condición de invierno	65

13.3 Resultados y dimensionamiento de la planta de AACC.....	67
14 Medios de carga y descarga	69
15 Sistema de limpieza de tanques.....	71
16 Calefacción de tanques.....	72
17 Sistema de gas inerte	74
17.1 Dimensionamiento del sistema	74
18 Bibliografía	75
19 ANEXO I: Local Aire Acondicionado cubierta principal	76

2 INTRODUCCIÓN

En este cuaderno se pretende definir el diseño y diversas características de los equipos y servicios que formarán parte del buque a proyectar.

Estos estarán impuestos por las particularidades del Sociedad de Clasificación DNV, por la reglamentación que en el caso a tratar será el convenio SOLAS y por las propias especificaciones del barco.

Los equipos más habituales instalados en buques son los siguientes tipos:

- **Equipo de fondeo, amarre y remolque.**
- **Dispositivos y recursos de salvamento.**
- **Equipo de control del motor propulsor.**
- **Equipo de comunicaciones y apoyo a la navegación.**
- **Equipo de carga y descarga.**
- **Equipo de acceso y aprovisionamiento.**

Por otra parte, se presentan los diferentes servicios que se analizarán en este proyecto:

- Servicio de casco.
- **Servicio de sentinas.**
- **Servicio de lastre.**
- **Servicio contra incendios.**
- **Servicio de agua dulce.**
- Servicio de aireaciones, reboses y sondas de tanques.
- Servicios hidráulicos,
- Servicio sanitario.
- Servicio de tratamiento de residuos y efluentes.
- **Servicio de fonda y lavandería.**
- **Servicio de ventilación, calefacción y aire acondicionado.**

Las características del buque proyectado se contemplan en la tabla dispuesta a continuación:

L total (m)	309.05
Lpp (m)	302.9
Manga (m)	56.5
Puntal (m)	29.4
Calado (m)	21.9
Cb	0.865
Cm	0.989

Cp	0.875
Cwp	0.934
Δ (t)	339242
TPM	275000
BHP (kW)	37680
Superficie mojada (m²)	27623.15
Superficie flotación (m²)	16302.609
Velocidad (nudos)	15.5
Peso en Rosca (t)	46496

3 EQUIPO DE FONDEO, AMARRE Y REMOLQUE

3.1 Cálculo del numeral de equipo

El cálculo del equipo de amarre y fondeo es posible gracias al Numeral de Equipo (EN), que está definido por las IACS y por las SSCC, en este caso, como se especifica en la RPA, es el DNV. El EN viene dado por:

$$EN = \Delta^{\frac{2}{3}} + 2 * h * B + \frac{A}{10}$$

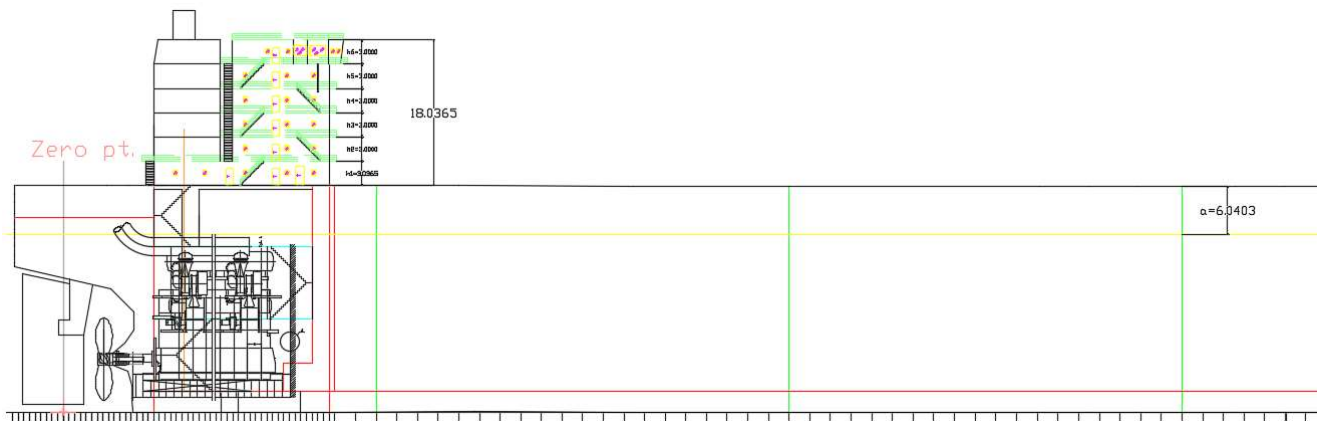
Los parámetros incluidos en la expresión anterior se definen como:

- Δ es el desplazamiento a la línea de carga de verano en toneladas, en el caso a tratar:

$$\Delta = 339242 t$$

- h es la altura efectiva en metros desde la línea de flotación de carga de verano en la cuaderna maestra a la parte superior de la superestructura más alta que tenga una manga superior a $\frac{B}{4}$. En el caso a proyectar:

$$h = a + h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5 + h_6 m$$

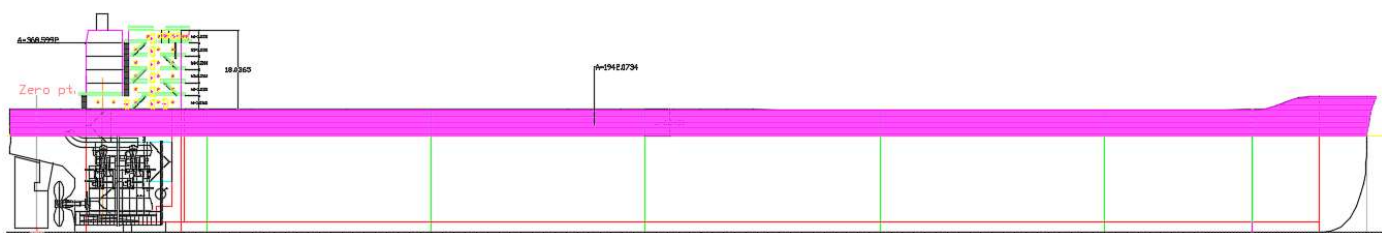


- B se corresponde con la manga del buque,

$$B = 56.5 m$$

- A vendrá definida por el área del perfil del casco y la superestructura por encima de la flotación de la carga de verano, que estén dentro de la eslora del buque y con una manga superior a $\frac{B}{4}$.

$$A = 1942.0734 + 368.5992 = 2310.67 m^2$$



Por tanto, tras insertar los distintos valores obtenidos en la ecuación del Numeral de Equipo, se obtiene que su valor es:

$$EN = 7816$$

Para poder definir completa y correctamente el Numeral de Equipo, es necesario mencionar que su dimensionamiento es factible gracias a la toma de una serie de supuestos como,

- Fondeo temporal, cuando el barco está situado en un área protegida a la espera de atraque o en un puerto.
- La corriente presenta una velocidad de 2.5 m/s.
- El viento sopla a 25 m/s.
- La longitud de la cadena largada será de entre 6 y 10 veces la profundidad.

Numeral		
<i>Desplazamiento</i>	339242	ton
<i>B</i>	56,5	m
<i>A</i>	2310.67	m2
<i>a</i>	6,0403	m
<i>h1+h2+...</i>	18.0365	m
<i>NE</i>	7816	

3.2 Equipo de amarre y fondeo seleccionado

Por medio del EN obtenido y la tabla que se encuentra en el DNV-GL Pt.3, Ch.11 y Sect.1, es viable la determinación de los siguientes factores reglamentarios:

- Peso y número de anclas.
- Longitud y diámetro de las cadenas (para grado 1,2 y 3).
- Cable de remolque.
- Estachas de amarre.

Equipment number	Equipment letter	Stockless bower anchors		Stud-link chain cables			Towline (guidance)		Mooring lines ¹⁾ (guidance)			
		Number	Mass per anchor kg	Total length	Diameter and steel grade			Steel or fibre ropes		Steel or fibre ropes		
				m	VL K1 mm	VL K2 mm	VL K3 mm	Minimum length m	Minimum breaking strength kN	Number	Length of each m	Minimum breaking strength kN
3600 to 3799	Q	2	11100	687.5	105	92	81	300	1471	6	200	618
3800 to 3999	R	2	11700	687.5	107	95	84	300	1471	6	200	647
4000 to 4199	S	2	12300	687.5	111	97	87	300	1471	7	200	647
4200 to 4399	T	2	12900	715	114	100	87	300	1471	7	200	657
4400 to 4599	U	2	13500	715	117	102	90	300	1471	7	200	667
4600 to 4799	V	2	14100	715	120	105	92	300	1471	7	200	677
4800 to 4999	W	2	14700	742.5	122	107	95	300	1471	7	200	686
5000 to 5199	X	2	15400	742.5	124	111	97	300	1471	8	200	686
5200 to 5499	Y	2	16100	742.5	127	111	97	300	1471	8	200	696
5500 to 5799	Z	2	16900	742.5	130	114	100	300	1471	8	200	706
5800 to 6099	A*	2	17800	742.5	132	117	102	300	1471	8	200	706
6100 to 6499	B*	2	18800	742.5	137	120	107	300	1471	9	200	716
6500 to 6899	C*	2	20000	770		124	111	300	1471	9	200	726
6900 to 7399	D*	2	21500	770		127	114	300	1471	10	200	726
7400 to 7899	E*	2	23000	770		132	117	300	1471	11	200	726
7900 to 8399	F*	2	24500	770		137	122	300	1471	11	200	735
8400 to 8899	G*	2	26000	770		142	127	300	1471	12	200	735
8900 to 9399	H*	2	27500	770		147	132	300	1471	13	200	735
9400 to 9999	I*	2	29000	770		152	132	300	1471	14	200	735

Con el EN calculado y por medio de la tabla anterior procedente del reglamento ya mencionado, se obtienen los siguientes datos:

<i>Letra de equipo</i>	E*
<i>Número de anclas</i>	2
<i>Masa de cada ancla (Kg)</i>	23000
<i>Longitud de cadena (m)</i>	770
<i>Diámetro de cadena (mm)</i>	117
<i>Resistencia mínima de rotura (kN)</i>	1471
<i>Líneas de amarre</i>	
<i>Número de líneas</i>	11
<i>Longitud de cada línea (m)</i>	200
<i>Resistencia mínima de rotura (kN)</i>	726

En la tabla aparecen 3 calidades de cadena, en orden creciente de resistencia a la rotura. En el desarrollo de este proyecto, se ha decidido que la cadena escogida será aquella que presente una mayor resistencia a la rotura (grado 3), así, la cadena pesa menos, su eslabón es de menos diámetro y se podrá escoger un molinete menor.

Para dimensionar los chigres de maniobra se usa de nuevo el artículo técnico de la revista "Ingeniería Naval" de mayo de 1999 "Normas prácticas para el diseño de chigres de carga y maniobra" de D. Juan Carlos Carral Couce y D. Luis Carral Couce. Las hipótesis iniciales son:

- Los dispositivos mecánicos de los chigres de carga y maniobra deben ser capaces de resistir, de manera continua y sin rebasar los límites de tensión admitidos en el diseño, una carga estática superior al 50% de la carga nominal de trabajo.
- Los elementos mecánicos resistirán durante 6000 horas, de un modo continuado y sin sobrepasar los límites de tensión admitidos, una carga dinámica intermitente de las siguientes características:
 - Al 120 % de la carga nominal durante 2 minutos.
 - 1 minuto de reposo.
- El motor del chigre debe tener la capacidad de proporcionar una potencia P durante una hora en continuo, dada por:

$$P = \frac{0.23 * T * Vs}{\eta t}$$

Donde,

- T es la tracción nominal en toneladas= 726/9.81= 79.78 t
 - Vs es velocidad de izada que permanecerá entre un rango de 20 a 30 m/min. Para este caso se coge 25 m/min.
 - ηt es el rendimiento de la transmisión suele estar entre un 80 y 95%, en el caso a tratar se escoge 0.8.
- En caso de que el accionamiento sea hidráulico, la presión de trabajo del motor tiene un máximo del 80% de la máxima admisible en continuo.
 - El diámetro del carretel será al menos 15 veces el diámetro del cable.

3.2.1 Dimensiones del carretel

Se debe dimensionar también el carretel mediante el cálculo de su diámetro interior y exterior mínimo y que sirvan de orientación para escoger el modelo winche más apropiado para el fin designado. El cálculo se realiza como:

$$\text{Diámetro interior (mm)} = 17 * \text{diámetro estacha}$$

$$\text{Diámetro exterior (mm)} = 3 * \text{diámetro interior}$$

Por lo tanto, para obtener el diámetro de la estacha se debe buscar un catálogo de un fabricante de estacha que cumpla con los requisitos de carga mínima correspondiente a la tabla del número de equipo, en este caso: 726 kN.

Superflex 8 S/T

Dia	Cir	Peso	Carga de rotura	
			Kg	kN
40	5	91,5	32.000	313,9
44	5 ½	109,0	38.000	372,8
48	6	132,0	44.000	431,6
52	6 ½	150,0	51.000	500,3
56	7	179,0	59.000	578,8
60	7 ½	200,5	67.000	657,3
64	8	226,0	75.000	735,8
68	8 ½	254,0	84.000	824,0
72	9	284,0	94.000	922,1
80	10	349,0	114.000	1.118,3
88	11	420,0	138.000	1.353,8
96	12	500,0	163.000	1.599,0
104	13	583,0	191.000	1.872,0
112	14	674,0	221.000	2.168,0

Se puede observar en la tabla anterior del catálogo de la empresa Bezabala que el diámetro de estacha necesario para el caso a tratar es de 64 mm. Por lo tanto, el carretel tendrá unas dimensiones de:

$$di = 17 * 64 = 1088 \text{ mm}$$

$$de = 3 * 1088 = 3264 \text{ mm}$$

La tracción sufrida por el cable al arrollarse es inferior a la máxima admisible en la primera capa. Esta tracción es calculada como:

$$T_{max} = \frac{T * (\text{diámetro ext.} + \text{diámetro int.})}{2 * (\text{diámetro int.} + \text{diámetro estacha})}$$

$$T_{max} = \frac{74.92 * (3264 + 1088)}{2 * (1088 + 64)} = 141.52 \text{ t} = 1388.27 \text{ kN}$$

Para calcular la anchura del carretel se debe utilizar la siguiente fórmula (siempre que la anchura sea inferior a 500 mm),

$$l = 1500 * L * \frac{dc^2}{(de^2 - di^2)}$$

Siendo,

- L= longitud de cable del carretel= 200 mm.

Obtenemos que:

$$l = 1500 * 200 * \frac{64^2}{(3264^2 - 1088^2)} = 129.76 \text{ mm}$$

3.2.2 Dimensiones del chigre

Según el artículo mencionado con anterioridad, el diámetro interno del cabirón vendrá dado por:

$$di = 10 * \text{destacha} = 10 * 64 = 640 \text{ mm}$$

A continuación, se debe calcular la altura H de este elemento:

$$H = di * 0.7 + 100 = 548 \text{ mm}$$

3.2.3 Potencia requerida por el chigre

La potencia requerida por el chigre viene dada por:

$$P = \frac{0.23 * T * Vs}{\eta t}$$

Donde,

- La tracción en toneladas suele adoptarse como:

$$T = 0.33 \text{ MBL} = 0.33 * 75000 = 24750 = 24.75 \text{ t}$$

(75000 Kg-f es la carga de rotura de la estacha escogida del catálogo de Bezabala)

- Vs se toma como 25 m/min.
- $\eta t = 0.8$

Entonces, se obtiene que:

$$P = \frac{0.23 * 24.75 * 25}{0.8} = 177.89 \text{ CV} = 136.65 \text{ kW}$$

Se colocarán 6 chigres de amarre, 2 en cada zona (proa, popa y central).

3.3 Caja de cadenas

3.3.1 Volumen requerido de caja de cadenas

Dos cajas de cadenas serán colocadas en proa, situadas simétricamente respecto a crujía y con base prismática, cuyo volumen se obtiene con los datos sacados del Numeral de Equipo y por medio de la siguiente expresión:

Chain locker volume function

$$\text{Power function } V_1 = c d_c^b$$

Or

$$\text{Polynomial function } V_1 = c_4 d_c^4 + c_3 d_c^3 + c_2 d_c^2 + c_1 d_c^1 + b$$

Whereby:

V ₁	Effective chain locker volume	[m ³]	Volumen por cada 100 m de cadena
d _c	Chain diameter	[mm]	

Donde,

- d es el diámetro de la cadena dado en mm= 132 mm.
- L es la longitud de la cadena estibada en esa caja en m. La longitud total de la cadena es de 770 m, cada largo presenta una longitud de 27.5 m, con este razonamiento sacamos que la cadena en total estará provista de 28 largos. Por lo que en una caja se dispondrán 14 largos y en la otra los restantes. El volumen de ambas cajas será calculado de forma que ambas puedan llevar el número más alto de largos; en el caso a tratar es el mismo, 14 largos. La longitud de la cadena en cada caja la sacamos de:

$$L = n^{\circ} \text{ de largos} * L_{\text{largos}} = 14 * 27.5 = 385 \text{ m}$$

El volumen de cada caja de cadenas, introduciendo los valores previamente descritos, queda como:

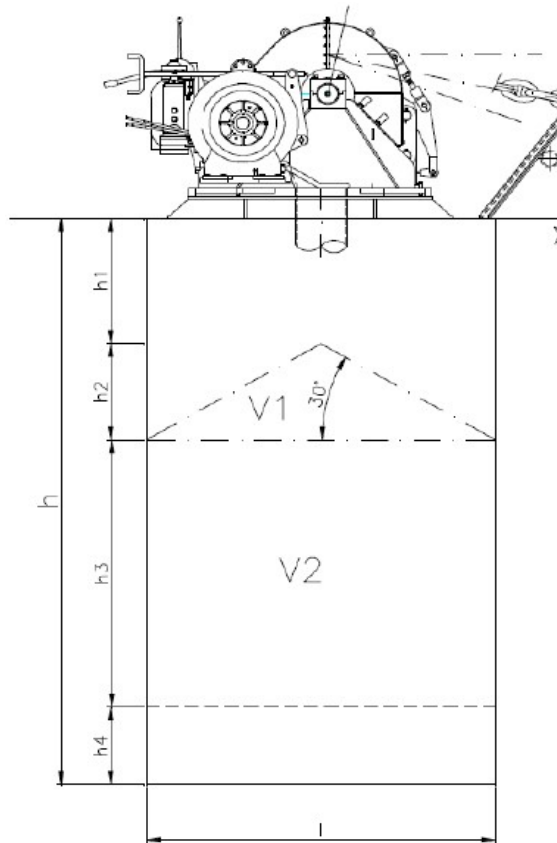
$$V_{\text{caja de cadenas}} = 51.1 \text{ m}^3$$

Caja de cadenas (cálculo para una caja)

diam. Cadena	117	mm
Largo cadena (una banda solo)	385	m
Volumen	51,1	m3
Lados de la caja entre 2,9 m y 4,7 m	4,2	

3.3.2 Diseño de las cajas de cadenas

En la siguiente imagen se muestra como el volumen de la caja de cadenas es dividido en dos partes: V1 y V2.



3.3.2.1 Cálculo del volumen cónico de la zona superior (V1):

El volumen cónico de la zona situada en la parte superior de la caja de cadenas viene dado por la siguiente fórmula:

$$V1 = \frac{h_2}{3} * \pi * \left(\frac{l}{2}\right)^2$$

Donde,

- V1 es el volumen cónico de la parte superior en m³.

- l es el lado inferior ó diámetro de la caja de cadenas dado en m. El lado (l) de las cajas de cadenas prismáticas mínimo recomendado es de:

$$l \geq 25 * d \geq 25 * 132 = 3300 \text{ mm}$$

Por cuestión de diseño, se escoge una magnitud superior:

$$l = 30 * 132 = 3960 \text{ mm} = 3.96 \text{ m}$$

Por razones de diseño y debido a la separación entre cuadermas y longitudinales del buque proyectado, se escoge,

$$l = 4.2 \text{ m}$$

- h_2 es la altura de la zona cónica de estiba dada en m.

$$h_2 = \frac{l}{2} * \tan(30) = 1.2 \text{ m}$$

Por tanto, el volumen de esta parte de la caja de cadenas queda definido como:

$$V_1 = \frac{h_2}{3} * \pi * \left(\frac{l}{2}\right)^2 = 5.54 \text{ m}^3$$

3.3.2.2 Cálculo del volumen de la zona inferior (V2)

En esta zona de la caja de cadenas, se puede considerar que la cadena puede ya ocupar todo en volumen de la caja. Entonces, queda definido como:

$$V_2 = V - V_1 = 45.6 \text{ m}^3$$

3.3.2.3 Cálculo de la altura de la caja de cadenas (h)

La altura de la caja de cadenas viene dada por la siguiente expresión:

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

- h_1 se denomina a aquella altura necesaria en metros para la caída y acceso de la cadena a la caja. Está definida por la siguiente expresión:

$$1.5 \leq h_1 \leq 2.8 \text{ m}$$

- h_3 en metros es la altura de la definida anteriormente como zona inferior de la caja de cadenas. Su valor se halla mediante la siguiente expresión:

$$h_3 = \frac{V_2}{l_1 * l_2} = \frac{45.6}{4.2 * 4} = 2.7$$

Siendo l_1 y l_2 los lados de la base de la caja de cadenas en metros.

- h_4 es la altura considerada para el drenaje de la cadena en metros, determinada por la siguiente expresión:

$$0.6 \leq h_4 \leq 0.8 \text{ m}$$

En el caso a tratar, como se tiene una cadena de grandes dimensiones, se cogen las alturas máximas de h_1 y h_4 . Por tanto, la altura de las cajas de cadenas queda definida como:

$$h = 2.8 + 1.2 + 2.7 + 0.8 = 7.5 \text{ m}$$

3.3.3 Diámetro del escobén

El diámetro mínimo del interior de la bocina del escobén se calcula a partir de la siguiente fórmula sacada de los apuntes de la asignatura de "Sistemas Auxiliares II":

$$D = [(100 - d) * 0.0367 + 7.5] * d$$

Donde,

- D: diámetro de la bocina del escobén (mm).
- d: diámetro de la cadena= 117 mm.

Sustituyendo los datos anteriores se obtiene que,

$$D = [(100 - 117) * 0.0367 + 7.5] * 117 = 804.5 \text{ mm} \approx 800 \text{ mm}$$

Diámetro del Escobén

diam. Cadena	117	mm
Diam. Escoben	800	mm

3.3.4 Molinetes

Mediante el uso del artículo técnico de la revista de "Ingeniería Naval" de mayo de 1999 "Normas prácticas para el diseño de molinetes de anclas" de D. Juan Carlos Carral Couce y D. Luis Carral Couce, se realiza el cálculo de potencia de los molinetes que se dispondrán en el buque a proyectar. Para poder ejecutar la tarea anteriormente mencionada de forma correcta, es también necesario el seguimiento de las pautas dictadas por el DNVGL, Pt. 3, Chp. 11, St. 1.

Se decide instalar dos molinetes monoancla de eje horizontal, ya que este tipo son los usados para cadenas de más de 40 mm de diámetro según la fuente mencionada previamente.

Si el molinete se encuentra en movimiento, todos sus elementos mecánicos deber tener la capacidad de soportar una carga perpendicular a los ejes del propio molinete. Si el molinete está parado, el barbotén embragado y el freno sin actuar, los elementos de este deben ser capaces de soportar un tiro aplicado en el diámetro del barbotén igual al 40% de la carga de rotura de la cadena.

El tiro normal del molinete (N) que debe ser aplicable durante al menos 30 min, según el DNV se calcula:

Lifting force and speed	Grade of chain		
	K1	K2	K3
Normal lifting force for 30 min, in N	37.5 d_c^2	42.5 d_c^2	47.5 d_c^2
Mean hoisting speed	9 m/min.		
Maximum lifting force for 2 minutes (no speed requirement)	1.5 - normal lifting force		
d_c = diameter of chain in mm.			

Es decir,

$$F = k * dc$$

- K es el coeficiente que depende del material de la cadena. Para grado 3, K=47.5 como se puede observar en la tabla anterior.
- d es el diámetro de la cadena en mm= 117 mm

$$F = 47.5 * 117^2 = 650227.5 N = 65.02 t$$

La potencia necesaria del molinete se estima mediante las siguientes expresiones del artículo "Normas prácticas para el diseño de molinetes de ancla".

- Como primera aproximación:

$$P = \frac{6.5 * dc^2 * Vs * K}{4500 * \eta m}$$

Donde,

- dc es el diámetro de la cadena= 117 mm.
- Vs es la velocidad media de elevación, según el DNV 10 m/min.
- K=1.
- ηm es el rendimiento molinete de 0.5.

$$P = 395.46 CV = 294.89 kW$$

- Potencia continua necesaria para elevar el ancla:

$$P = \frac{0.87 * (Pancla + 0.02 * dc^2 * L) * Vs}{4500 * \eta m * \eta e} * 0.7457$$

Donde,

- dc es el diámetro de la cadena= 117 mm.
- Pancla es el peso del ancla= 23000 kg.
- Vs es la velocidad media de elevación, según el DNV 10 m/min.
- L es la longitud de la cadena= 385 m.
- K=1
- ηm es el rendimiento molinete de 0.5.
- ηe es el rendimiento escobén de 0.6.

$$P = 617.07 kW$$

- Potencia para zarpar el ancla, durante un período corto de tiempo:

$$P = \frac{(2.1 * Pancla + 0.02 * dc^2 * L) * Vs}{4500 * \eta m * \eta e} * 0.7457$$

Como los datos son iguales a los descritos con anterioridad, se obtiene que:

$$P = 849.02 kW$$

Potencia del molinete

diam. Cadena	117	mm
Largo cadena	385	m
Velocidad izada	10	m/min
Peso ancla	23000	kg
Rendimiento molinete	0,5	
Rendimiento escobén	0,6	
Potencia media izada	617,07	kW
Potencia para zarpar	849,02	kW

Analizando los tres resultados de potencia sacados de las expresiones anteriores, parece ser necesaria la instalación de la potencia para zarpar el ancla de 849.02 kW, ya que esta es la más elevada de todas y se corresponde a la situación más desfavorable.

Sin embargo, la normativa que establece el DNV-GL dicta que los molinetes deben ser capaces de soportar una sobrecarga del 50% de su fuerza de tiro normal durante 2 minutos (se muestra en la tabla del principio de este apartado).

Así, si cualquiera de las otras potencias estimadas, sobredimensionadas un 50% igualan o superan la potencia necesaria para zarpar el ancla, será ese valor el que se deba escoger:

$$P = 1.5 * 294.89 = 442.34 \text{ kW}$$

$$P = 1.5 * 617.07 = 925.61 \text{ kW}$$

La potencia continua de elevación del ancla sobredimensionada un 50% supera la potencia estimada para zarparla, por lo que, la potencia necesaria del molinete es de:

$$P = 925.61 \text{ kW}$$

3.4 Chain stopper

El chain stopper y sus accesorios deben ser capaces de aguantar el 80% de la carga mínima de rotura de la cadena sin que existan ninguna deformación permanente en las partes involucradas en el esfuerzo. Entonces, debe ser capaz de soportar:

$$F = 0.8 * MBL = 0.8 * 1471 = 1176.8 \text{ kN}$$

4 EQUIPO DE SALVAMENTO

Para el desarrollo de este apartado se usa como material de apoyo el SOLAS, capítulo III, parte B, donde están enumerados y reglados todos los elementos que conciernen al equipamiento de comunicaciones (Dispositivos y Medios de Salvamento).

El buque deberá disponer de al menos:

- Aparatos radioeléctricos de salvamento.
- Dispositivos de localización y búsqueda (respondedores de radar).
- Bengalas para señales de socorro.
- Sistema de comunicaciones a bordo y con alarma.
- Embarcaciones de supervivencia.
 - Bote salvavidas.
 - Balsa salvavidas.
 - Bote de rescate.
- Dispositivos individuales de salvamento:
 - Aros salvavidas.
 - Chalecos salvavidas.
 - Trajes de inmersión y trajes de protección contra la intemperie.

Todos los elementos mencionados en la lista anterior deben contar con la aprobación de la Administración y deben cumplir lo que dicte el SOLAS. Para el correcto desarrollo de este apartado, se debe tener en cuenta el número de personas a bordo, en el caso a tratar son 36.

4.1 Embarcaciones de supervivencia

Atendiendo al capítulo III, sección III, regla 31 del SOLAS:

4.1.1 Botes salvavidas

Se dispondrán dos botes salvavidas en cada costado y a popa del mamparo de colisión, completamente cerrados a la altura de la habilitación en la cubierta principal, que puedan ponerse a flote desde el costado del buque y cuya capacidad conjunta en cada costado baste para dar cabida al número total de personas que vayan a bordo. Los botes salvavidas irán dispuestos de tal manera que no interfieran con otro medio de salvamento

El material de construcción será poliéster reforzado con fibra de vidrio. Los botes salvavidas cumplirán con lo prescrito para un bote de rescate y podrán recuperarse tras la operación de salvamento. Estos botes, al tratarse el buque proyectado de un petrolero (carga $FP \leq 60^{\circ}$), han de presentar una protección contra incendios conforme a la sección 4.9 del código. Todas las embarcaciones de supervivencia irán provistas de materiales reflectantes.

En el caso a tratar se usan unos de la marca Palfinger, modelo LBF 850 T en el que caben 40 personas.



Los botes salvavidas se estibarán en pescantes que soporten su peso y que los pondrán a flote cuando sea necesario.

4.1.2 Balsas salvavidas

Se instalarán cuatro balsas salvavidas con capacidad para el 100% de la tripulación a cada banda del buque para 36 personas.

Las balsas serán inflables o rígidas y su masa será inferior a 185 kg, estibadas en un emplazamiento que permita su fácil traslado de una banda a otra en el mismo nivel de la cubierta expuesta.

Como se debe dar cabida a toda la tripulación en cada banda, cada una de las balsas tendrá una capacidad mínima de 18 personas. Además, como la distancia en horizontal desde el extremo de la roda hasta el extremo más próximo de la embarcación de supervivencia más cercana es mayor a 100 m, se dispondrá otra balsa en la proa.

Así, el buque dispondrá de 5 balsas salvavidas de capacidad mínima 18 personas cada una. Como esta de la marca Durray:



4.2 Bote de rescate

Se dispondrá un bote de poliéster reforzado con vidrio, con capacidad para 6 personas y propulsado con motor diésel, como el mostrado a continuación modelo RSQ 475 G de la marca Palfinger. Igualmente se tendrá un pescante para arriar e izar este bote.

En este tipo de botes, se debe embarcar directamente desde su posición de estiba, por lo que, se situará en uno de los costados a la altura de la zona de habilitación.



4.3 Aros salvavidas

Irán distribuidos de forma equitativa y de manera que estén fácilmente disponibles a ambas bandas del buque y, en la medida de lo posible en todas las cubiertas expuestas que se extiendan hasta la banda del buque; por lo menos, habrá uno en las proximidades de la popa.

Irán estibados de forma que se puedan soltar rápidamente y no sujetos por elementos de fijación permanente.

A cada banda del buque habrá como mínimo un aro salvavidas provisto de rabiza flotante, de longitud al menos el doble de la altura a la cual vaya estibado por encima de la flotación de navegación marítima con calado mínimo ($6.05 * 2 = 12.1 m$), o a 30 m en caso de ser superior.



Al menos la mitad de los aros irán provistos de artefactos luminosos de encendido automático y dos de estos como mínimo llevarán también señales fumígenas de funcionamiento automático. Estos dos aros podrán soltarse rápidamente desde el puente de navegación. Todos estos, estarán distribuidos igual a ambas bandas.

Cada aro salvavidas llevará marcado en letras mayúsculas del alfabeto romano el nombre del buque que lo lleve y el puerto de matrícula de dicho buque.

El número mínimo de aros salvavidas para buques de eslora superior a 200 m es de 14, en el caso a tratar se dispondrán de 14 que son los mínimos necesarios exigidos por la norma.

Length of ship in metres	Minimum number of lifebuoys
Under 100	8
100 and under 150	10
150 and under 200	12
200 and over	14

Los aros se colocarán de forma que haya 10 en cada banda y 2 con rabiza en las proximidades de popa (uno a cada banda también):

<i>Tipo de aro</i>	<i>Número a cada banda</i>
<i>Normales</i>	4
<i>Con rabiza (popa)</i>	1
<i>Con luz</i>	4
<i>Con luz y humo y quick release desde puente</i>	2

4.4 Dispositivos radioeléctricos de salvamento

Según el capítulo III “Dispositivos y medios de salvamento” del Solas, parte B, Regla 6 “Comunicaciones”; al menos, se debe proveer el buque a diseñar con 3 aparatos radioeléctricos bidireccionales de ondas métricas.

Se instalarán dispositivos del tipo VHF portátil como el mostrado a continuación de la compañía Navicom:



4.5 Dispositivos de localización y búsqueda

Según la misma regla del apartado anterior, el buque debe llevar un dispositivo de localización y búsqueda a cada banda, estibados en lugares desde los cuales puedan colocarse rápidamente en cualquier embarcación de supervivencia que no sea balsa. Otra posibilidad es estibar un respondedor de radar en todas las embarcaciones de supervivencia que no sean las prescritas en la regla 26.1.4.

Se instalarán los 2 respondedores de radar como el mostrado a continuación de la marca Jotron, modelo Tron AIS-SART (Search and Rescue Transponder).



4.6 Bengalas para señales de socorro

Continuando con las pautas de la Regla 6 menciona en los apartados anteriores, también se deben disponer al menos 12 cohetes lanza-bengalas con paracaídas en el puente de gobierno o cerca de él.

Se muestran en la siguiente imagen un modelo de estos, de la marca EMS Ship Supply Spain S.A., que podría ser instalado en el buque a proyectar:



4.7 Sistema de comunicaciones a bordo y sistema de alarma

Según la misma regla que la especificada en los apartados anteriores, se proveerá un sistema de emergencia constituido por equipo fijo o portátil, o por ambos, para comunicaciones bidireccionales entre puestos de control de emergencias, puesto de reunión y de embarco y puntos estratégicos a bordo.

Además se debe instalar un sistema de alarma general de emergencia que se usará para convocar tripulantes a los puestos de reunión e iniciar las operaciones indicadas en el cuadro de obligaciones. Este sistema estará complementado por un sistema de altavoces o por otros medios de comunicación adecuados audibles en todos los espacios de alojamiento y de trabajo de la tripulación.

Para mostrar un ejemplo tipo de este dispositivo, se necesitan dos sistemas. Uno que formará el sistema de alarmas como el de la marca Jotron modelo TRON AIS-TR 800, y otro que formará el sistema de comunicaciones como el de la marca Jotron modelo MPA 1600.



4.8 Dispositivos individuales de salvamento

Según el capítulo III “Dispositivos y medios de salvamento” del Solas, parte B, Regla 7 “Dispositivos individuales de salvamento”:

4.8.1 Chalecos salvavidas

Para cada una de las personas que vayan a bordo se proveerá un chaleco salvavidas. Estos se deben colocar de tal forma que sean fácilmente accesibles y su emplazamiento esté claramente indicado. Cada chaleco debe de llevar una luz para chaleco salvavidas.

Asimismo, se han de disponer chalecos salvavidas en zonas comunes de trabajo para que en caso de emergencia la tripulación presente en esos locales pueda hacer uso de los

chalecos salvavidas sin necesidad de volver a su camarote. También se dispondrán 10 chalecos de respecto.

Por tanto, se llevarán un total de 60 chalecos salvavidas.



4.8.2 Trajes de inmersión y protección a la intemperie

Para cada una de las personas designadas como tripulantes del bote de rescate o como miembros de la cuadrilla encargada del sistema de evacuación marino, se dispondrá de un traje de inmersión o de protección contra la intemperie de talla adecuada que cumpla con lo prescrito en el SOLAS.

En el caso a tratar se dispondrán de 6 más dos de respecto.

5 SERVICIO DE SENTINA

El servicio de sentinas está formado por las bombas de sentinas, separador de sentinas y sus pozos.

El SOLAS implanta que el sistema de achique debe permitir bombear y agotar cualquier compartimento estanco distinto de un espacio destinado a llevar agua dulce, de lastre, combustible o carga líquida de forma permanente.

Las bombas de lastre agua dulce ó de servicio en general pueden ser empleadas para el servicio de sentinas también.

Cualquier bomba de achique debe ser capaz de bombear el agua a través del colector de sentinas a una velocidad mínima de 2 m/s.

El capítulo II-1, regla 35-1 "Medios de bombeo de aguas de sentina", establece que el primer cálculo a realizar sea el diámetro del colector principal de achique:

$$D_{\text{colector ppa}} = \left(1.68 * \sqrt{L * (B * D)} \right) + 25$$

Donde,

- L es la eslora del buque proyectado, en este caso de 309.05 m.
- B es la manga del buque: 56.5 m.
- D es el puntal de trazado del buque a la cubierta de cierre: 29.4 m.

De obtiene que:

$$D_{\text{colector ppa}} = 298.73 \text{ mm}$$

El diámetro final de los tubos montados depende de los valores comerciales de los mismos, por ejemplo, de la marca Sttasa se cogería el de 12" con 323.85 mm de diámetro exterior, ya que un diámetro menor no estaría aceptado por el SOLAS.

Obtenido lo anterior, se debe estimar el valor de caudal de las bombas, que siguiendo el SOLAS, establece que el número mínimo de bombas será 3 de carácter motorizado.

Como ya se ha mencionado con anterioridad, el caudal de cada bomba debe ser tal que proporcione una velocidad mínima en el colector principal de 120 m/min (2 m/s). Cumpliendo con el requisito mínimo de velocidad del fluido de 2 m/s, pero considerando que en muchos puntos es necesario alcanzar velocidades mayores de 6 o 7 m/s.

Por lo tanto, el caudal necesario vendrá dado por la sección del colector y la velocidad de impulsión.

$$Q_{\text{mínimo unitario bombas}} = v * \pi * \left(\frac{d}{2000} \right)^2 * 3600 = 593.1 \frac{m^3}{h}$$

Servicio de sentina

L	309,05	D	29,4
B	56,5		
Diámetro mínimo del colector	298,73		mm
Diámetro comercial seleccionado	323,85		mm
Velocidad mínima	2		m/s
Caudal mínimo unitario bombas	593,1		m ³ /h

Las bombas a instalar serán del tipo centrífugo con autocebado.

Para completar la definición de las bombas de achique y sentinas, se debe determinar la presión. En este caso, las bombas de achique serán utilizadas en el sistema contraincendios, entonces, la presión mínima debe ser la necesaria en dicho sistema, ya que de no ser así las bombas de sentinas no se podrían usar en el sistema de contraincendios.

Esta presión, será calculada en el apartado correspondiente del sistema contraincendios, aunque aquí se realiza una estimación de la de este sistema.

Por otra parte, se debe disponer de 3 pozos de sentina en el doble fondo de la cámara de máquinas. La aspiración de estos irá directamente a la bomba, sin pasar por el colector. De la bomba pasarán por el separador de sentinas antes de su expulsión al mar.

El volumen de los pozos de sentinas en cámara de máquinas, según los reglamentos de las Sociedades de Clasificación, no puede ser menor de 150 litros, pero para un buque como el que se está tratando en este trabajo, de tamaño muy grande, finalmente se decide disponer de un volumen para cada pozo de 1007 litros.

El diámetro interior de la tubería de cada ramal se determina:

$$D_{ramal} = (\alpha * \sqrt{l * (B + D)}) + 25$$

Donde,

- L es la eslora del compartimento, en metros. (l = 18.2 m)
- B es la manga del buque, en metros. (B = 56.5 m)
- D es el puntal del buque a la cubierta de francobordo en metros. (C = 29.4 m.)
- α es un coeficiente, que para SOLAS es de 2,16. mientras que para DNV es 2,15. Así que se coge 2.15.

Por tanto, el diámetro tiene el valor de:

$$D_{ramal} = (\alpha * \sqrt{l * (B + D)}) + 25 = 110 \text{ mm}$$

También se debe calcular la potencia eléctrica consumida por cada bomba de achique, dada por,

Presión en Metros Columna de liquido

$$P = \frac{9,81}{3600 \cdot 10^3} \cdot Q \cdot \rho \cdot P_n \cdot \frac{1}{\eta}$$

Donde:

P = Potencia absorbida por la bomba (KW)

Q = Caudal de la bomba (m³/h)

ρ = Densidad del fluido (kg/m³)

η = Rendimiento de la bomba

P_n = Presión de la bomba (m.c.l.)

Potencia Motor Eléctrico

$$P_{elect} = P \cdot \frac{100 + \mu}{100}$$

Donde:

P_{elect} = Potencia del motor eléctrico (KW)

P = Potencia absorbida por la bomba (KW)

μ = Margen seguridad motor eléctrico (10-15%)

Se obtiene que,

Elemento	Material (C)	diam	Le/D	Long. EQ	Caudal	Dif altura	Pérdida
		mm		m	m ³ /h	m	bar
Presión requerida en el extremo							3
Tubo Conexión	145	100		5,0	593,1	0	1,3667
Te roscada	145	100	20	2,0	593,1	0	0,5467
Tubo recto	145	100		12,8	593,1	0	3,4925
Codo 90°	145	100	13	1,3	593,1	0	0,3553
Tubo recto	145	100		15,0	593,1	4	4,4925
Válvula retención	145	200	95	19,0	593,1	0	0,1776
Válvula de compuerta	145	200	37	7,4	593,1	0	0,0692
Tubo recto impulsión	145	200		1,0	593,1	1	0,1074

Presión requerida en la bomba	13,61 bares
--------------------------------------	--------------------

Dimensionamiento de la bomba

Caudal	593,1 m ³ /h
Presion	13,61 bar
Densidad	1500 kg/m ³
Rendimiento	0,7 -
Potencia absorbida	462 kW
Potencia eléctrica	509 kW

Para este servicio, se escogen 3 bombas del catálogo de la compañía "SAER Elettropompe" del tipo "Serie MO NCBK/NCBKZ" (Norma EN 733) de caudal 200 m³/h, modelo "NCBKZ4P 200-400A", 160 kW.

1450 RPM

Tipo	P2		In (A)	ts / In	U.S.g.p.m.	D	880	1321	1761	2200	2640	2900	3302	3522	3742	3963	4183	4402	4513	4623
	kW	HP			Q															
			400 V	l/min	ft ³ /h															
NCBKZ4P 200-400D	90	125	149,9	7,7		45,1	44,9	44	42,5	39,5	36	31,5	29	26,5	23,5	20	16,5			
NCBKZ4P 200-400C	110	150	186,7	7,8	H	51,5	51	50,5	49	46	43	39	37	34,5	31,8	29	25,5	22	20	
NCBKZ4P 200-400B	132	180	221,1	7,8	(m)	56,5	56	55	53,7	51,5	49	45,5	43,5	41,5	39	36,5	33,5	30,5	28,5	
NCBKZ4P 200-400A	160	220	267,4	7,9		63,5	63	62,8	61,5	60	58	55	53,5	51,5	49,5	47	44,5	41,5	40	38,5

6 SERVICIO DE LASTRE

6.1 Tiempo y caudal de lastrado

El sistema de lastre es aquel que sirve para aumentar la estabilidad del buque, permitiendo compensar su asiento en las diferentes situaciones de carga de este, llenando y vaciando los tanques de lastre oportunos. En los buques petroleros es imprescindible.

Según la normativa MARPOL está prohibido lastrar los espacios dedicados al crudo por los efectos perjudiciales que esto supondría en el momento de deslastrarlos; además, petroleros de más de 30000 TPM deben disponer de tanques de lastre segregado. Por ello, en el tipo de buque como el que se está tratando en este proyecto, es necesario dedicar espacios exclusivamente para el lastrado, aprovechando espacios como el doble casco y doble fondo que por normativa es obligatorio instalar en este tipo de buques. Los piques de proa y popa también se pueden usar con este fin.

Es importante considerar que las bombas destinadas a mover el agua de lastre requieren de gran potencia, por lo que se usan para este fin, turbos bombas en lugar de bombas eléctricas.

Para poder dimensionar en número y en caudal las bombas de lastre, es necesario saber cuál es el volumen total de los espacios a lastrar/deslastrar, es decir, el volumen de los tanques que van destinados a lastre.

En el caso a tratar es de:

$$V_{total\ lastre} = 68010.652\ m^3$$

El proceso de lastrado/deslastrado habitualmente se produce de manera simultánea con el de carga/descarga, por lo que los tiempos invertidos en realizar ambas tareas deben ser también del mismo orden.

De otros buques tomados como referencia, se estima que el lastrado/deslastrado no debería ser superior a 20 horas. En el caso a tratar se consideran 15 horas.

Por lo tanto, el caudal mínimo total de descarga necesario es de:

$$Q_{TOTAL\ MÍNIMO} = \frac{V_{total\ lastre}}{tiempo} = \frac{68010.7}{15} = 4534.04\ \frac{m^3}{h}$$

Servicio de lastre

Volumen de lastre necesario	68010,652	m3
Tiempo de lastrado	15	h
Caudal necesario	4534,04347	m3/h

6.2 Dimensionamiento

Se decide disponer de 5 bombas de lastre a bordo de tipo centrífugo, siendo usadas las 5 simultáneamente, así se consigue aportar una mayor flexibilidad en caso de avería. Por lo tanto, el caudal unitario por bomba mínimo es de:

$$Q_{unitario\ mínimo} = \frac{Q_{TOTAL\ MÍNIMO}}{5} = \frac{4534.04}{5} = 906.81\ \frac{m^3}{h}$$

Al igual que se ha realizado anteriormente, también se debe calcular la presión y potencia eléctrica consumida por cada bomba de, dada por,

Presión en Metros Columna de liquido

$$P = \frac{9,81}{3600 \cdot 10^3} \cdot Q \cdot \rho \cdot P_{re} \cdot \frac{1}{\eta}$$

Donde:

P = Potencia absorbida por la bomba (KW)

Q = Caudal de la bomba (m³/h)

ρ = Densidad del fluido (kg/m³)

η = Rendimiento de la bomba

P_{re} = Presión de la bomba (m.c.l.)

Potencia Motor Eléctrico

$$P_{elect} = P \cdot \frac{100 + \mu}{100}$$

Donde:

P_{Elect} = Potencia del motor eléctrico (KW)

P = Potencia absorbida por la bomba (KW)

μ = Margen seguridad motor eléctrico (10-15%)

Se obtiene que,

Elemento	Material (C)	diam	Le/D	Long. EQ	Caudal	Dif altura	Pérdida
		mm		m	m3/h	m	bar
Presión requerida en el extremo							3
Tubo Conexión	145	100		5,0	906,81	0	3,0003
Te roscada	145	100	20	2,0	906,81	0	1,2001
Tubo recto	145	100		12,8	906,81	0	7,6669
Codo 90°	145	100	13	1,3	906,81	0	0,7801
Tubo recto	145	100		15,0	906,81	4	9,3932
Válvula retención	145	200	95	19,0	906,81	0	0,3899
Válvula de compuerta	145	200	37	7,4	906,81	0	0,1518
Tubo recto impulsión	145	200		1,0	906,81	1	0,1186

Presión requerida en la bomba	25,70 bares
--------------------------------------	--------------------

Dimensionamiento de la bomba

Caudal	906,81	m3/h
Presion	25,70	bar
Densidad	1025	kg/m3
Rendimiento	0,7	-
Potencia absorbida	912	kW
Potencia eléctrica	1004	kW

Para este servicio, se escogen 5 bombas del catálogo de la compañía “SAER Elettropompe” del tipo “Serie MO NCBK/NCBKZ” (Norma EN 733) de caudal 900 m³/h, modelo “NCBKZ4P 200-500C”, 200 kW.

1450 RPM

Tipo	P2		In (A)	H /	U.S.g.p.m. Q /min	0	880	1321	1761	2200	2640	2900	3522	3963	4402	4843	5283	
	kW	HP				400 V	In	0	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100
			0	3333				5000	6667	8333	10000	11667	13333	15000	16667	18333	20000	
NCBNZ4P 200-500C	200	270	337,3	7,7	H (m)	74	73,5	73	72,5	71	69	65	60,5	54,5	47			
NCBNZ4P 200-500B	250	340	426,4	7,9		83	82,5	82	81,5	80	78	75	71	66	59,5	50		
NCBNZ4P 200-500A	315	430	531,2	7,8		95	93,5	92,5	91	89	86,5	83,5	79,5	75	69	61,5	53	

7 SERVICIO SANITARIO

El agua dulce es aquella que está destinada para el consumo humano (potable), pero también puede tener fines técnicos como refrigeración de motores o calderas y necesidades higiénicas y sanitarias en duchas, lavandería, aseos, cocina, etc.

La potabilización del agua puede obtenerse por evaporación, mediante ósmosis inversa o un suministro central público, entre otras técnicas. Cuando se calculen las necesidades de agua potable, se seguirán las normas UNE-EN ISO 15748-1 y UNE-EN ISO 15748-2. Para el cálculo de sistemas de desagüe en barcos y estructuras marinas se emplearán las normas UNE-EN ISO 15749-1, -2, -3, -4.

Siguiendo las recomendaciones de la OMI, se utiliza el Marpol – Anexo IV para referirse al tratamiento de aguas sucias, el cual sólo hace referencia a las aguas negras.

- Está prohibido la descarga al mar salvo:
 - A más de 3 millas de tierra tras desmenuzar y desinfectar.
 - A más de 12 millas si no se han desmenuzado ni desinfectado.
 - Que se utilice una instalación de tratamiento.
 - Excepciones con el buque en riesgo o con averías.
- Estandarización de las bridas de conexión a tierra,
 - Buques nuevos de más de 400 GT.
 - Buques nuevos menores de 400 GT de más de 15 pasajeros.
- Tratamiento,
 - Instalación de tratamiento.
 - Sistema para desmenuzar y desinfectar.
 - Sistema de almacenaje (no puede descargar instantáneamente).

Los tanques almacén son de tipo no estructural de acero anticorrosión, se disponen de 2 tanques para el almacenamiento de agua dulce y otros dos para el almacenamiento de agua técnica, todos ellos de un tamaño de 395.136 m³.

7.1 Cálculo de las necesidades del servicio sanitario

El consumo de agua potable depende del tipo de buque, de la duración del viaje, número de dispensadores de agua potable y puntos de suministro durante la navegación.

Para un primer cálculo de la cantidad de agua consumida se emplea, como aproximación:

$$\text{Cantidad de agua} = N * \text{Días de navegación} * \frac{\text{consumo agua}}{\text{tripulante} * \text{día}}$$

Donde,

- N es el número de tripulantes, en este caso 36.
- El número de días de navegación vendrán dados por la autonomía de 20000 millas a 15.5 nudos.
- El consumo de agua por tripulante y día se coge como 150 l/persona en un día.

$$\text{Consumo de agua} = 36 * 150 * \frac{20000}{15.5 * 24} = 290322.581 \text{ litros} \approx 290 \text{ t}$$

Se añade un margen del 10%,

$$\text{Consumo de agua} = 290 * 1.1 = 319 \text{ t}$$

De manera más exacta se ha ejecutado do el cálculo en la siguiente tabla,

Punto de servicio	Consumo por cada utilización	Frecuencia de uso por día	Consumo		
			Cantidad total de agua l/día	Agua fría l/día	Agua caliente ^a l/día
Lavabo de pared o pedestal	2	6 ×	12	5	7
Plato de ducha	60	2 ×	120	50	70
Retrete de gravedad ^b	10	6 ×	60	60	–
Retrete de vacío ^b	1,2	6 ×	8	8	–
Urinario ^b	3	5 ×	15 ^c	15 ^d	–
Zona de cocina	–	–	20	8	12
Lavandería ^b	–	–	38	15 ^d	23
Limpieza	–	–	5	2	3

^a Temperatura de 60 °C en la admisión de agua caliente.
^b Si se utiliza agua no potable se reduce el consumo de agua potable proporcionalmente.
^c El uso de urinarios reduce la utilización de retretes.
^d Consumo de los aparatos con conexiones al agua caliente.

Puntos de servicio	Consumo (l/día*persona)		
	agua total	agua fría	agua caliente
Lavabo de pared	12	5	7
Plato de ducha	120	50	70
Retrete de gravedad	60	60	
Zona de cocina	20	8	12
Lavandería	38	15	23
Limpieza	5	2	3
TOTAL	255	140	115
Autonomía	54 días		
Personas a bordo	36 Personas		
	agua total	agua fría	agua caliente
Consumo medio diario (l/día)	9180	5040	4140
TOTAL (litros)	495720	272160	223560

El agua potable es la utilizada en servicios de habitación como cocina, lavabos, duchas y lavandería.

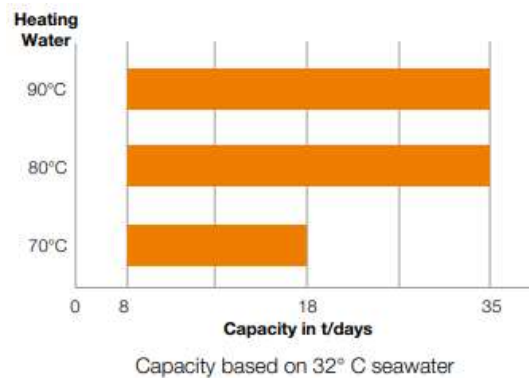
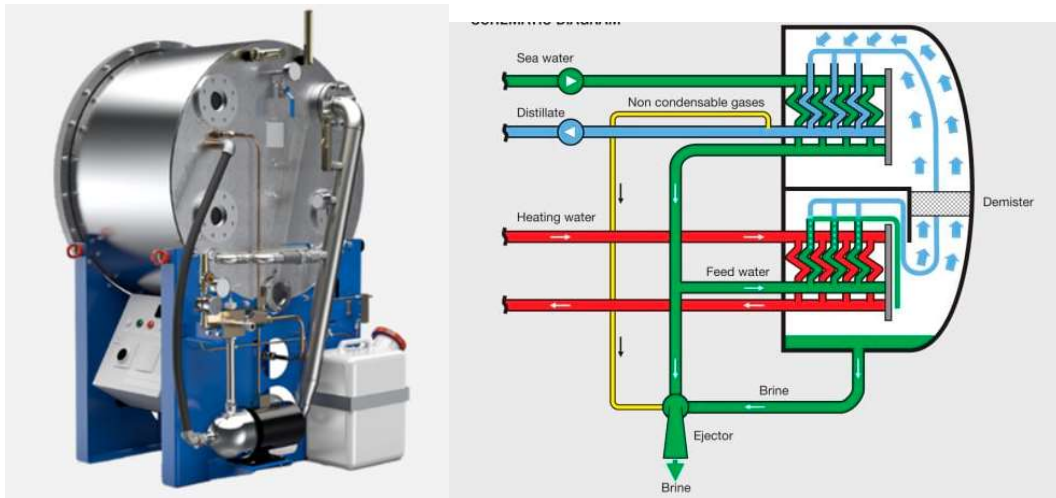
Para potabilizar el agua es necesario la adición de unos determinados sales minerales en ella para convertirla en apta para el consumo de las personas, también es necesario disminuir el grado de acidez y esterilizarla; con lo cual se debe disponer de una potabilizadora.

7.2 Dimensionamiento del generador de agua dulce

El buque debe disponer de un generador de agua dulce que permita obtener agua dulce con una pureza de 5 ppm a partir de un intercambiador de calor, el cual evapora el agua de mar para después condensarla. De este modo, las sales extraídas del agua incrementan la salinidad del agua sacada por el eyector y descargada al mar.

El proceso de destilación por vacío que emplea el sistema permite utilizar una baja temperatura para el calentamiento, además para ello se aprovecha un 50% del calor disipado en la refrigeración del motor principal en el proceso de evaporación del agua de mar.

Considerando los aspectos técnicos de todos los equipos del buque, se decide instalar un generador de agua dulce de Wärtsilä Single Stage Desalination.



Este generador tiene la capacidad de producir 18 toneladas al día, cubriendo así la demanda diaria de 9180 l/día (9.18 t/día) quedando el resto de suministro generado en los tanques anteriormente mencionados de 395.136 m³ de agua, entonces su potencia eléctrica será de:

$$P = \frac{t/día}{0.03 \frac{t}{día} * kW}$$

$$P = \frac{18}{0.03} = 600 kW$$

7.3 Cálculo de caudales nominales

7.3.1 Compartimentos tipo

EQUIPAMIENTO	PUNTOS DE SERVICIO	PRESION DE FLUJO MINIMO (bar)	CAUDAL TOTAL (l/s)	CAUDAL FRIA (l/s)	CAUDAL CALIENTE (l/s)
Aseo completo	llave mezcladora de lavabo	1	0,14	0,07	0,07
	llave mezcladora de ducha	1	0,3	0,15	0,15
	retrete de gravedad	1,5	0,3	0,3	

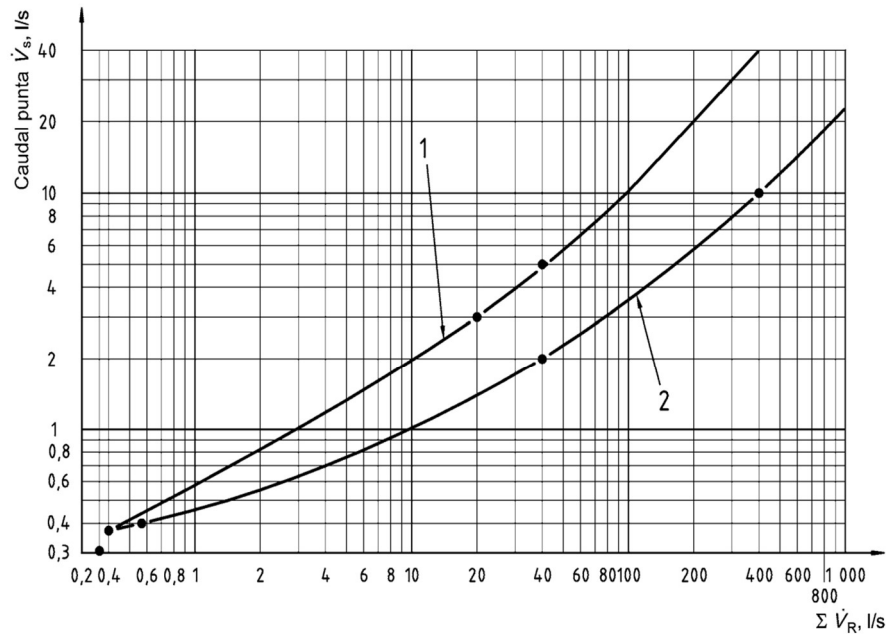
PETROLERO DE CRUDO 250000 TPM/ CUADERNO XII
MINERVA RIVAS CABANAS

		TOTAL	0,74	0,52	0,22
Aseo simple	llave mezcladora de lavabo	1	0,14	0,07	0,07
	retrete de gravedad	1,5	0,3	0,3	
	TOTAL		0,44	0,37	0,07
Lavanderia	Lavadora	1	0,25	0,25	
Cocina	Cafetera	1	0,15	0,15	
	Fregadero	1	0,28	0,14	0,14
	Lavavajillas	1	0,15	0,15	
	Fuente de agua	1	0,07	0,07	
	pela patatas	1	0,13	0,13	
	TOTAL		0,78	0,64	0,14
OFICIO	Cafetera	1	0,15	0,15	
	Fregadero	1	0,28	0,14	0,14
	TOTAL		0,43	0,29	0,14
VESTUARIO	4 aseos completos	1,5	2,96	2,08	0,88
GIMNASIO	2 aseos completos		1,48	1,04	0,44
	2 llave mezcladora de ducha	1	0,6	0,3	0,3
	TOTAL		2,08	1,34	0,74

7.3.2 Caudales por cubierta

CUBIERTA	EQUIPAMIENTO	NÚM.	CAUDAL FRIA (l/s)	CAUDAL CALIENTE (l/s)	LINEA DE CUBIERTA		LINEA TRONCAL	
					CAUDAL FRIA (l/s)	CAUDAL CALIENTE (l/s)	CAUDAL FRIA (l/s)	CAUDAL CALIENTE (l/s)
CUBIERTA PUENTE	ASEO SIMPLE	2	0,74	0,14	0,74	0,14	0,74	0,14
4ª CUBIERTA SUPERESTRUCTURA	ASEO COMPLETO	16	8,32	3,52	9,06	3,66	9,8	3,8
	ASEO SIMPLE	2	0,74	0,14				
3ª CUBIERTA SUPERESTRUCTURA	ASEO COMPLETO	22	11,44	4,84	12,18	4,98	21,98	8,78
	ASEO SIMPLE	2	0,74	0,14				
2ª CUBIERTA SUPERESTRUCTURA	GIMNASIO	-	1,34	0,74	2,33	0,88	24,31	9,66
	ASEO SIMPLE	2	0,74	0,14				
	LAVANDERÍA	7	0,25					
1ª CUBIERTA SUPERESTRUCTURA	ASEO SIMPLE	2	0,74	0,14	1,96	0,56	26,27	10,22
	COCINA	1	0,64	0,14				
	OFICIO	2	0,58	0,28				
CUBIERTA PRINCIPAL	ASEO COMPLETO	1	0,52	0,22	6,16	2,26	32,43	12,48
	ASEO SIMPLE	4	1,48	0,28				
	VESTUARIOS	2	4,16	1,76				
					CAUDAL TOTAL		44,91	

Mediante la siguiente tabla, se obtiene el caudal punta de agua fría y caliente,



Leyenda
 1 Buque de pasaje
 2 Buque de carga

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

	Caudal Total	Caudal Punta
Agua fría	32,43	1,8
Agua caliente	12,48	1,1
Total	44,91	2,1

7.4 Presiones de suministro

7.4.1 Pérdidas de carga al consumidor más desfavorable (fría y caliente)

El consumidor más desfavorable es aquel que se encuentra a la mayor altura posible y además la ruta a este es la más larga posible. En el caso tratado, el consumidor más desfavorable se encuentra en el puente de gobierno en los aseos, su distancia a la bomba de suministro es de 59.19 m.

PERDIDA DE CARGA AL COSUMIDOR MAS DESFAVORABLE (SUMINISTRO DE AGUA FRÍA)

	<i>NOMENCLATURA</i>	<i>LONGITUD TRAMO</i>	<i>CAUDAL FRÍA (l/s)</i>	<i>CAUDAL PUNTA AGUA FRÍA (l/s)</i>	<i>VELOCIDAD MAXIMA ADMISIBLE (m/s)</i>	<i>DN TUBERÍA AGUA FRÍA</i>	<i>DIFERENCIA DE PRESION AGUA FRÍA (mbar/m)</i>	<i>PERDIDAS DE CARGA AGUA FRÍA (mbar)</i>
TRONCO	4ª CUBIERTA SUPERESTRUCTURA - CUBIERTA PUENTE	3	0,74	0,42	1,4	20	27	81
TRONCO	3ª CUBIERTA SUPERESTRUCTURA - 4ª CUBIERTA SUPERESTRUCTURA	3	9,8	0,97	1,4	32	15	45
TRONCO	2ª CUBIERTA SUPERESTRUCTURA - 3ª CUBIERTA DE SUPERESTRUCTURA	3	21,98	1,3	1,4	40	11,5	34,5
TRONCO	1ª CUBIERTA DE SUPERESTRUCTURA - 2ª CUBIERTA SUPERESTRUCTURA	3	24,31	1,37	2	32	30	90
TRONCO	CUBIERTA PRINCIPAL - 1ª CUBIERTA SUPERESTRUCTURA	3,04	26,27	1,52	2	32	30	91,2
TRONCO	TANQUE-CUBIERTA PRINCIPAL	16,5	32,43	1,8	2	40	23	379,5
RAMAL	CUBIERTA PUENTE	4,5	0,74	0,42	1,4	20	27	121,5
							TOTAL (bar)	0,8427

PERDIDA DE CARGA AL COSUMIDOR MAS DESFAVORABLE (SUMINISTRO DE AGUA CALIENTE)

	<i>NOMENCLATURA</i>	<i>LONGITUD TRAMO</i>	<i>CAUDAL CALIENTE (l/s)</i>	<i>CAUDAL PUNTA AGUA CALIENTE (l/s)</i>	<i>VELOCIDAD MAXIMA ADMISIBLE (m/s)</i>	<i>DN TUBERÍA AGUA FRÍA</i>	<i>DIFERENCIA DE PRESION AGUA FRÍA (mbar/m)</i>	<i>PERDIDAS DE CARGA AGUA FRÍA (mbar)</i>
TRONCO	4ª CUBIERTA SUPERESTRUCTURA - CUBIERTA PUENTE	3	0,14	0,3	1,4	15	36	108
TRONCO	3ª CUBIERTA SUPERESTRUCTURA - 4ª CUBIERTA SUPERESTRUCTURA	3	3,8	0,68	1,4	25	20	60
TRONCO	2ª CUBIERTA SUPERESTRUCTURA - 3ª CUBIERTA DE SUPERESTRUCTURA	3	8,78	0,92	1,4	32	15	45
TRONCO	1ª CUBIERTA DE SUPERESTRUCTURA - 2ª CUBIERTA SUPERESTRUCTURA	3	9,66	0,97	2	32	15	45
TRONCO	CUBIERTA PRINCIPAL - 1ª CUBIERTA SUPERESTRUCTURA	3,04	10,22	1,28	2	32	30	91,2
TRONCO	TANQUE-CUBIERTA PRINCIPAL	16,5	12,48	1,4	2	32	30	495
RAMAL	CUBIERTA PUENTE	4,5	0,14	0,3	1,4	15	36	162
							TOTAL (bar)	1,0062

7.4.2 Altura de bombeo (fría y caliente)

Para ello se ha de tener en cuenta la distancia vertical desde la bomba hasta el consumidor más alto de 42 m.

ALTURA DE BOMBEO SUMINISTRO AGUA FRIA

	<i>Diferencia de altura</i>	<i>bar</i>
GEOMÉTRICA	42	4,12
PÉRDIDAS DE CARGA		0,84
VALVULAS Y ACCESORIOS		1,26
PRESIÓN MÍNIMA (mínimo 1,5 bar)		1,50
MARGEN 10%		0,77
TOTAL		8,50

ALTURA DE BOMBEO SUMINISTRO AGUA CALIENTE

	<i>Diferencia de altura</i>	<i>bar</i>
GEOMÉTRICA	42	4,12
PÉRDIDAS DE CARGA		1,01
VALVULAS Y ACCESORIOS		1,51
PRESIÓN MÍNIMA (mínimo 1,5 bar)		1,50
MARGEN 10%		0,81
TOTAL		8,95

7.5 Dimensionamiento de las bombas de suministro

En el buque a proyectar, se dispondrán 2 bombas de suministro y otras dos de circulación, una para agua fría y otra para caliente, centrífugas. Se considera que las bombas de suministro son comunes para el agua caliente y el agua fría.

Su caudal total con un margen del 10% es de,

$$Q_{total} = 44.91 * 1.1 = 49.40 \frac{l}{s}$$

Con un caudal punta de,

$$Q_{total} = 2.1 \frac{l}{s}$$

A la presión de bombeo obtenida se le suman 2 (8.95+2) bar como margen, las bombas se dimensionan para el caudal punta (máximo),

Dimensionamiento de la bomba suministro agua fría

Caudal	75,6	m3/h
Presion	10,95	bar
Densidad	1025	kg/m3
Rendimiento	0,7	-

Potencia absorbida	32 kW
Potencia eléctrica	36 kW

Para este servicio, se escogen 2 bombas del catálogo de la compañía “SAER Elettropompe” del tipo “Serie NCB/NCBZ” (Norma EN 733) de caudal 80 m³/h, modelo “NCBZ4P 100-400NB”, 37 kW.

1450 RPM

Tipo	P2		In (A)		H (m)	Q																																				
	kW	HP	400 V	7,2		U.S.g.p.m.					m ³ /h																															
						0	26,4	29,6	30,8	33,0	35,0	39,6	44,0	48,4	52,8	57,2	61,6	66,0	70,4	74,8	79,2	83,6	88,0	92,4	96,8	101,2	105,6	110,0	114,4	118,8	123,2	127,6	132,0	136,4	140,8	145,2	149,6	154,0	158,4	162,8	167,2	
NCBZ4P 100-200C	5,5	7,5	11	7,2	10,8	10,5	10,4	10,3	10,1	10	9,8	9,4	9	8,4	7,9	7,1	6,5	5,6																								
NCBZ4P 100-200A	7,5	10	14,5	7,6	15,5	15,3	15,2	15	14,9	14,8	14,6	14,3	13,9	13,5	13,1	12,5	11,8	11,1	10,4	9,5	8																					
NCBZ4P 100-250B	9,2	12,5	20	7,8	21,4	21,2	21	20,8	20,7	20,6	20,4	20,2	20	19,5	19	18,5	17,5	17	16,5	15	12,4	10	9	7																		
NCBZ4P 100-250A	15	20	28,5	7,5	25,5	25,2	25	24,8	24,7	24,6	24,4	24	23,8	23,5	23,3	22,6	22,2	21,4	20,6	20	18,2	15,9	15,4	13,4	10																	
NCBZ4P 100-315C	18,5	25	34	7,6	28,5	28,2	28	27,9	27,8	27,7	27,6	27,5	27	26,7	26,2	25,8	25,4	24,8	24,4	23,6	22,3	20,2	19,7	18																		
NCBZ4P 100-315B	22	30	40	7,8	34,2			34	33,9	33,8	33,6	33,5	33,4	33,3	32,9	32,6	32,5	32,1	31,8	31,5	30,5	28,8	28,5	27,6	25,6																	
NCBZ4P 100-315A	30	40	56	7,5	40			39,9	39,3	39,2	39	38,7	38,4	38,1	37,7	37,1	36,8	35,7	35,2	34,7	34	32,3	31,8	30	27,9	25	21,8	18,2														
NCBZ4P 100-400NC	37	50	72	7	45,5					45,2	44,1	44,8	44,4	44,2	43,6	43	42,4	41,2	41,1	40,3	38,9	36,4	35,7	33,1	29,2	24,7	20,3															
NCBZ4P 100-400NB	45	60	85	7,1	51,6					51,3	51,2	50,9	50,4	50,2	49,9	49,5	49,1	48,7	48	47,3	46,2	44	43,6	41,9	37,8	34,5	30,5	25,6														
NCBZ4P 100400NA/B	55	75	101	7	64,8					64,5	64,4	64,2	64	63,4	63,1	62,7	62,2	61,6	60,8	60,2	59	57	56,4	54	51,4	48,2																
NCBZ4P 100-400NA/A	75	100	130	7,5	64,8					64,5	64,4	64,2	64	63,4	63,1	62,7	62,2	61,6	60,8	60,2	59	57	56,4	54	51,4	48,2	44,4	39,7	33,6	27,3												

7.6 Pérdidas de carga de recirculación

PERDIDA DE CARGA RUTA MAS LARGA CIRCUITO RECIRCULACION (AGUA FRIA)

	<i>NOMENCLATURA</i>	<i>LONGITUD TRAMO</i>	<i>CAUDAL FRIA (l/s)</i>	<i>CAUDAL PUNTA AGUA FRIA (l/s)</i>	<i>VELOCIDAD MAXIMA ADMISIBLE (m/s)</i>	<i>DN TUBERÍA AGUA FRÍA</i>	<i>DIFERENCIA DE PRESION AGUA FRÍA (mbar/m)</i>	<i>PERDIDAS DE CARGA AGUA FRÍA (mbar)</i>
TRONCO	4ª CUBIERTA SUPERESTRUCTURA - CUBIERTA PUENTE	3	0,74	0,42	1,4	20	27	81
TRONCO	3ª CUBIERTA SUPERESTRUCTURA - 4ª CUBIERTA SUPERESTRUCTURA	3	9,8	0,97	1,4	32	15	45
TRONCO	2ª CUBIERTA SUPERESTRUCTURA - 3ª CUBIERTA DE SUPERESTRUCTURA	3	21,98	1,3	1,4	40	11,5	34,5
TRONCO	1ª CUBIERTA DE SUPERESTRUCTURA - 2ª CUBIERTA SUPERESTRUCTURA	3	24,31	1,37	2	32	30	90
TRONCO	CUBIERTA PRINCIPAL - 1ª CUBIERTA SUPERESTRUCTURA	3,04	26,27	1,52	2	32	30	91,2
TRONCO	TANQUE-CUBIERTA PRINCIPAL	16,5	32,43	1,8	2	40	23	379,5
RAMAL	CUBIERTA PUENTE	4,5	0,74	0,42	1,4	20	27	121,5
RAMAL	CUBIERTA PUENTE	4,5	0,74	0,42	1,4	20	27	121,5
TRONCO	TANQUE-CUBIERTA PRINCIPAL	16,5	32,43	1,8	2	40	23	379,5
TRONCO	CUBIERTA PRINCIPAL - 1ª CUBIERTA SUPERESTRUCTURA	3,04	26,27	1,52	2	32	30	91,2
TRONCO	1ª CUBIERTA DE SUPERESTRUCTURA - 2ª CUBIERTA SUPERESTRUCTURA	3	24,31	1,37	2	32	30	90
TRONCO	2ª CUBIERTA SUPERESTRUCTURA - 3ª CUBIERTA DE SUPERESTRUCTURA	3	21,98	1,3	1,4	40	11,5	34,5
TRONCO	3ª CUBIERTA SUPERESTRUCTURA - 4ª CUBIERTA SUPERESTRUCTURA	3	9,8	0,97	1,4	32	15	45
TRONCO	4ª CUBIERTA SUPERESTRUCTURA - CUBIERTA PUENTE	3	0,74	0,42	1,4	20	27	81
TOTAL (bar)								1,60

ALTURA DE BOMBEO RECIRCULACION AGUA FRIA

bar

PÉRDIDAS DE CARGA 1,60

VALVULAS Y ACCESORIOS 2,41

MARGEN 40% 1,60

TOTAL (bar) 5,62

VOLUMEN DE RECIRCULACION DEL SUMINISTRO DE AGUA FRÍA

NOMENCLATURA		LONGITUD TRAMO	DN TUBERÍA AGUA FRÍA	VOLUMEN AGUA EN TUBERIAS DE AGUA FRÍA (l/m)	VOLUMEN AGUA FRÍA (l)
TRONCO	4ª CUBIERTA SUPERESTRUCTURA - CUBIERTA PUENTE	3	20	0,366	1,1
TRONCO	3ª CUBIERTA SUPERESTRUCTURA - 4ª CUBIERTA SUPERESTRUCTURA	3	32	1,012	3,0
TRONCO	2ª CUBIERTA SUPERESTRUCTURA - 3ª CUBIERTA DE SUPERESTRUCTURA	3	40	1,372	4,1
TRONCO	1ª CUBIERTA DE SUPERESTRUCTURA - 2ª CUBIERTA SUPERESTRUCTURA	3	32	1,012	3,0
TRONCO	CUBIERTA PRINCIPAL - 1ª CUBIERTA SUPERESTRUCTURA	3,04	32	1,012	3,1
TRONCO	TANQUE-CUBIERTA PRINCIPAL	16,5	40	1,372	22,6
RAMAL	CUBIERTA PUENTE	4,5	20	0,366	1,6
RAMAL	CUBIERTA PRINCIPAL	16,65	20	0,366	6,1
RAMAL	1ª CUBIERTA SUPERESTRUCTURA	25,65	20	0,366	9,4
RAMAL	2ª CUBIERTA SUPERESTRUCTURA	21,05	20	0,366	7,7
RAMAL	3ª CUBIERTA SUPERESTRUCTURA	23,7	20	0,366	8,7
RAMAL	4ª CUBIERTA SUPERESTRUCTURA	23,7	20	0,366	8,7
RAMAL	CUBIERTA PUENTE	7	20	0,366	2,6
				Total (l)	81,7

PERDIDA DE CARGA RUTA MAS LARGA CIRCUITO RECIRCULACION (AGUA CALIENTE)

NOMENCLATURA		LONGITUD TRAMO	CAUDAL CALIENTE (l/s)	CAUDAL PUNTA AGUA CALIENTE (l/s)	VELOCIDAD MAXIMA ADMISIBLE (m/s)	DN TUBERÍA AGUA CALIENTE	DIFERENCIA DE PRESION AGUA CALIENTE (mbar/m)	PERDIDAS DE CARGA AGUA CALIENTE (mbar)
TRONCO	4ª CUBIERTA SUPERESTRUCTURA - CUBIERTA PUENTE	3	0,14	0,3	1,4	15	36	108
TRONCO	3ª CUBIERTA SUPERESTRUCTURA - 4ª CUBIERTA SUPERESTRUCTURA	3	3,8	0,68	1,4	25	20	60
TRONCO	2ª CUBIERTA SUPERESTRUCTURA - 3ª CUBIERTA DE SUPERESTRUCTURA	3	8,78	0,92	1,4	32	15	45

PETROLERO DE CRUDO 250000 TPM/ CUADERNO XII

MINERVA RIVAS CABANAS

TRONCO	1ª CUBIERTA DE SUPERESTRUCTURA - 2ª CUBIERTA SUPERESTRUCTURA	3	9,66	0,97	2	32	15	45
TRONCO	CUBIERTA PRINCIPAL - 1ª CUBIERTA SUPERESTRUCTURA	3,04	10,22	1,28	2	32	30	91,2
TRONCO	TANQUE-CUBIERTA PRINCIPAL	16,5	12,48	1,4	2	32	30	495
RAMAL	CUBIERTA PUENTE	4,5	0,14	0,3	1,4	15	36	162
RAMAL	CUBIERTA PUENTE	4,5	0,14	0,3	1,4	15	36	162
TRONCO	TANQUE-CUBIERTA PRINCIPAL	16,5	12,48	1,4	2	32	30	495
TRONCO	CUBIERTA PRINCIPAL - 1ª CUBIERTA SUPERESTRUCTURA	3,04	10,22	1,28	2	32	30	91,2
TRONCO	1ª CUBIERTA DE SUPERESTRUCTURA - 2ª CUBIERTA SUPERESTRUCTURA	3	9,66	0,97	2	32	15	45
TRONCO	2ª CUBIERTA SUPERESTRUCTURA - 3ª CUBIERTA DE SUPERESTRUCTURA	3	8,78	0,92	1,4	32	15	45
TRONCO	3ª CUBIERTA SUPERESTRUCTURA - 4ª CUBIERTA SUPERESTRUCTURA	3	3,8	0,68	1,4	25	20	60
TRONCO	4ª CUBIERTA SUPERESTRUCTURA - CUBIERTA PUENTE	3	0,14	0,3	1,4	15	36	108
TOTAL (bar)								1,90

ALTURA DE BOMBEO RECIRCULACION AGUA CALIENTE

bar

PÉRDIDAS DE CARGA	1,90
VALVULAS Y ACCESORIOS	2,86
MARGEN 40%	1,90
TOTAL (bar)	6,67

VOLUMEN DE RECIRCULACION DEL SUMINISTRO DE AGUA CALIENTE

NOMENCLATURA		LONGITUD TRAMO	DN TUBERÍA AGUA FRÍA	VOLUMEN AGUA EN TUBERIAS DE AGUA FRÍA (l/m)	VOLUMEN AGUA FRÍA (l)
TRONCO	4ª CUBIERTA SUPERESTRUCTURA - CUBIERTA PUENTE	3	15	0,201	0,6
TRONCO	3ª CUBIERTA SUPERESTRUCTURA - 4ª CUBIERTA SUPERESTRUCTURA	3	25	0,581	1,7
TRONCO	2ª CUBIERTA SUPERESTRUCTURA - 3ª CUBIERTA DE SUPERESTRUCTURA	3	32	1,012	3,0

PETROLERO DE CRUDO 250000 TPM/ CUADERNO XII

MINERVA RIVAS CABANAS

TRONCO	1ª CUBIERTA DE SUPERESTRUCTURA - 2ª CUBIERTA SUPERESTRUCTURA	3	32	1,012	3,0
TRONCO	CUBIERTA PRINCIPAL - 1ª CUBIERTA SUPERESTRUCTURA	3,04	32	1,012	3,1
TRONCO	TANQUE-CUBIERTA PRINCIPAL	16,5	32	1,012	16,7
RAMAL	CUBIERTA PUENTE	4,5	15	0,201	0,9
RAMAL	CUBIERTA PRINCIPAL	16,65	15	0,201	3,3
RAMAL	1ª CUBIERTA SUPERESTRUCTURA	25,65	15	0,201	5,2
RAMAL	2ª CUBIERTA SUPERESTRUCTURA	21,05	15	0,201	4,2
RAMAL	3ª CUBIERTA SUPERESTRUCTURA	23,7	15	0,201	4,8
RAMAL	4ª CUBIERTA SUPERESTRUCTURA	23,7	15	0,201	4,8
RAMAL	CUBIERTA PUENTE	7	15	0,201	1,4
				Total (l)	52,8

7.7 Dimensionamiento de las bombas de recirculación

El número de bombas empleadas para la recirculación es de 2, una para el circuito de agua caliente y otro para el circuito de agua fría.

El caudal de las bombas es tal que proporciona 3 renovaciones/hora del volumen de las tuberías, es decir,

$$Q_{\text{recirculación agua fría}} = 81.7 \text{ l} * \frac{3 \text{ renovaciones}}{h} * 2 = 49.2 \text{ l/h}$$

$$Q_{\text{recirculación agua caliente}} = 52.8 \text{ l} * \frac{3 \text{ renovaciones}}{h} * 2 = 316.8 \text{ l/h}$$

Como cada circuito está compuesto por un ramal de subida y otro de bajada se ha multiplicado por 2 el caudal obtenido de las bombas de recirculación.

La presión depende de la altura de bombeo, el resultado obtenido es de,

$$P_{\text{recirculación agua fría}} = 5.62 \text{ bar}$$

$$P_{\text{recirculación agua caliente}} = 6.67 \text{ bar}$$

Para este servicio, se escogen 2 bombas, una para el agua fría y otra para la caliente, del catálogo de la compañía "SAER Elettropompe" del tipo "Serie NCB/NCBZ" (Norma EN 733) de caudal 500 m³/h, modelo "NCBZ4P 150-400A", 90 kW.

1450 RPM

Type	P2		In (A)	Is / in	U.S.g.p.m.		Q																			
	kW	HP			0	880	990	1012	1100	1210	1321	1431	1541	1651	1761	1875	1981	2090	2200	2420	2640	2750	2860	2970		
					0	200	225	250	275	300	325	350	375	400	425	450	475	500	550	600	625	650	675			
					0	3333	3758	3840	4167	4583	5000	5417	5833	6250	6667	7100	7500	7933	8350	8766	10000	10416	10833	11250		
NCBZ4P 150-315C	30	40	56	7,5	H	27,5	26,7	26,4	26,3	26	25,5	25,2	24,7	24	23,5	22,6	22,2	20,6	20,2	18,6						
NCBZ4P 150-315B	37	50	72	7		32,4	31,8	31,5	31,4	31	30,4	30	29,5	28	27	26	25,6	24	23,5	21,5	18,1	14,5				
NCBZ4P 150-315A	55	75	101	7		39,5	39,2	39	38,9	38,7	38,2	37,9	37,2	36,6	35,9	35,5	35	33	32,6	31,2	28,8	25,6	23,6	21		
NCBZ4P 150-400C/B	55	75	101	7		45,3	45	44,7	44,6	44,2	43,6	43	42,1	41	39,9	38,6	38,1	35,9	35,2	32,5						
NCBZ4P 150-400C/A	75	100	130	7,5		45,3	45	44,7	44,6	44,2	43,6	43	42,1	41	39,9	38,6	38,1	35,9	35,2	32,5	28,6	24,7	22,3	20		
NCBZ4P 150-400B	75	100	130	7,5		54	53,3	53	52,9	52,5	52	51,5	50,9	50,2	49,6	48,8	48,4	47	46,7	45,3	43,6	41,2	39,8			
NCBZ4P 150-400A	90	125	155	7,6		62,8	62,5	62,4	62,3	62,1	61,5	60,9	60,3	59,7	59	58,2	57,8	56,1	55,6	53,4	50,5	46,8	44,74	42,3	40	

7.8 Dimensionamiento del tanque hidróforo

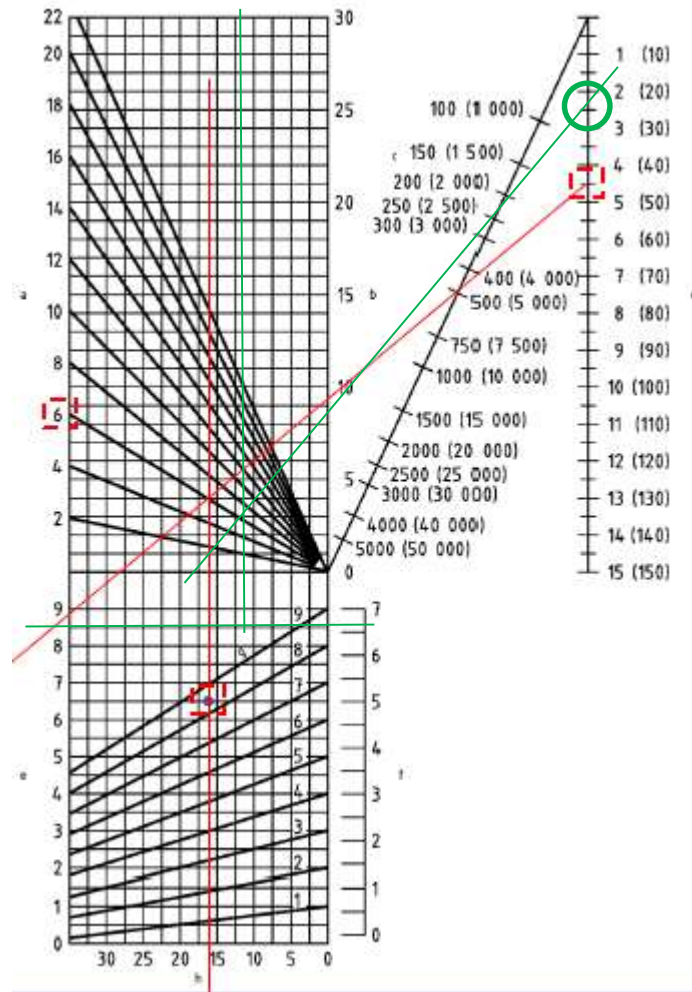
La misión de este es suministrar agua a presión al circuito, evitando el continuo arranque y paro de las bombas de suministros. Su funcionamiento se basa en la compresibilidad del gas contenido en su interior, y la presión de trabajo es la misma que la presión de las bombas de suministro.

Estos tanques están provistos de sistemas de seguridad y mantenimiento compuestos por: nivel de agua, grifo de purga, manómetro y conmutador de control a presión, válvula de seguridad y unos accesos para registrarlo y limpiarlo.

La presión de apertura de la bomba será de 8.5 bar, calculada de suministro, además el caudal que debe suministrar es de 2.1 l/s más el 10% de margen, es decir 2.31 l/s (831.6 m³/h).

La presión de corte será 2 bar mayor a la de apertura, es decir, 10.5 bar.

Por otra parte, responderá a 6 accionamientos por hora.



Donde,

- ^a Frecuencia de accionamientos por h S
- ^b $\frac{\text{Caudal a la salida de la bomba}}{\text{Volumen del depósito}} \times \frac{\dot{V}_p}{V_D} \times \frac{\text{m}^3}{\text{h} \cdot \text{m}^3}$
- ^c Volumen del depósito V_D l
- ^d Caudal a la salida de la bomba $\dot{V}_p = \dot{V}_{p\text{min}}$ en m^3/h
- ^e Presión de corte p_E de la bomba en bar p_E es la presión de apertura de la bomba en bar;
- ^f Presión previa p_V en bar; para el aire comprimido en el depósito de agua
- ^h Presión de corte p_A en bar
- ^h Volumen utilizable del depósito de agua V_{eff} en %
$$V_{\text{eff}} = \frac{V_S}{V_D} \times 100$$

Fig. A.4 – Diagrama funcional para determinar el tamaño de los depósitos de agua

El resultado obtenido se resume en la siguiente tabla,

CARACTERÍSTICAS DEL TANQUE HIDRÓFORO

CAUDAL SUMINISTRO	831,6	m^3/h
PRESIÓN APERTURA	8,50	bar
PRESIÓN DE CORTE	10,50	bar
ACCIONAMIENTOS HORA	6	
VOLUMEN DEL DEPÓSITO	250	l
% UTILIZABLE	13%	
VOLUMEN DE AGUA	32,5	l

7.9 Dimensionamiento de los calentadores

El volumen del calentador está dado la siguiente tabla,

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

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

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

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

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

Donde, para 36 tripulantes se obtiene,

$$V = 1131.6 \text{ litros}$$

La potencia calorífica del calentador,

$$Q = 36.05 \text{ kW}$$

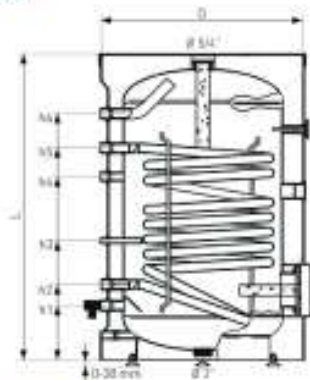
Se escoge del catálogo de “Apariciacs” tres acumuladores con intercambiador de calor formados por serpentín esmaltado de 400 litros de capacidad, modelo “ACS 400”.

Información Técnica

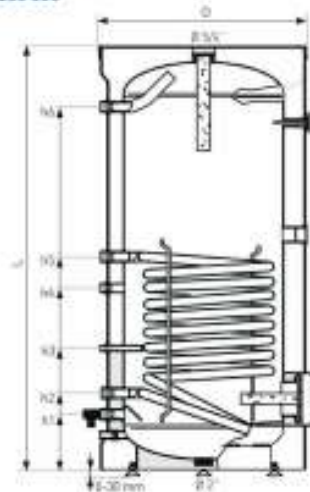
MODELO	ACS 200	ACS 250	ACS 300	ACS 400	ACS 500
CAPACIDAD	200	250	300	400	500
CARACTERÍSTICAS DEL INTERCAMBIADOR					
TIPO DE SERPENTÍN	SERPENTÍN ESMALTADO	SERPENTÍN ESMALTADO	SERPENTÍN ESMALTADO	SERPENTÍN ESMALTADO	SERPENTÍN ESMALTADO
Presión máxima de trabajo del serpentín (bar)	16	16	16	16	16
Máxima temperatura de trabajo del serpentín (°C)	110	110	110	110	110
Superficie (m ²)	1.4	1.4	1.4	1.8	2.0
Volumen agua intercambiador (l)	9.8	9.8	9.8	12.6	14
Potencia intercambiador de calor (70/10/45°C) (kw)	33.6	33.6	33.6	43	48
Capacidad de producción de agua caliente a 45°C (l/h)	800	800	800	1030	1150
Potencia intercambiador de calor (80/10/45°C) (kw)	44.8	44.8	44.8	57.6	64
Capacidad de producción de agua caliente a 45°C (l/h)	1070	1070	1070	1380	1530
Demanda de agua caliente para el primerio (m ³ /h)	2.7	3.0	3.0	3.0	3.0
CARACTERÍSTICAS DEL TANQUE					
DEPÓSITO ESMALTADO	SI	SI	SI	SI	SI
ÁNODO DE MAGNESIO	SI	SI	SI	SI	SI
P NOMINAL	9 bar	9 bar	9 bar	9 bar	9 bar
P MÁXIMA	10 bar	10 bar	10 bar	10 bar	10 bar
DIMENSIONES					
MODELO	ACS 200	ACS 250	ACS 300	ACS 400	ACS 500
L	1100	1300	1360	1660	1890
D	670	670	670	700	700
h1 - entrada agua fría al tanque (G1)	210	210	210	240	240
h2 - salida de agua del serpentín (G1)	200	185	200	320	320
h3 - sonda termostato (G3/8)	435	440	435	570	530
h4 - recirculación agua (G3/4)	680	600	650	770	850
h5 - entrada de agua al serpentín (G1)	790	755	750	870	870
h6 - salida agua caliente del tanque (G1)	860	1080	1135	1420	1650

ESQUEMA DIMENSIONAL

ACS 200



ACS 250-500



7.10 Selección de la planta de tratamiento de aguas residuales

El sistema de desagüe se desarrolla siguiendo las normas UNE-EN ISO 15749-1 a 14749-4.

La planta séptica consiste en un tanque donde se recogen, almacenan y tratan las aguas grises y negras que se generan en el buque.

Se entiende por agua negra aquella de deshecho procedente de retretes, urinarios y bidés, incluyendo aditivos; de zonas médicas y lavabos, bañeras y descargas de agua de estas zonas; espacios en los que habiten animales vivos y de otros tipos de aguas de deshecho si se mezclan con las anteriormente mencionadas. Se define agua gris como aquella de deshecho que se debe evacuar con excepción de las aguas negras.

El convenio MARPOL hace obligatorio la instalación de una planta séptica a bordo y además tanto los buques como las instalaciones de recepción deben constar con conducto con conexión universal para poder acoplarlos fácilmente.

Las cantidades mínimas de deshechos se recogen en la norma ya mencionada UNE-EN ISO 15749-1:

Fuente: Norma UNE-EN ISO 15749-1.

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

Para un buque de carga la cantidad de aguas grises y negras por día y por persona es de:

$$\text{Aguas negras} = N * \text{días de navegación} * \frac{\text{Consumo aguas negras}}{\text{tripulante día}}$$

$$\text{Aguas negras} = 36 * \frac{20000}{15.5 * 24} * 25 = 48387 \text{ l}$$

$$\text{Aguas grises} = N * \text{días de navegación} * \frac{\text{Consumo aguas grises}}{\text{tripulante día}}$$

$$\text{Aguas grises} = 36 * \frac{20000}{15.5 * 24} * 135 = 261290 \text{ l}$$

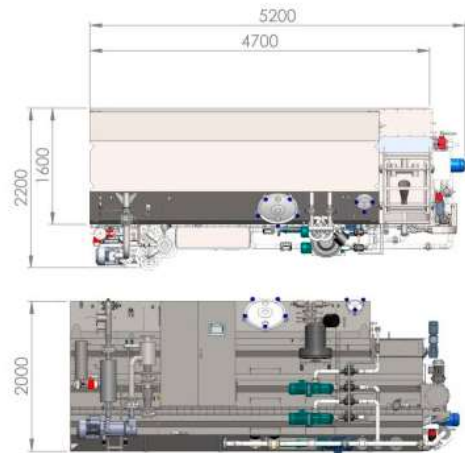
Según el MARPOL, se prohíbe la descarga de aguas negras al mar a excepción de si:

- Se está a más de 3 millas de tierra y tras haber desmenuzado y desinfectado estas aguas negras.
- Se está a más de 12 millas de tierra y sin haber desmenuzado ni desinfectado estas aguas negras.
- Se utiliza una instalación de tratamiento.

Se escoge una planta de tratamiento de residuos del vendedor Pure Blue con las siguientes especificaciones,

Maximum number of passengers	Up to 220
Maximum capacity	40 m³/d
Dry weight - Innopack** Marine	3.5 ton

	Nominal weight (ton)
VACUUM – Grey water system	Vessel specific
GALLEY – Incl. pump tanks	2
SEWAGE - Innopack** Marine	11.5
SLUDGE – Sludge tank	5
Total weight (filled)	22
Nominal working power	Ca. 8 kW
Supply voltage	3x400V + N + PE



Up to 220 passengers.
Less than 11.5 m².



8 SERVICIO CONTRA INCENDIOS

Para el desarrollo del sistema contra incendios del buque, se siguen las reglas del capítulo II.2 del SOLAS "Construcción - prevención, detección y extinción de incendios". Para ello, es necesario la definición de los espacios del buque donde se han de situar los sistemas en el servicio contra incendios.

Estas divisiones se basan en:

- Partir el buque en zonas principales y verticales mediante mamparos límite que ofrezcan una resistencia térmica y estructural.
- Separar la zona de alojamiento y el resto del buque mediante mamparos límite que ofrezcan una resistencia térmica y estructural.
- Limitación en el uso de materiales combustibles.
- Detección, contención y extinción de cualquier incendio.
- Protección de los medios de evacuación y de los de acceso para combatir los incendios.
- Disponibilidad rápida de los dispositivos extintores.
- Reducir al mínimo el riesgo de inflamación de los gases de la carga.

Entonces y según lo anterior, se tendrán los siguientes espacios:

- Espacios de carga: los tanques del buque.
- Espacios de alojamiento: los definidos en la habilitación.
- Espacio de servicio: cocinas, pañoles, talleres que no forman parte de máquinas...
- Espacios de categoría A para máquinas: cámara de máquinas.

Este sistema estará formado por:

- Bombas contra incendios.
- Un Colector General provisto de los ramales adecuados.
- Bocas Contra incendios distribuidas de modo que dos chorros de agua que procedan de diferentes bocas contra incendios alcancen cualquier parte del buque.
- Cajas contra incendios donde estibar las mangueras y lanzas reguladoras.
- Una "conexión Internacional a tierra", debidamente señalada, que en caso de ser necesario pueda ser acoplada a cualquier boca contra incendios del colector principal.

8.1 Bombas CI, colectores, hidrantes y mangueras

8.1.1 Hidrantes y Mangueras

Siguiendo el SOLAS, el número y distribución de las bocas contra incendios deberá ser tal que, dos chorros de agua que no procedan de la misma boca contra incendios, uno de ellos suministrado por una manguera de una sola pieza, puedan alcanzar cualquier parte del buque. Por otra parte, dos jets de diferentes hidrantes, ambos con una longitud simple de manguera, puedan alcanzar cualquier parte de los espacios de carga (vacíos). Estos hidrantes deben estar situados cerca de los accesos a espacios.

Por normativa, los diámetros nominales de las boquillas son de 12mm, 16 mm y 19 milímetros, en valores cercanos a mismos. Los diámetros escogidos para este trabajo son de 45 mm por considerar estos últimos mejores para su propósito en el buque a proyectar. Cumpliendo con el requisito mínimo de velocidad del fluido de 2 m/s, pero considerando que en muchos puntos es necesario alcanzar velocidades mayores de 6 o 7 m/s.

Según el Capítulo II-2-Regla 4 a 7 del SOLAS, en los buques de carga de arqueo bruto igual o superior a 1000 toneladas se tendrán mangueras cada 30 m de eslora del buque, y

una de respeto, pero nunca menos de 5. Esto hace que en el buque a proyectar se dispongan 11 mangueras más otra de respeto (sin considerar aquí las exigidas para la cámara de máquinas). La longitud de las mangueras estará comprendida entre 10m y 25 m ya que el buque tiene, en las cubiertas expuestas, más de 30 m de manga.

Se debe instalar una válvula por cada manguera contraincendios, de manera que cuando la bomba esté en pleno funcionamiento se pueda desconectar cualquiera de las mangueras.

Las presiones de los hidrantes en los buques de carga de más de 6000 GT son de 0.27 N/mm² (aproximadamente 0.27 bar).

Además, en los buques de más de 500 GT es obligatoria la conexión a tierra a ambos costados.

8.1.2 Bombas CI

Las bombas contraincendios son de accionamiento independiente. Se pueden considerar las de sentinas, lastre, sanitarias y las de servicios generales siempre que estas no se usen habitualmente para bombear combustible.

En el tipo de buques al que pertenece el proyectado, buque de carga, las bombas contraincendios deben poder aportar, aparte de la de emergencia, a fines de extinción y a la presión exigida, un caudal de agua que exceda al menos en un tercio el caudal que, según la Regla II-1/21, debe evacuar cada una de las bombas de sentina independientes de un buque de pasaje de las mismas dimensiones cuando se le emplee en operaciones de achique, aunque no será necesario que en ningún buque de carga la capacidad total exigida de las bombas contraincendios exceda de 180 m³/h.

Como ya ha sido mencionado con anterioridad, el SOLAS dice que este sistema contará con dos bombas contraincendios que funcionarán simultáneamente, y una tercera bomba de respeto. Estas bombas serán bombas centrífugas. También impone que el caudal mínimo sea calculado como:

$$Q_{CI} = \frac{4}{3} Q_{sent}$$

Donde,

- Q_{CI} es el caudal de contraincendios.
- $Q_{sentinas}$ es el valor del caudal de sentinas, en este caso: 593.1 m³/h.

Entonces, se obtiene un caudal contraincendios de:

$$Q_{CI} = \frac{4}{3} Q_{sent} = 790.38 \frac{m^3}{h} > 180 \frac{m^3}{h}$$

Cada bomba contraincendios tendrá una capacidad superior al 80% de la capacidad total exigida dividida entre el número mínimo de bombas contraincendios, y nunca será de menos de 25 m³/h.

$$Q_{CI} = \frac{0.8 * \frac{4}{3} Q_{CI}}{N (3)} = 210.77 \frac{m^3}{h} > 25 \frac{m^3}{h}$$

El SOLAS establece que para buques con manga superior a 30 m es necesario instalar en la cubierta expuesta mangueras de longitud mayor a 10 metros, pero nunca sobrepasar los 25 m. En el caso a tratar se suponen mangueras de 20 metros de longitud y 45 mm de diámetro, que son los normalmente más utilizados en el sector naval.

Por lo tanto, en la cámara de bombas, se han de colocar las 3 bombas contraincendios destinadas al servicio con tal nombre.

Elemento	Material (C)	dia m mm	Le/D	Long. EQ m	Caudal m3/h	Dif altura m	Pérdida bar
Presión requerida en el extremo							2,7
Tubo Conexión	145	100		5,0	263,46	0	0,3041
Te roscada	145	100	20	2,0	263,46	0	0,1216
Tubo recto	145	100		12,8	263,46	0	0,7771
Codo 90º	145	100	13	1,3	263,46	0	0,0791
Tubo recto	145	100		15,0	263,46	4	1,3047
Válvula retención	145	200	95	19,0	263,46	0	0,0395
Válvula de compuerta	145	200	37	7,4	263,46	0	0,0154
Tubo recto impulsión	145	200		1,0	263,46	1	0,1002
Presión requerida en la bomba							5,44 bares

Dimensionamiento de la bomba

Caudal	263,46 m3/h
Presion	5,44 bar
Densidad	1025 kg/m3
Rendimiento	0,7 -
Potencia absorbida	56 kW
Potencia eléctrica	62 kW

Para este servicio, se escogen 3 bombas del catálogo de la compañía “SAER Elettropompe” del tipo “Serie MO NCB/NCBZ” (Norma EN 733) de caudal 275 m³/h, modelo “NCBZ4P 150-400C/B”, 55 kW.

1450 RPM

Tipo	P2		In (A)	Is / In	U.S.g.p.m.		Q m ³ /h		l/min		H (m)																					
	KW	HP			0	880	990	1012	1100	1210	0	200	225	230	250	275	300	325	350	375	400	425	450	475	500	550	600	625	650	675		
NCBZ4P 150-315C	30	40	56	7,5		27,5	26,7	26,4	26,3	26	25,5	25,2	24,7	24	23,5	22,6	22,2	20,6	20,2	18,6												
NCBZ4P 150-315B	37	50	72	7		32,4	31,8	31,5	31,4	31	30,4	30	29,5	28	27	26	25,6	24	23,5	21,5	18,1	14,5										
NCBZ4P 150-315A	55	75	101	7		39,5	39,2	39	38,9	38,7	38,2	37,9	37,2	36,6	35,9	35,5	35	33	32,6	31,2	28,8	25,6	23,6	21								
NCBZ4P 150-400C/B	55	75	101	7		45,3	45	44,7	44,6	44,2	43,6	43	42,1	41	39,9	38,6	38,1	35,9	35,2	32,5												
NCBZ4P 150-400C/A	75	100	130	7,5		45,3	45	44,7	44,6	44,2	43,6	43	42,1	41	39,9	38,6	38,1	35,9	35,2	32,5	28,6	24,7	22,3	20								
NCBZ4P 150-400B	75	100	130	7,5		54	53,3	53	52,9	52,5	52	51,5	50,9	50,2	49,6	48,8	48,4	47	46,7	45,3	43,6	41,2	39,8									
NCBZ4P 150-400A	90	125	155	7,6		62,8	62,5	62,4	62,3	62,1	61,5	60,9	60,3	59,7	59	58,2	57,8	56,1	55,6	53,4	50,5	46,8	44,74	42,3	40							

8.1.2.1 Bombas contraincendios de emergencia

Aquel buque cuyo registro bruto sea igual o superior a 1000 toneladas, debe llevar instaladas dos bombas independientes accionadas por una fuente de energía. Además, en estos debe existir un medio alternativo de suministro de agua para combatir incendios.

Si el buque presenta un registro bruto igual o superior a 2000 toneladas, el medio alternativo para combatir los incendios consiste en una bomba fija de emergencia accionada independientemente.

La bomba contra incendios de emergencia debe tener una capacidad igual al 40% de la capacidad total del servicio de contra incendios, y nunca puede ser inferior a 25 m³/h.

Entonces,

$$Q_{BOMBA\ DE\ EMERGENCIA} = 40\% \text{ de } Q_{CI} = 316.15 \text{ m}^3/h$$

La presión mínima, igual que las demás es de 2.7 bar.

La potencia para esta bomba será de:

Dimensionamiento de la bomba		
Caudal	316,15	m ³ /h
Presión	2,70	bar
Densidad	1025	kg/m ³
Rendimiento	0,7	-
Potencia absorbida	33	kW
Potencia eléctrica	37	kW

Para este servicio, se escoge una bomba del catálogo de la compañía "SAER Elettropompe" del tipo "Serie MO NCB/NCBZ" (Norma EN 733) de caudal 325 m³/h, modelo "NCBZ4P 150-400C/B", 55 kW.

1450 RPM

Tipo	P2		In (A)	Is / In	Q																				
	kW	HP			0	880	990	1012	1100	1210	1320	1431	1541	1651	1761	1875	1981	2090	2200	2420	2640	2750	2860	2970	
					0	200	225	230	250	275	300	325	350	375	400	425	450	475	500	550	600	625	650	675	
					0	3333	3758	3840	4167	4583	5000	5417	5833	6250	6667	7100	7500	7933	8350	9166	10000	10416	10833	11250	
NCBZ4P 150-315C	30	40	56	7,5	27,5	26,7	26,4	26,3	26	25,5	25,2	24,7	24	23,5	22,6	22,2	20,6	20,2	18,6						
NCBZ4P 150-315B	37	50	72	7	32,4	31,8	31,5	31,4	31	30,4	30	29,5	28	27	26	25,6	24	23,5	21,5	18,1	14,5				
NCBZ4P 150-315A	55	75	101	7	39,5	39,2	39	38,9	38,7	38,2	37,9	37,2	36,6	35,9	35,5	35	33	32,6	31,2	28,8	25,6	23,6	21		
NCBZ4P 150-400C/B	55	75	101	7	45,3	45	44,7	44,6	44,2	43,6	43	42,1	41	39,9	38,6	38,1	35,9	35,2	32,5						
NCBZ4P 150-400C/A	75	100	130	7,5	45,3	45	44,7	44,6	44,2	43,6	43	42,1	41	39,9	38,6	38,1	35,9	35,2	32,5	28,6	24,7	22,3	20		
NCBZ4P 150-400B	75	100	130	7,5	54	53,3	53	52,9	52,5	52	51,5	50,9	50,2	49,6	48,8	48,4	47	46,7	45,3	43,6	41,2	39,8			
NCBZ4P 150-400A	90	125	155	7,6	62,8	62,5	62,4	62,3	62,1	61,5	60,9	60,3	59,7	59	58,2	57,8	56,1	55,6	53,4	50,5	46,8	44,74	42,3	40	

8.1.3 Colector CI

El caudal nominal necesario en el colector viene dado por:

$$Q_N = k * \sqrt{P}$$

Donde,

- K es el coeficiente de la manguera.
- P es la presión definida para esa manguera.

En lo referido a la presión, también será superior a la recomendada por el SOLAS de 2.7 bar. En el caso a tratar, se toma una presión en punta de lanza en mangueras de cubierta de unos 7 bar y, teniendo en cuenta que una manguera del tipo de las escogidas tiene una

pérdida de carga de 1 bar, la presión necesaria en el punto de conexión de la manguera será de 8 bares.

Mediante la tabla de la Norma UNE EN 671-2 de “Instalaciones fijas de lucha contra incendios” se obtienen los valores del coeficiente K para la boca de incendios:

Tabla 1 – Caudales mínimos y coeficiente K mínimo según la presión

Lanza-boquilla o diámetro equivalente mm	Caudal mínimo Q l/min			Coeficiente K ^a
	P = 0,2 MPa	P = 0,4 MPa	P = 0,6 MPa	
9	65	92	113	46
10	78	110	135	55
11	96	136	167	68
12	102	144	176	72
13	120	170	208	85

^a El caudal Q a la presión P se obtiene por la ecuación $Q = K\sqrt{10P}$, donde Q se expresa en l/min y P en MPa.

Se obtiene para una manguera de 45 mm y tamaño de lanza-boquilla recomendado 12 mm, 16 mm y 19 mm, una K del orden de 85 para boquilla de 13 mm.

El caudal obtenido es:

$$Q_N = 85 * \sqrt{8} = 240.42 \text{ l/min}$$

Como previamente se ha mencionado, es necesario que dos chorros de agua procedentes de distintas bocas contra incendios alcancen el mismo punto del buque, por lo que el caudal requerido para cumplir dicho requisito será de:

$$Q_{N \text{ dos chorr}} = 2 * k * \sqrt{P} = 2 * 83 * \sqrt{8} = 480.83 \text{ l/min}$$

En el caso de la habilitación y zona de máquinas, se toma una presión en punta de lanza en las mangueras de 5 bar, a la cual se le debe añadir 1 bar debido a las pérdidas de carga de la manguera; por lo tanto, son considerados 6 bar en el punto de conexión de la manguera. El caudal obtenido mediante la misma expresión que la usada en el apartado anterior es de:

$$Q_{HAB} = 85 * \sqrt{6} = 208.21 \text{ l/min}$$

Y el caudal obtenido de dos chorros:

$$Q_{HAB \text{ dos chorro}} = 2 * 85 * \sqrt{6} = 416.41 \text{ l/min}$$

8.2 Extintores

A bordo se disponen de los siguientes extintores:

- Extintores portátiles de polvo polivalente ABC.
- Extintores de espuma.
- Dispositivos portátiles lanza espuma.

8.2.1 Extintores portátiles de polvo polivalente ABC

Haciendo referencia a la regla 10 del SOLAS, en la zona de habilitación se deben disponer 2 extintores por nivel a excepción del puente, donde se instalará uno. En la cubierta principal, 1ª, 2ª y 3ª cubiertas de la superestructura, donde hay zonas comunes con riesgo de incendio como la cocina y donde hay zonas con maquinaria de trabajo, se instalarán 8 extintores.

Los requisitos para un espacio se colocan en la entrada del mismo y en lugares visibles.

Teniendo en cuenta que se consideran extintores portátiles aquello cuyo peso es inferior a 23kg, los extintores de la zona de habilitación serán de tipo portátil de polvo polivalente tipo A.

8.3 Instalaciones fijas de CI

8.3.1.1 Extintores de espuma

Estos extintores no se consideran portátiles debido a que su volumen es de 13.5 litros. Estos son los dispuestos en la cámara de máquinas debido a la mayor capacidad requerida.

Continuando con la regla 10 del SOLAS, se debe dotar a estos espacios extintores de espuma de 45 litros de capacidad como mínimo, o modelos equivalentes en número, para que la espuma alcance cualquier parte de los sistemas de combustible y de aceite de lubricación a presión, engranajes y otras partes que presenten riesgo de incendio.

En la cámara de máquinas del buque a diseñar, se dispondrán de 12 extintores de este tipo distribuidos por la cámara de máquinas debido a la amplitud que esta presenta.

8.3.1.2 Dispositivos portátiles lanza espuma

Estos dispositivos estarán formados por una lanza para aire/espuma susceptible de quedar conectada al colector contraincendios por una manguera, y un tanque portátil que contenga como mínimo 20 litros de líquido espumógeno, más un tanque de respecto.

8.3.1.3 Espacios de máquinas

Los espacios de categoría A con motores de combustión interna, como el del proyecto aquí tratado, incluyen un sistema fijo CI, en este caso, se escoge de espuma, un aplicador de espuma de alta expansión.

En la cámara de máquinas del buque a diseñar, como ya se ha mencionado, se dispondrán de 12 extintores de este tipo distribuidos en ella debido a la amplitud que esta presenta.

El espacio que tiene la caldera de combustible líquido y el local de depuradoras debe tener un sistema fijo de CI, en este caso, de espuma. Un aplicador portátil de espuma en la entrada, 2 extintores de espuma, 0.1 m³ de arena especial.

8.3.1.4 Espacios de control, acomodación y espacios de servicio.

Para buques de carga con el método de protección ICC, se debe disponer de un sistema fijo de rociadores en todos los espacios de control, acomodación y servicio, incluyendo pasillos y escaleras.

Los paños con líquidos inflamables, como pueden ser los de limpieza o de pinturas deben estar provistos de un sistema accionable desde fuera del espacio, consistente en, sistema de CO₂, con un volumen mínimo del 40% del volumen del espacio, sistema de polvo seco de 0.5 kg polvo/m³ y un sistema de rociadores de 5 l/m²*min.

Las freidoras tendrán un sistema manual aceptado (clase F), y CO₂ en el conducto.

Para el dimensionamiento de las instalaciones de CO₂ se utiliza la siguiente expresión,

$$Q = V * \frac{\%}{\text{peso específico}}$$

Donde,

- Q es el caudal de CO2 en kg.
- V es el volumen bruto del espacio a proteger, en este caso, 218.1 m³.
- $\rho = 0.56 \text{ kg/m}^3$ es la densidad de CO2.

Entonces,

$$Q = 218.1 * \frac{0.4}{0.56} = 155.79 \text{ kg}$$

8.3.1.5 Espacios de carga

Según el SOLAS, el buque debe disponer en cubierta, con el fin de proteger la zona de cubierta de la zona de carga, un sistema fijo de extinción de incendios de espuma de baja expansión.

Este sistema debe tener la capacidad de sufragar un fuego producido en cualquier punto de la superficie de cubierta y en cualquier tanque de carga cuando la cubierta haya sufrido daños.

Este sistema deber ser aprobado por la Administración y puede presentar las siguientes características:

- Puede descargar a través de orificios fijos de descarga en no más 5 minutos y así cubrir la mayor parte de la superficie en que haya riesgo de que se derrame combustible líquido.
- Habrá los medios necesarios para distribuir la espuma eficazmente.

La cámara de bombas de carga dispondrá de un sistema de espuma de alta expansión.

8.3.2 Dimensionamiento de las instalaciones CI de cámara de máquinas

Para el espacio de cámara de máquinas se emplean sistemas de espuma de alta expansión con 2 partes de espumógeno y 98 de agua.

Su capacidad debe ser tal que se cree una capa de 1 m de espesor por minuto (ó se llene el espacio en 10 minutos). El tanque espumógeno a de ser tal que llene el espacio más grande a proteger, 5 veces.

Para el cálculo del caudal se usa la siguiente expresión,

$$Q_{\text{Agua}} = Q_{\text{Espuma}} * \frac{1 - \text{Mezcla}}{1 - \text{Mezcla} * (1 - \text{Ratio})}$$

Donde,

- $Q_{\text{Espuma}} = \frac{V_{\text{Espuma}}}{T}$
- V es el volumen que tiene que cubrir la espuma de alta expansión para dar un espesor mínimo de 1 m.

$$V = L_{\text{tq carga}} * B * \text{Esp}$$
$$V = 253.40 * 56.5 * 1 = 14317.1 \text{ m}^3$$

- T es el tiempo que se tarda, que según la normativa no debe ser superior a 5 minutos.
- Mezcla, hace referencia al % de mezcla con agua para generar la espuma (0.02)
- Ratio de expansión del espumógeno, como es de alta expansión, 1000.

Entonces,

$$Q_{\text{Agua}} = Q_{\text{Espuma}} * \frac{1 - \text{Mezcla}}{1 - \text{Mezcla} * (1 - \text{Ratio})} = 133.75 \text{ m}^3/\text{min}$$

$$Q_{Espumógeno} = Q_{Espuma} * \frac{Mezcla}{1 - Mezcla * (1 - Ratio)} = 2.73 \text{ m}^3/\text{min}$$

El volumen del tanque de espumógeno será,

$$V_{tanque\ espumógeno} = V * \left(\frac{Mezcla}{1 - Mezcla * (1 - Ratio)} \right) = 13.65 \text{ m}^3$$

8.4 Equipos de detección de incendios

Para la detección de incendios se recomienda emplear un sistema de ionización, ya que permite detectar los gases que entrarán en combustión antes de producirse el incendio.

Los detectores de este sistema deben colocarse a diferentes alturas en zonas como los tanques de lastre, el pique de proa o los espacios de máquinas; así se detectan los gases más ligeros y pesados que el aire.

Para la zona de habilitación se puede emplear un sistema de humos basado en células fotoeléctricas. Funcionan de forma que se activan al oscurecerse por el humo o iluminarse por reflexión de luz en las partículas del mismo.

La señal de aviso de incendio debe estar claramente diferenciada del resto de señales para poder percibir el riesgo de inmediato. La señal estará compuesta por dos, una acústica y otra visual tanto en el puente como en los espacios de máquinas y la habilitación.

9 VENTILACIÓN

Cabe diferenciar entre la ventilación de los locales, la de los espacios de habitación y la de la cámara de máquinas. Cada uno de estos casos requiere un estudio minucioso que será desarrollado a continuación.

Para el desarrollo del cálculo de los sistemas de ventilación se utiliza la norma UNE-EN ISO 8861.

9.1 Ventilación de espacios

En general, debe de colocarse un ventilador de tipo axial en cada local, y la presión en estos suele estar entre los 40 y 75 m.c.a. La presión de estos puede desglosarse como:

$$P_T = P_E + P_D$$

Donde,

- P_T es la presión total, ya se ha mencionado que suele permanecer al rango de 40 a 75 m.c.a.
- P_E es la presión estática, de 0.85 a 1 mm.c.a/m del conducto.
- P_D es la presión dinámica para la velocidad de 20-25 m/s.

El caudal de estos ventiladores depende del volumen del local y del número de renovaciones de aire que sea necesario ejecutar por hora. Viene dado por:

$$Q = R * V$$

Donde,

- R son las renovaciones de aire por hora, que en locales con equipos instalados suele estar entre 10 y 15 renovaciones/h; en caso de no haber equipos instalados, las renovaciones/h son del 5 a 10.
- V es el volumen del local a describir.

Local	Área m2	Alto m	Volumen m3	Renovaciones hora ren/h	Caudal m3/h
Local de cuadros eléctricos	33,6	3	100,8	5	504
Local CO2	13,09	3	39,27	10	392,7
Local depuradoras	31,53	3	94,59	10	945,9
Local planta séptica	21,7	3	65,1	10	651
Local Aire Acondicionado	44,92	3	134,76	10	1347,6
Local salas de control de lastre y bombas	19,4	3	58,2	5	291
Local incinerador	16,15	3	48,45	10	484,5
Local grupo de emergencia	50,38	3	151,14	10	1511,4
Local maquinaria hidráulica	13,2	3	39,6	10	396
Taller de máquinas	27,9	3	83,7	5	418,5
Taller	27,73	3	83,19	5	415,95
Vestuarios	98,9	3	296,7	5	1483,5
Enfermería	55,76	3	167,28	5	836,4

9.1.1 Selección de ventiladores

El modelo escogido es uno axial de la marca Novovent, modelo AXITUB WINDER 4-1000T-6 y una potencia de 11 kW.

Para la extracción se colocan ventiladores del modelo escogido, axial de la marca Novovent, modelo AXITUB WINDER 4-630T-4 y una potencia de 1.5 kW.



9.2 Ventilación cámara de máquinas

El caudal de aire necesario para la ventilación de cámara de máquinas se calcula por el método de renovaciones hora:

$$Q = R * V$$

Donde,

- V es el volumen de la cámara de máquinas, 26000 m³.
- R son las renovaciones por hora, que en los locales con equipos instalados en su interior son de 10 a 15 renovaciones/h. En este caso se decide escoger, 12 renovaciones/h.

Entonces,

$$Q = 12 * 26000 = 312000 \text{ m}^3/\text{h}$$

Es un caudal considerable para desplazar, por lo que se decide instalar 8 ventiladores de potencia,

$$P = \frac{Q * P}{75 * 3600 * \eta}$$

Donde,

- Q es el caudal considerado.
- P es la presión en m.c.a. Se escogen 25 mca.
- El rendimiento será de 0.65.

Entonces,

$$P = \frac{312000 * 25}{75 * 3600 * 0.65} = 44.4 \text{ CV} = 33.14 \text{ kW}$$

9.3 Ventilación espacios de carga

El caudal de aire necesario para la ventilación de espacios de carga se calcula por el método de renovaciones hora:

$$Q = R * V$$

Donde,

- V es el volumen del espacio de carga.

$$V_{tanqueslops} = 6041.27 \text{ m}^3$$

$$V_{tanquescarga} = 308249.06 \text{ m}^3$$

- R son las renovaciones por hora, que en los locales sin equipos instalados en su interior son de 5 a 10 renovaciones/h. En este caso se decide escoger, 7 renovaciones/h.

Entonces,

$$Q_{slops} = 7 * 6041.27 = 42288.89 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_{carga} = 7 * 308249.06 = 2157743.42 \text{ m}^3/\text{h}$$

Para los tanques slops se decide instalar 4 ventiladores de tipo axial, dos en cada tanque. De potencia

$$P = \frac{Q * P}{75 * 3600 * \eta}$$

Donde,

- Q es el caudal considerado.
- P es la presión en m.c.a. Se escogen 25 mca.
- El rendimiento será de 0.65.

Entonces,

$$P = \frac{42288.89 * 25}{75 * 3600 * 0.65} = 6.02 \text{ CV} = 4.49 \text{ kW}$$

Para los tanques de carga se decide instalar 30 ventiladores de tipo axial, dos en cada tanque. De potencia,

$$P = \frac{Q * P}{75 * 3600 * \eta}$$

Donde,

- Q es el caudal considerado.
- P es la presión en m.c.a. Se escogen 25 mca.
- El rendimiento será de 0.65.

Entonces,

$$P = \frac{2157743.42 * 25}{75 * 3600 * 0.65} = 307.37 \text{ CV} = 229.21 \text{ kW}$$

10 ELEVACIÓN Y MANTENIMIENTO

Los equipos habitualmente empleados para elevación y mantenimiento son:

- Puntal de provisiones, que se instala a popa para dar servicio a los medios de acceso de las gambuzas. Esta tendrá un alcance de unos 5 metros y una capacidad de unas 1.2 toneladas.
- Grúa de cámara de máquinas, instalada en la segunda plataforma de la cámara de máquinas, sobre el motor principal, para realizar las labores de mantenimiento de este. Su capacidad es tal que puede elevar el elemento más pesado del motor.
- Equipo de acceso al buque,
 - Escala real, se dispone de una en cada banda y en la zona central del buque donde los costados son planos. Estas escalas estarán colocadas de tal manera que se suba de popa a proa. Además, durante la navegación deben quedar estibadas de tal manera que no sobre salgan de la manga del buque.
 - Escala del práctico, es una escalera enrollable. Esta se conserva en buenas condiciones, guardada en un local protegido contra la lluvia y las condiciones ambientales.
- En la cubierta principal hay un taller en el que se encuentran herramientas necesarias como el torno eléctrico, taladro vertical, esmeriladora vertical, equipo de soldadura eléctrica, equipo de corte y soldadura oxiacetilénica, un banco para prueba de inyectoras y un compresor de aire para servicios auxiliares, entre otros.

11 EQUIPO DE FONDA Y HOTEL

La cocina y las gambuzas se sitúan en la primera cubierta de la superestructura (cubierta nº 6).

El buque proyectado consta de una cocina cuya área es mayor a la mínima definida en la reglamentación. En el caso tratado el área destinada a cocina es de 33.20 m² mientras que la mínima exigida es de 9.75 m². En el interior de la cocina se dispone de una despensa cuyo fin es el típico de estos casos. La cocina está comunicada directamente con los comedores de oficiales y tripulación.

Dentro de la cocina se puede encontrar:

- Fregadero con servicio de agua dulce y caliente.
- Mesa de trabajo.
- Cocina eléctrica.
- Horno.
- Campana extractora de gases.
- Batidora.
- Freidora.
- Tostadora de pan.
- Peladora de patatas.
- Cafetera eléctrica.
- Molinillo para el café.
- Picadora de carne.
- Corta-fiambres.
- Dos frigoríficos dentro de la despensa de 500 ml.
- Dos frigoríficos-combi fuera de la despensa de 500 ml.
- Dos lavavajillas.
- Calienta platos.
- Microondas.

Los comedores segregados de tripulación y oficiales cuyas áreas son de 54 y 42.6 m² respectivamente, cumpliendo con los requisitos mínimos dictados por la norma, en este caso de, 10.5 y 7.5 m² respectivamente. Dentro de los comedores se puede encontrar además de las mesas y asientos, cubertería, microondas y cafetera.

Desde los comedores de la misma nomenclatura se puede acceder directamente a los oficios de tripulación y oficiales, aunque, además estos presentan acceso directo desde los pasillos. En los oficios se dispone:

- Un fregadero.
- Una cafetera.
- Un microondas.

El buque dispone también de distintas gambuzas que albergan las provisiones necesarias,

- Gambuza seca destinada a alimentos como harina, arroz o garbanzos y colocada próxima a la cocina. El área ocupada por este espacio es de 23.4 m², mientras que el mínimo exigido por la norma es de 22.6 m². En su interior se disponen estanterías y armarios para el almacenamiento de los víveres. Entonces contiene,
 - Estantes, alacenas, barras y ganchos para víveres.
 - Patatero.
- Gambuza refrigerada situada cerca de la cocina y en cuyo interior se coloca la gambuza congelada. El área de la gambuza destinada a lo congelado es de 7.4 m² (el mínimo es de 7.4 m²) y a lo refrigerado es de 11.7 m² (el mínimo según la norma es de 11.6 m²). Entonces está compuesta por:

- Cámara de carne a -20 °C.
- Cámara de pescado a -20 °C.
- Cámara de lácteos a 3 °C.
- Cámara de frutas y verduras a 2 °C.

Todas las cámaras contarán con indicadores de temperatura fuera y dentro del servicio.

Estas estancias se encuentran aisladas, dispuestas con unas puertas de construcción robusta y bisagras especialmente reforzadas contra los golpes.

Desde la cocina, mediante una alarma, se recibirá aviso de la subida de temperatura en dichos locales.

En la 2ª cubierta de la superestructura (cubierta nº 7), el buque proyectado contará de una lavandería de 56.62 m², cumpliendo con los requisitos mínimos de la norma.

Para el servicio del buque, dentro de la lavandería se colocan,

- Un fregadero de acero inoxidable.
- 6 planchas con sus respectivas mesas de planchado.
- 5 lavadoras.
- 3 secadoras de aire.
- Mesa de trabajo con cajones debajo.
- Armarios.

Todo este local dispondrá de acceso a agua fría y a agua caliente, así como de perchas, ganchos, tendederos y cubos para la ropa.

12 NAVEGACIÓN Y COMUNICACIONES

Siguiendo el SOLAS Capítulo IV, Parte C, los requisitos para comunicaciones por radio son la inexistencia de interferencias, disponibilidad continua, comunicación por los canales VHF requeridos y comunicación desde los alerones del puente (VHF portátil). Los buques de características similares a las del aquí tratado, han de contar con,

- Compás magnético independiente de fuentes de energía (Bitácora), en el puente de gobierno.
- Compás de demarcaciones independiente de fuentes de energía, en el puente de gobierno.
- Cartas náuticas (ECDIS aceptable), en el puente de gobierno.
- Receptor GPS o radionavegación terrestre, en el puente de gobierno.
- Micrófono en puentes cerrados.
- Teléfono autogenerado para comunicarse con el local del servo en emergencia.
- Juego de código de señales.
- Compás de emergencia intercambiable con la bitácora.
- Luz de señales.
- BNWAS (bridge navigational watch alarm system).
- Ecosonda.
- 9GHz radar.
- Plotter electrónico con marcación de otros buques para evitar colisión.
- Corredera.
- Transmisor del rumbo del buque, para usar en conjunto con la corredera.
- Sistema AIS.
- Girocompás, con repetidor en el manual steering, en el puente de gobierno.
- Repetidor de timón, hélice, empuje, paso, r.p.m. ... desde el puesto de mando (conning).
- Medios automáticos para evitar colisiones con otros buques u objetivos.
- Dispositivo para indicar el radio de giro.
- Medición de distancia y velocidad sobre el fondo.
- Dispositivo para evitar colisiones por medio del radar.
- Sistema de control automático del rumbo, en el puente de gobierno.
- ECDIS.
- Voyage Data Recorder (caja negra).

13 AIRE ACONDICIONADO

El sistema de aire acondicionado será de tipo centralizado, de manera que se disponga conectado a todos los locales y alojamientos a acondicionar de la zona de habilitación y la cabina de control de cámara de máquinas. Además, las salidas individuales que unen el colector principal con cada local serán regulables, adaptando el caudal a las necesidades de los miembros de la tripulación.

El sistema de aire acondicionado debe ser de alta velocidad y de doble conducto a excepción de los salones o espacios públicos donde los conductos serán simples y de baja velocidad.

Para el dimensionamiento de este servicio, se sigue la norma UNE-EN-ISO-7547.

13.1 Condición de verano

Condición: VERANO	Superficie	217,3	m ²	Tª Interior	27	°C
Proa de superestructura	Alto	3	m	Tª Exterior	35	°C

Division	Largo m	Area tot. m ²	Transmision						Radiacion Solar		
			ΔT K	Av m ²	Kv W/(m ² *K)	Ag m ²	Kg W/(m ² *K)	Φ W	ΔTr K	Gs W/m ²	Φs W
M.1 (exterior)	5,96	36,02	8	35,17	0,9	0,8505	3,5	277,0	12	240	584,0
M.2 (exterior)	36	108,04	8	104,07	0,9	3,969	3,5	860,4	12	240	2076,5
M.3 (exterior)	5,96	36,02	8	35,17	0,9	0,8505	3,5	277,0	12	0	379,8
M.4 (interior)	35,7	107,5	2	107,5	0,9	0	0	193,5	0	0	0,0
M.5 (interior)	0	0	1	0	0,9	0	0	0,0	0	0	0,0
Cubierta (CCMM inferior)		217,3	18	217,3	0,8			3129,1			
Techo (Habilitacion)		432	0	432	0			0,0	0	0	0,0
Total Trans.								4737,1		Total Rad.	3040,3

	Person.	W/Pers.	W
Calor por personas	14	120	1680
Calor Aire renovacion			1075

Calor total del espacio (Aire acondicionado)	11813	W
---	--------------	----------

	m ²	W/m ²	W
Calor por iluminacion	125,05	10	1250,5
Calor por otros equipos			30

Se puede despreciar si hay iluminacion natural

Condición: VERANO	Superficie	170,88	m ²	Tª Interior	27	°C
Popa de Superestructura	Alto	3	m	Tª Exterior	35	°C

Division	Largo m	Area tot. m ²	Transmision						Radiacion Solar		
			ΔT K	Av m ²	Kv W/(m ² *K)	Ag m ²	Kg W/(m ² *K)	Φ W	ΔTr K	Gs W/m ²	Φs W
M.1 (exterior)	5,96	14,62	8	13,77	0,9	0,8505	3,5	123,0	12	240	352,8
M.2 (exterior)	36	108,04	8	108,04	0,9	0	3,5	777,9	12	240	1166,8
M.3 (exterior)	5,96	14,62	8	13,77	0,9	0,8505	3,5	123,0	12	0	148,7
M.4 (interior)	35,7	107,5	2	107,5	0,9	0	0	193,5	0	0	0,0
M.5 (interior)	0	0	1	0	0,9	0	0	0,0	0	0	0,0
Cubierta (CCMM inferior)		217,3	18	217,3	0,8			3129,1			
Techo (Habilitacion)		432	0	432	0			0,0	0	0	0,0
Total Trans.								4346,4		Total Rad.	1668,4

	Person.	W/Pers.	W
Calor por personas	23	120	2760
Calor Aire renovacion			1766

Calor total del espacio (Aire acondicionado)	11798	W
---	--------------	----------

PETROLERO DE CRUDO 250000 TPM/ CUADERNO XII
MINERVA RIVAS CABANAS

	m2	W/m2	W
Calor por iluminacion	122,64	10	1226,4
Calor por otros equipos			30

Se puede despreciar si hay iluminacion natural

Condición: VERANO	Superficie	217,3	m2	Tª Interior	27	°C
Proa Cubierta principal	Alto	3	m	Tª Exterior	35	°C

Division	Transmision								Radiacion Solar		
	Largo m	Area tot. m2	ΔT K	Av m2	Kv W/(m2*K)	Ag m2	Kg W/(m2*K)	Φ W	ΔTr K	Gs W/m2	Φs W
M.1 (exterior)	5,96	36,02	8	35,17	0,9	0,8505	3,5	277,0	12	240	584,0
M.2 (exterior)	36	108,04	8	104,07	0,9	3,969	3,5	860,4	12	240	2076,5
M.3 (exterior)	5,96	36,02	8	35,17	0,9	0,8505	3,5	277,0	12	0	379,8
M.4 (interior)	35,7	107,5	2	107,5	0,9	0	0	193,5	0	0	0,0
M.5 (interior)	0	0	1	0	0,9	0	0	0,0	0	0	0,0
Cubierta (CCMM inferior)		217,3	18	217,3	0,8			3129,1			
Techo (Habilitacion)		432	0	432	0			0,0	0	0	0,0
Total Trans.								4737,1		Total Rad.	3040,3

	Person.	W/Pers.	W
Calor por personas	18	120	2160
Calor Aire renovacion			1382

Calor total del espacio (Aire acondicionado)	13523	W
---	-------	---

	m2	W/m2	W
Calor por iluminacion	217,3	10	2173
Calor por otros equipos			30

Se puede despreciar si hay iluminacion natural

Condición: VERANO	Superficie	170,96	m2	Tª Interior	27	°C
Centro cubierta principal	Alto	3	m	Tª Exterior	35	°C

Division	Transmision								Radiacion Solar		
	Largo m	Area tot. m2	ΔT K	Av m2	Kv W/(m2*K)	Ag m2	Kg W/(m2*K)	Φ W	ΔTr K	Gs W/m2	Φs W
M.1 (exterior)	4,8	36,02	8	35,17	0,9	0,8505	3,5	277,0	12	240	584,0
M.2 (interior)	35,7	107,5	2	107,5	0,9	0	3,5	193,5	12	240	1161,0
M.3 (exterior)	4,8	36,02	8	35,17	0,9	0,8505	3,5	277,0	12	0	379,8
M.4 (interior)	35,7	107,5	2	107,5	0,9	0	0	193,5	0	0	0,0
M.5 (interior)	0	0	1	0	0,9	0	0	0,0	0	0	0,0
Cubierta (CCMM inferior)		217,3	18	217,3	0,8			3129,1			
Techo (Habilitacion)		432	0	432	0			0,0	0	0	0,0
Total Trans.								4070,2		Total Rad.	2124,8

	Person.	W/Pers.	W
Calor por personas	11	120	1320
Calor Aire renovacion			845

Calor total del espacio (Aire acondicionado)	10099	W
---	-------	---

	m2	W/m2	W
Calor por iluminacion	170,96	10	1709,6
Calor por otros equipos			30

Se puede despreciar si hay iluminacion natural

Condición: VERANO	Superficie	310,6	m2	Tª Interior	27	°C
Popa cubierta principal	Alto	3	m	Tª Exterior	35	°C

Division	Transmision								Radiacion Solar		
	Largo m	Area tot. m2	ΔT K	Av m2	Kv W/(m2*K)	Ag m2	Kg W/(m2*K)	Φ W	ΔTr K	Gs W/m2	Φs W
M.1 (exterior)	8,7	26,1	8	25,25	0,9	0,8505	3,5	205,6	12	240	476,8
M.2 (exterior)	36	108,04	8	108,04	0,9	0	3,5	777,9	12	240	1166,8

PETROLERO DE CRUDO 250000 TPM/ CUADERNO XII

MINERVA RIVAS CABANAS

M.3 (exterior)	8,7	26,1	8	25,25	0,9	0,8505	3,5	205,6	12	0	272,7	
M.4 (interior)	35,7	107,5	2	107,5	0,9	0	0	193,5	0	0	0,0	
M.5 (interior)	0	0	1	0	0,9	0	0	0,0	0	0	0,0	
Cubierta (CCMM inferior)		217,3	18	217,3	0,8			3129,1				
Techo (Habilitacion)		432	0	432	0			0,0	0	0	0,0	
								Total Trans.	4511,7		Total Rad.	1916,3

	Person.	W/Pers.	W
Calor por personas	14	120	1680
Calor Aire renovacion			1075

Calor total del espacio (Aire acondicionado)	10434	W
---	--------------	----------

	m2	W/m2	W
Calor por iluminacion	125,05	10	1250,5

Se puede despreciar si hay iluminacion natural

Condición: VERANO	Superficie	310,6	m2	Tª Interior	27	°C
PUENTE DE GOBIERNO	Alto	3	m	Tª Exterior	35	°C

Division	Largo m	Area tot. m2	Transmision						Radiacion Solar			
			ΔT K	Av m2	Kv W/(m2*K)	Ag m2	Kg W/(m2*K)	Φ W	ΔTr K	Gs W/m2	Φs W	
M.1 (exterior)	13,9	40,95	8	39,816	0,9	1,134	3,5	318,4	12	240	702,2	
M.2 (exterior)	36	108,02	8	69,22	0,9	38,8	3,5	1584,8	12	240	10059,6	
M.3 (exterior)	13,9	40,95	8	39,816	0,9	1,134	3,5	318,4	12	0	430,0	
M.4 (exterior)	36	108,02	8	108,02	0,9	0	0	777,7	12	0	1166,6	
M.5 (interior)	0	0	1	0	0,9	0	0	0,0	0	0	0,0	
Cubierta (CCMM inferior)		217,3	18	217,3	0,8			3129,1				
Techo (Habilitacion)		432	0	432	0			0,0	0	0	0,0	
								Total Trans.	6128,5		Total Rad.	12358,4

	Person.	W/Pers.	W
Calor por personas	14	120	1680
Calor Aire renovacion			1075

Calor total del espacio (Aire acondicionado)	22493	W
---	--------------	----------

	m2	W/m2	W
Calor por iluminacion	125,05	10	1250,5

Se puede despreciar si hay iluminacion natural

13.2 Condición de invierno

Condición: Invierno	Superficie	217,3	m2	Tª Interior	22	°C
Proa de superestructura	Alto	3	m	Tª Exterior	-20	°C

Division	Largo m	Area tot. m2	Transmision						
			ΔT K	Av m2	Kv W/(m2*K)	Ag m2	Kg W/(m2*K)	Φ W	
M.1 (exterior)	5,96	36,02	42	35,17	0,9	0,8505	3,5	1454,4	
M.2 (exterior)	36	108,04	42	104,07	0,9	3,969	3,5	4517,3	
M.3 (exterior)	5,96	36,02	42	35,17	0,9	0,8505	3,5	1454,4	
M.4 (interior)	35,7	107,5	5	107,5	0,9	0	0	483,8	
M.5 (interior)	0	0	1	0	0,9	0	0	0,0	
Cubierta (CCMM inferior)		217,3	18	217,3	0,8			3129,1	
Techo (Habilitacion)		432	0	432	0			0,0	
								Total Trans.	11039,1

	Person.	W
Calor por personas	14	5644,8
Calor Aire renovacion		

Calor total del espacio (Aire acondicionado)	16904	W
---	--------------	----------

PETROLERO DE CRUDO 250000 TPM/ CUADERNO XII
MINERVA RIVAS CABANAS

Condición: Invierno	Superficie	217,3	m ²	Tª Interior	22	°C
Popa de superestructura	Alto	3	m	Tª Exterior	-20	°C

Division	Largo	Area tot.	ΔT	Av	Kv	Ag	Kg	Φ
	m	m ²	K	m ²	W/(m ² *K)	m ²	W/(m ² *K)	W
M.1 (exterior)	5,96	14,62	42	13,77	0,9	0,8505	3,5	645,5
M.2 (exterior)	36	108,04	42	108,04	0,9	0	3,5	4083,9
M.3 (exterior)	5,96	14,62	42	13,77	0,9	0,8505	3,5	645,5
M.4 (interior)	35,7	107,5	5	107,5	0,9	0	0	483,8
M.5 (interior)	0	0	1	0	0,9	0	0	0,0
Cubierta (CCMM inferior)		217,3	18	217,3	0,8			3129,1
Techo (Habilitacion)		432	0	432	0			0,0
Total Trans.								8987,8

	Person.		W
Calor por personas	23		9273,6
Calor Aire renovacion			

Calor total del espacio (Aire acondicionado)	18261	W
---	--------------	----------

Condición: INVIERNO	Superficie	217,3	m ²	Tª Interior	22	°C
Proa Cubierta principal	Alto	3	m	Tª Exterior	-20	°C

Division	Largo	Area tot.	ΔT	Av	Kv	Ag	Kg	Φ
	m	m ²	K	m ²	W/(m ² *K)	m ²	W/(m ² *K)	W
M.1 (exterior)	5,96	36,02	42	35,17	0,9	0,8505	3,5	1454,4
M.2 (exterior)	36	108,04	42	104,07	0,9	3,969	3,5	4517,3
M.3 (exterior)	5,96	36,02	42	35,17	0,9	0,8505	3,5	1454,4
M.4 (interior)	35,7	107,5	5	107,5	0,9	0	0	483,8
M.5 (interior)	0	0	1	0	0,9	0	0	0,0
Cubierta (CCMM inferior)		217,3	18	217,3	0,8			3129,1
Techo (Habilitacion)		432	0	432	0			0,0
Total Trans.								11039,1

	Person.		W
Calor por personas	18		0
Calor Aire renovacion			-7258

Calor total del espacio (Aire acondicionado)	3781	W
---	-------------	----------

Condición: INVERNO	Superficie	170,96	m ²	Tª Interior	22	°C
Centro cubierta principal	Alto	3	m	Tª Exterior	-20	°C

Division	Largo	Area tot.	ΔT	Av	Kv	Ag	Kg	Φ
	m	m ²	K	m ²	W/(m ² *K)	m ²	W/(m ² *K)	W
M.1 (exterior)	4,8	36,02	42	35,17	0,9	0,8505	3,5	1454,4
M.2 (interior)	35,7	107,5	5	107,5	0,9	0	3,5	483,8
M.3 (exterior)	4,8	36,02	42	35,17	0,9	0,8505	3,5	1454,4
M.4 (interior)	35,7	107,5	5	107,5	0,9	0	0	483,8
M.5 (interior)	0	0	1	0	0,9	0	0	0,0
Cubierta (CCMM inferior)		217,3	18	217,3	0,8			3129,1
Techo (Habilitacion)		432	0	432	0			0,0
Total Trans.								7005,5

	Person.	W/Pers.	W
--	----------------	----------------	----------

PETROLERO DE CRUDO 250000 TPM/ CUADERNO XII
MINERVA RIVAS CABANAS

Calor por personas	11	
Calor Aire renovacion		-4435

Calor total del espacio (Aire acondicionado)	2570	W
--	------	---

Condición: INVIERNO	Superficie	310,6	m2	Tª Interior	22	°C
Popa cubierta principal	Alto	3	m	Tª Exterior	-20	°C

Division	Transmision							
	Largo m	Area tot. m2	ΔT K	Av m2	Kv W/(m2*K)	Ag m2	Kg W/(m2*K)	Φ W
M.1 (exterior)	8,7	26,1	42	25,25	0,9	0,8505	3,5	1079,5
M.2 (exterior)	36	108,04	42	108,04	0,9	0	3,5	4083,9
M.3 (exterior)	8,7	26,1	42	25,25	0,9	0,8505	3,5	1079,5
M.4 (interior)	35,7	107,5	5	107,5	0,9	0	0	483,8
M.5 (interior)	0	0	1	0	0,9	0	0	0,0
Cubierta (CCMM inferior)		217,3	18	217,3	0,8			3129,1
Techo (Habilitacion)		432	0	432	0			0,0
Total Trans.								9855,7

	Person.	W/Pers.	W
Calor por personas	14		
Calor Aire renovacion			-5645

Calor total del espacio (Aire acondicionado)	4211	W
--	------	---

Condición: INVIERNO	Superficie	310,6	m2	Tª Interior	22	°C
PUENTE DE GOBIERNO	Alto	3	m	Tª Exterior	-20	°C

Division	Transmision							
	Largo m	Area tot. m2	ΔT K	Av m2	Kv W/(m2*K)	Ag m2	Kg W/(m2*K)	Φ W
M.1 (exterior)	13,9	40,95	42	39,816	0,9	1,134	3,5	1671,7
M.2 (exterior)	36	108,02	42	69,22	0,9	38,8	3,5	8320,1
M.3 (exterior)	13,9	40,95	42	39,816	0,9	1,134	3,5	1671,7
M.4 (exterior)	36	108,02	42	108,02	0,9	0	0	4083,2
M.5 (interior)	0	0	1	0	0,9	0	0	0,0
Cubierta (CCMM inferior)		217,3	18	217,3	0,8			3129,1
Techo (Habilitacion)		432	0	432	0			0,0
Total Trans.								18875,9

	Person.	W/Pers.	W
Calor por personas	14		
Calor Aire renovacion			-5645

Calor total del espacio (Aire acondicionado)	13231	W
--	-------	---

13.3 Resultados y dimensionamiento de la planta de AACC

Dimensionamiento Compresores		
Calor refrigeración (verano)	150,99148	kW
Calor calefacción (invierno)	164,4559528	kW
COP estimado	4,5	-
Potencia compresores	33,55366222	kW

Se instalará un compresor de tornillo de aire de 37 kW de la empresa "SITASA" modelo "VEGA 5010".

Prestaciones											
Nombre	Código	Potencia hp/kw	Caldera litros	Aire real lts/min.	Volt/hz.	Presión max. bar	Dimensiones bomba	Conexión BSP	dB(A)	Peso kg.	
VEGA 1010	V60SH92N1N064	10/7,5	-	1000	400/TRIF/50	10	1200x700x1010	3/4"	62	326	
VEGA 1510	V60SP92N1N064	15/11	-	1500	400/TRIF/50	10	1200x700x1010	3/4"	63	350	
VEGA 2010	V60SS92N1N064	20/15	-	1850	400/TRIF/50	10	1200x700x1010	3/4"	64	410	
VEGA 2510	V60SV92N1N064	25/18,5	-	2500	400/TRIF/50	10	1510x730x1080	3/4"	70	436	
VEGA 3010	V60SY92N1N064	30/22	-	3000	400/TRIF/50	10	1510x730x1080	3/4"	71	635	
VEGA 4010	V60TE92N1N064	40/30	-	4300	400/TRIF/50	10	1510x730x1080	3/4"	71	710	
VEGA 5010	V60TW92N1N064	50/37	-	5300	400/TRIF/50	10	1600x950x1500	1 1/4"	70	870	
VEGA 6010	V60EI92N1N364	60/45	-	6500	400/TRIF/50	10	1600x950x1500	1 1/4"	72	910	
VEGA 7510	V60NT92N1N364	75/55	-	7800	400/TRIF/50	10	1600x950x1500	2"	74	952	
VEGA 7610	V60AP92N1N064	75/55	-	8300	400/TRIF/50	10	1900x1300x2040	2"	70	1650	
VEGA 10010	V60AZ92N1N064	100/75	-	10500	400/TRIF/50	10	1900x1300x2040	2"	72	1720	

* Posibilidad a 8 y a 13 bar. Consultar precios.

14 MEDIOS DE CARGA Y DESCARGA

El buque que se está desarrollando tiene impuesto por la RPA que debe disponer de un sistema de carga y descarga mediante bombas muy potentes estibadas en la cámara de bombas.

Para este fin se instalarán bombas de tipo turbobombas para evitar sobredimensionar la planta eléctrica. Las turbobombas funcionan de forma que llevan turbinas de vapor incorporadas a las cuales se les suministrará vapor por medio de las calderas de a bordo.

El sistema de carga y descarga irá monitorizado de forma que se controlen y registren datos como:

- Niveles, temperaturas y presiones de los tanques de carga y slops.
- Presión en las bombas, líneas de carga y manifold.
- Alarmas de alto/bajo nivel en tanques de carga.
- Niveles, y presiones de los tanques de lastre.
- Presiones en las bombas y líneas de lastre.
- Niveles y temperaturas de tanques de combustible y aceite
- Niveles de tanques de agua dulce.
- Calados del buque, trimado y escora.

Todos estos datos se almacenarán en un PC y se les proporcionará al capitán u oficial de carga.

$$Q_{bomba} = \frac{\text{Volumen carga tanques (m}^3\text{)}}{\text{tiempo de descarga (h)}} = \frac{308992.401}{15} = 25399.49 \text{ m}^3/\text{h}$$

Se ha decidido que se dispondrán 12 bombas, por lo tanto, cada bomba tendrá un caudal de,

$$Q_{bomba} = \frac{25399.49 \text{ m}^3/\text{h}}{12} = 2116.62 \text{ m}^3/\text{h}$$

Al sistema se le ha de incorporar una bomba adicional de emergencia para utilizar en caso de avería de una de las demás.

Dimensionamiento de la bomba

Caudal	2116,62	m3/h
Presion	109,93	bar
Densidad	1025	kg/m3
Rendimiento	0,7	-
Potencia absorbida	9108	kW
Potencia eléctrica	10019	kW

Para este servicio, se escogen 12+1 bomba del catálogo de la compañía "SAER Elettropompe" del tipo "Serie NCBK/NCBKZ" (Norma EN 733) de caudal 2150 m³/h, modelo "NCBKZ4P 150-400A", 315 kW.

PETROLERO DE CRUDO 250000 TPM/ CUADERNO XII
 MINERVA RIVAS CABANAS

1450 RPM

Tipo	P2		In (A)	Is / In	U.S.g.p.m.	0	3522	4402	5283	6164	7045	7925	8806	9466	9686	9906	10127	
	kW	HP			400 V	Q	0	800	1000	1200	1400	1600	1800	2000	2150	2200	2250	2300
			l/min	0		13333	16667	20000	23333	26667	30000	33333	35833	36667	37500	38333		
NCBKZ4P 300-400C	200	270	337,3	7,7	H (m)	41	39,5	38,5	36,5	34	31	28	25,5	22,5				
NCBKZ4P 300-400B	250	340	426,4	7,9		50	49,5	48,5	47	44,5	42	39	36	32,5	31,5	30		
NCBKZ4P 300-400A	315	430	531,2	7,8		58	57	56	54,5	53	51	49	46,5	43,5	41,5	39,5	36	

15 SISTEMA DE LIMPIEZA DE TANQUES

El sistema de limpieza de tanques debido a las características del tipo de carga transportada es muy importante. Una vez que es realizada la descarga, los tanques quedan manchados con gran cantidad de crudo, debido a la gran densidad y viscosidad de este.

El proceso de limpiado consiste en una primera etapa de limpieza con agua de mar y otra posterior con agua dulce caliente.

El agua será impulsada por una de las bombas contraincendios hasta la cubierta de cada tanque, donde están dispuestas las tomas para los rociadores de limpieza los cuales se mueven de verticalmente y de giran, de forma que el agua alcanza toda la superficie interna de los tanques. Tras la limpieza, el agua sucia será bombeada hasta los tanques slops por medio de las bombas de carga y a través de las tuberías de descarga, de forma que se retiren de la misma los posibles residuos depositados.

Desde los tanques slops se hace pasar el agua de limpieza a través de las purificadoras, que separarán el agua de los hidrocarburos, al tiempo que se controla la pureza del agua por medio del oleómetro. El agua limpia se expulsará al mar y los hidrocarburos residuales quedarán almacenados en los tanques slops.

16 CALEFACCIÓN DE TANQUES

Como el buque proyectado se encarga del transporte de crudo, cuya densidad es bastante elevada, es conveniente mantener la carga caliente para que su manipulación sea más sencilla, ya que como su densidad es menor se necesita menos potencia para su descarga en puerto.

Que los tanques se mantengan calientes es función de las calderas del buque. La temperatura de la carga ha de mantenerse a unos 65 °C además,

- La elevación de la temperatura de la carga: De 44°C a 65°C en 96h. El proceso debe comenzar antes de la llegada del buque al puerto.
- Calor específico de la carga: Variable, pero se supone 0,45 Kcal/kg*°C. Lo cual equivale a 1,88 KJ/kg*°C
- Densidad de la carga: Máximo de 1.1 kg/m³
- Temperatura del aire: Entre 2 y -10 grados
- Temperatura del agua de mar: Entre 5°C y 0°C

El calentamiento se lleva a cabo mediante unos serpentines distribuidos por el fondo de los tanques, principalmente.

La energía que se debe suministrar se divide en dos términos q_1 y q_2 .

q_1 es igual a la energía necesaria para elevar la temperatura de la carga. Con un volumen de los tanques de 308992.401 m³, resulta

$$q_1 = \frac{\rho * V * Ce * (Tf - Ti)}{t \text{ calentamiento}} = 33458083.42 \frac{kcal}{h} = 38911.75 kW$$

q_2 es el calor necesario para mantener la temperatura, se puede estimar,

$$E = \sum Kv * A * (tm - text)$$

Donde,

- Kv es el coeficiente de transmisión de calor del tanque.
- A es el área del mamparo del tanque.
- tm es la temperatura media del líquido en el tanque.
- text es la temperatura exterior.

La temperatura de la cámara de máquinas se considera 20°C, y la de los espacios vacíos puede tomarse como la media aritmética entre la temperatura de la carga y la del exterior del espacio vacío. Esto implica que estando el agua y el aire a 2°C y la carga a 44°C, la temperatura de los espacios vacíos será de 21°C.

El cálculo se realiza para el tanque de carga nº 3,

Superficie	Fondo	Lateral obra viva	Lateral obra muerta	Tapa
Área (m ²)	905.92	1041.78	321.85	905.92
Coficiente kv	0.00465	0.00465	0.00465	0.0054

Superficie	Fondo	Lateral Obra viva	Lateral Obra Muerta	Tapa
Text	21	21	21	2
Diferencia T	23	23	23	42

Pérdida de calor q2 (kW)	95.12	109.50	33.83	205.46
---------------------------------	-------	--------	-------	--------

$$q_2 = 95.12 + 109.5 + 33.83 + 205.46 = 443.91 \text{ kW}$$

Se puede estimar la pérdida de calor como 15 veces esta cantidad,

$$q_2 = 443.91 * 15 = 6658.65 \text{ kW}$$

Entonces, el calor necesario para elevar la temperatura es de,

$$q_1 + q_2 = 45570.4 \text{ kW}$$

17 SISTEMA DE GAS INERTE

Según el SOLAS, todos los petroleros de más de 20000 toneladas de peso muerto deben de llevar un sistema de gas inerte para asegurar que los tanques de carga y decantación no sean inflamables. Se exige,

- Reducir el nivel de oxígeno de la atmósfera de los tanques a un nivel en el que la combustión no sea posible.
- Mantener la presión de los tanques positiva en todo momento, cerciorándose que el contenido de oxígeno no supere el 8% del volumen total.
- Evitar la necesidad de introducir aire en los tanques en operaciones normales.
- Purgar gases de hidrocarburos en tanques vacíos para que operaciones de desgasificación no creen una atmósfera inflamable.

El servicio de gas inerte se llevará a cabo mediante los gases de escape de las calderas instaladas a bordo, aunque estos deberán de pasar por unos filtros especiales, entre otros sistemas que tratarán los gases de escape hasta obtener un gas válido para su función.

17.1 Dimensionamiento del sistema

El gas inerte (CO_2), ya se ha mencionado, se obtiene de los gases de escape provenientes de las calderas de a bordo. El empleo de los gases de escape como gas inerte es una gran ventaja frente a petroleros de productos o quimiqueros, los cuales deben usar como gas inerte el N_2 para no contaminar su carga y, por lo tanto, deben de instalar a bordo un generador de gas inerte que le proporcione el caudal requerido.

Según el Código SSCI, el caudal de gas inerte tiene que ser igual al del sistema de carga y descarga del buque incrementado un 25% por motivos de seguridad, manteniendo así una ligera sobrepresión en los tanques.

Así,

$$Q_{Gas\ inerte} = 125\% * Q_{C/D}$$
$$Q_{Gas\ inerte} = 1.25 * 25399.49 = 31749.36\ m^3/h$$

18 BIBLIOGRAFÍA

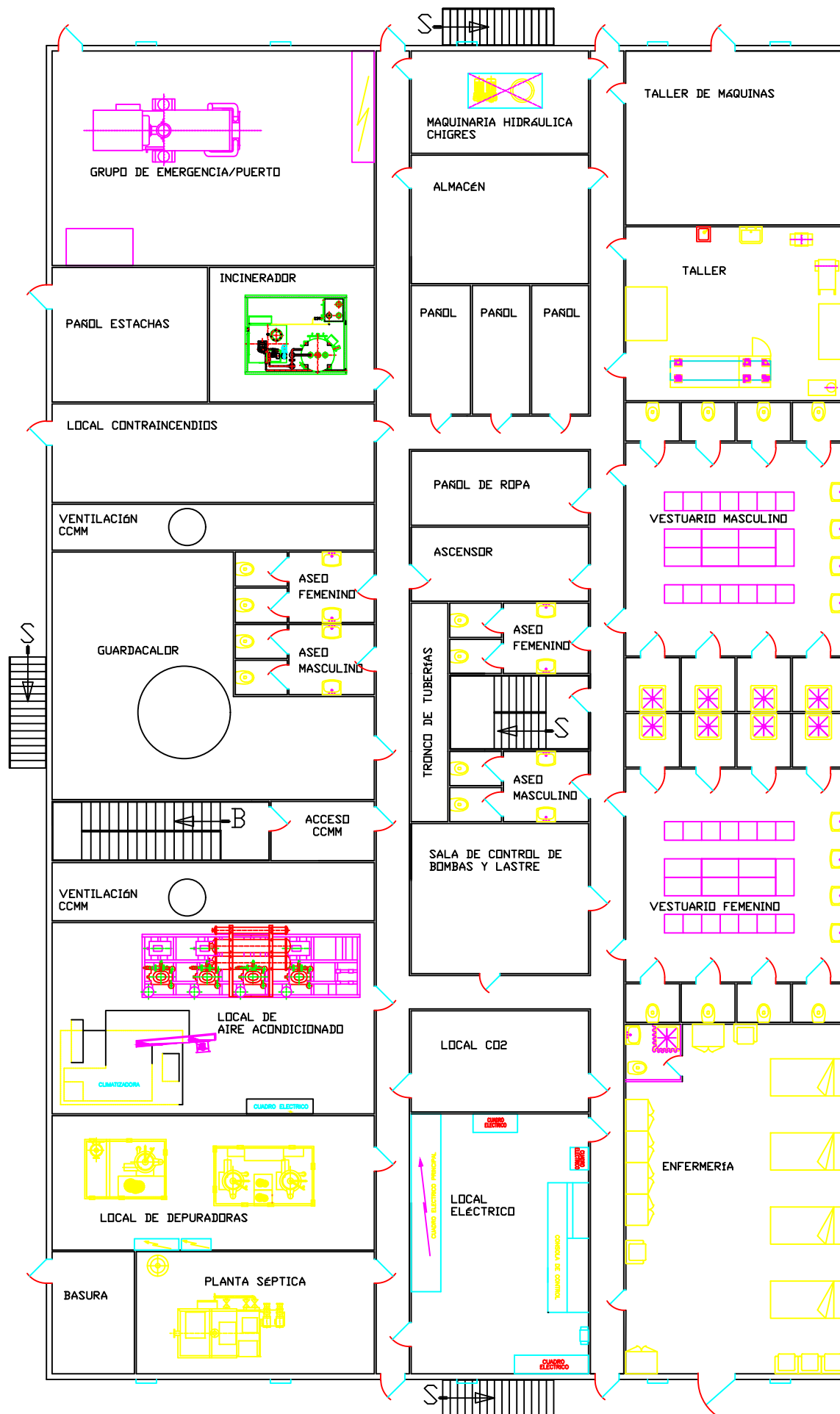
V. D. Casás y B. P. Varela, Asignatura: "Proyectos de buques y artefactos marinos I", Ferrol: Escuela Politécnica Superior, UDC, 2020/2021.



SOLAS

Dimensionamiento de molinetes- Luis Carral

Curso práctico de dimensionamiento de equipos del buque- Fundación Ingeniero Jorge Juan

19 ANEXO I: LOCAL AIRE ACONDICIONADO CUBIERTA PRINCIPAL



 UNIVERSIDADE DA CORUÑA	UNIVERSIDAD: ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR, UDC		
TRABAJO FIN DE GRADO: PETROLERO DE CRUDO DE 275000 TPM			
	PLANO: CUBIERTA PRINCIPAL SUPERESTRUCTURA		RIVAS CABANAS MINERVA - 34284839G
	ALUMNO/A: MINERVA RIVAS CABANAS		FECHA: 22-07-2021

Firmado digitalmente
 por RIVAS CABANAS
 MINERVA - 34284839G
 Fecha: 2021.07.24
 12:51:38 +02'00'