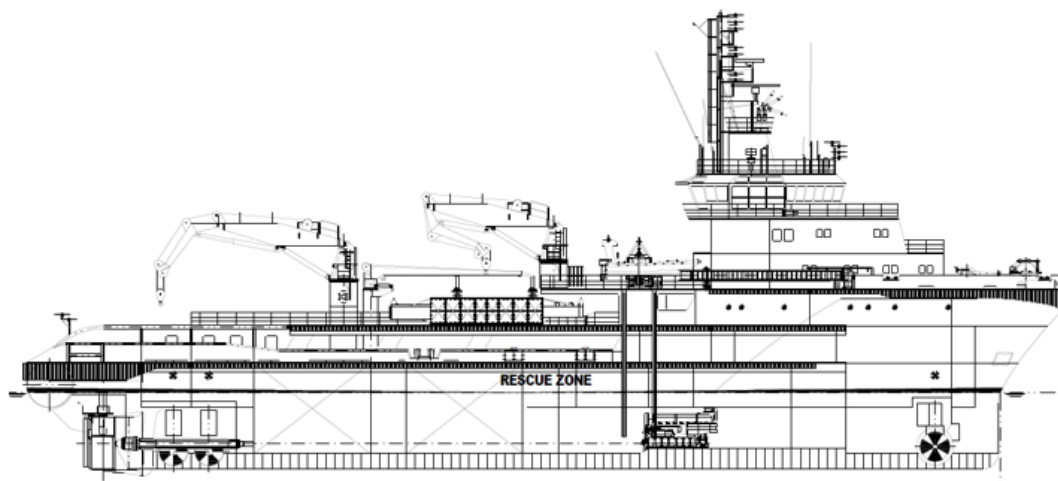


CUADERNO 12

EQUIPOS Y SERVICIOS



Remolcador De Altura De 220 TPF
Proyecto Número 16-02P
Alumno: Alejandro Tizón Freijomil
Mail: tizonferrol@gmail.com
Tlf: 636205846



Escola Politécnica Superior



DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA

GRADO EN INGENIERÍA DE PROPULSIÓN Y SERVICIOS DEL BUQUE

CURSO 2.015-2016

PROYECTO NÚMERO 16-02P

TIPO DE BUQUE: Remolcador de Altura (Salvamento Marítimo – Lucha contra la contaminación, salvamento y rescate).

CLASIFICACIÓN, COTA Y REGLAMENTOS DE APLICACIÓN: Bureau Veritas, Solas, Marpol.

CARACTERÍSTICAS DE TRACCIÓN: Tiro a punto fijo de 220Tn

VELOCIDAD Y AUTONOMÍA: 17,5 nudos al 90 % de MCR con un 15% de margen de mar y autonomía de 9000 millas.

SISTEMAS Y EQUIPOS DE CARGA / DESCARGA: 2 Grúas capaces de mover 20 Tn y alcance de 15 m máx. y 3,7m min.

PROPULSIÓN: Dos líneas de ejes accionadas por motores diésel.

TRIPULACIÓN Y PASAJE: 18 tripulantes y 6 de reserva.

OTROS EQUIPOS E INSTALACIONES: Hélices transversal en proa y popa. Las habituales en este tipo de buques.

Ferrol, Diciembre de 2.014

ALUMNO: D.Alejandro Tizón Freijomil

INDICE

<u>1. Equipos de amarre y fondeo</u>	pag 4
<u>2. Equipos de salvamento</u>	pag 8
<u>3. Servicio de Lucha Contra Incendios</u>	pag 12
Contra Incendios Interior	
Contra Incendios Exterior	
Pérdidas de Carga	
<u>4. Servicio de Lastre, Achique y Sentinas</u>	pag 25
<u>5. Equipos de Carga y Descarga</u>	pag 28
<u>6. Servicios de Navegación y Comunicaciones</u>	pag 29
<u>7. Ventilación y Aire Acondicionado</u>	pag 32
<u>8. Equipos de Fonda y Hotel</u>	pag 33
<u>9. Equipos Específicos del Buque</u>	pag 36
<u>10. Anexos</u>	pag 40

1. Equipos de amarre y fondeo:

En este apartado nos vamos a referir a todos aquellos equipos necesarios para el fondeo, maniobras con anclas o maniobras con estachas.

Para ello, en primer lugar vamos a calcular el llamado Numeral de Equipo, valor según el cual las Sociedades de Clasificación van a estipular un determinado número de elementos así como sus características.

En el caso del Bureau Veritas y buques Remolcadores, usaremos la norma 2.7.2

2.7.2 Equipment number

The equipment number EN is to be obtained from the following formula:

$$EN = K (L B D)^{2/3}$$

where:

- K :
- K = 1,30 for tugs with the navigation notation **unrestricted navigation**
 - K = 1,20 for tugs with the navigation notation **coastal area or sheltered area**.

For tugs where the vertical extent of the superstructure is much greater than usual, the Society may require an increased equipment number EN.

$$EN = K(L \cdot B \cdot D)^{2/3}$$

Donde K = 1,3 por ser remolcador sin restricción de navegación.

L = eslora del escantillonado = 73.8 m

B = manga = 18 m

D = puntal = 8,25 m

Partimos de nuevo de las dimensiones de nuestro buque:

Eslora	Manga	Calado	Puntal	L/B	L/T	B/D	D-T
80,000	18	6,690	8,250	4,444	11,958	2,182	1,233

Fn	CB (Media)	CM (Media)	CP	CF (Media)
0,319	0,535	0,947	0,507	0,695

Una vez dicho esto, obtenemos un valor de **NE = 641.4**

Este valor ya nos permite entrar en las tablas, buscar el intervalo en el que se encuentra y consultar los datos necesarios.

Según el reglamento debemos seleccionar el valor justo inferior, pero por seguridad y posibles fallos, vamos a elegir el siguiente superior.

Equipment number EN A < EN ≤ B		Stockless bower anchors		Stud link chain cables for bower anchors			Mooring lines (1)		
A	B	N	Mass per anchor, in kg	Total length, in m	Diameter, in mm		N	Length of each line, in m	Breaking load, in kN
					mild steel	high strength steel			
10	15	2	30	110	11	11			
15	20	2	40	110	11	11			
20	25	2	50	165	11	11			
25	30	2	60	165	11	11			
30	40	2	80	165	11	11	2	50	29
40	50	2	100	192,5	11	11	2	60	29
50	60	2	120	192,5	12,5	11	2	60	29
60	70	2	140	192,5	12,5	11	2	80	29
70	80	2	160	220	14	12,5	2	100	34
80	90	2	180	220	14	12,5	2	100	37
90	100	2	210	220	16	14	2	110	37
100	110	2	240	220	16	14	2	110	39
110	120	2	270	247,5	17,5	16	2	110	39
120	130	2	300	247,5	17,5	16	2	110	44
130	140	2	340	275	19	17,5	2	120	44
140	150	2	390	275	19	17,5	2	120	49
150	175	2	480	275	22	19	2	120	54
175	205	2	570	302,5	24	20,5	2	120	59
205	240	2	660	302,5	26	22	2	120	64
240	280	2	780	330	28	24	3	120	71
280	320	2	900	357,5	30	26	3	140	78
320	360	2	1020	357,5	32	28	3	140	86
360	400	2	1140	385	34	30	3	140	93
400	450	2	1290	385	36	32	3	140	101
450	500	2	1440	412,5	38	34	3	140	108
500	550	2	1590	412,5	40	34	4	160	113
550	600	2	1740	440	42	36	4	160	118
600	660	2	1920	440	44	38	4	160	123
660	720	2	2100	440	46	40	4	160	127

Nuestro intervalo será entonces (660-720)

Nuestros requisitos serán:

- 2 Anclas de 2100 kg cada una.
- 1 Ancla de Respeto.
- 440 m de cadena de 46 mm de diámetro
- 4 amarras estachas de 160 m cada uno y carga de rotura de 127 KN.

Como disponemos de 4, colocaremos 2 en proa y 2 en popa.

- Sustituiremos el cable de remolque requerido por el que colocaremos en la maquinilla cumpliendo con las características del mismo, ya que son las que nos da la Sociedad de Clasificación elegida.

Conociendo la igualdad entre largos y metros de 27.5 metros = 1 largo de cadena, tendremos 16 largos en total a repartir en ambas cajas de cadenas.

Podríamos decidir colocar 9 largos en babor y 7 en estribor, dado que parece al mismo tiempo de cumplir la normativa, estaríamos ofreciendo al buque la posibilidad de fondear a más profundidad, pero para simplificar colocaremos 8 largos por ancla.

• **Volumen necesario de las cajas de cadenas**

Definiremos dichas cajas de cadenas como el lugar donde estibaremos la cadena. Se colocará una caja de cadenas por cada ancla capaz de alojar el número de largos antes citados.

Para realizar el cálculo comenzaremos por:

$$\text{Volumen (m}^3\text{)} = 0.082 \cdot d^2 \cdot l \cdot 10^{-4} = 0.082 \cdot 46^2 \cdot (27.5 \cdot 8) \cdot 10^{-4} = 3.82 \text{ m}^3$$

Siendo:

$$\begin{aligned} d &= \text{diámetro de nuestra cadena antes citado} = 46 \text{ mm} \\ l &= \text{longitud cadena} = 8 \text{ largos} = 220 \text{ m} \end{aligned}$$

Viendo los planos de la disposición general, vemos que dichas cajas tienen una manga de 2 m y eslora de 1,5 m, por lo que la altura que deben tener es de:

$$\text{Altura mínima} = \frac{\text{Volumen}}{\text{Eslora} \cdot \text{Manga}} = \frac{3,82}{1.5 \cdot 2} = 1.27 \text{ m}$$

Las cajas de cadenas en su parte inferior, llevan un sistema de achique, por lo que deberemos añadir 0,5 m para que funcione y no se empiece a acumular agua cada vez que izamos el ancla.

Por otro lado, debemos añadir 1.8 m para permitir la entrada de un hombre por la parte superior estando la cadena estibada.

$$\text{Altura Real} = 1.27 + 0.5 + 1.8 = 3.57 \text{ m}$$

• **Cálculo de la potencia del molinete de anclas**

Definiremos el molinete como la máquina encargada de izar el ancla.

En cuanto al cálculo, existen diferentes formas, pero vamos a escoger el cálculo en el momento de zarpar el ancla del fondo, dado que es el momento más crítico.

Obtenemos de un proveedor de cadenas, un peso de 36 Kg/m, dando por largo, 990 Kg

$$B_1 = \text{peso del ancla en el agua} = p - \frac{1.025}{7.82} p = 0.87 p = 0.87 \cdot 2100 = 1827 \text{ kg}$$

$$B_2 = \text{adherencia del ancla al fondo} = 2p = 2 \cdot 1400 = 3654 \text{ kg}$$

$$B_3 = \text{peso de dos largos de cadena colgando del agua} = 2 \cdot 990 = 1980 \text{ kg}$$

$$B_4 = \text{rozamiento del escobén} = B_1 + B_2 + B_3 = 7461 \text{ kg}$$

$$T_1 = B_1 + B_2 + B_3 + B_4 = 14922 \text{ kg}$$

Al izar el ancla:

$$T_2 = (1827 + 1980) \cdot 2 = 7614 \text{ kg}$$

Definimos una velocidad de izado del ancla de 10 m / min

$$\text{Potencia Molinete (CV)} = \frac{\text{Tracción(kg)} \cdot \text{velocidad(m/min)}}{60 \cdot 75 \cdot \eta}$$

Rendimiento aproximado del 0.6.

$$\text{Potencia Molinete (CV)} = \frac{7614 \cdot 10}{60 \cdot 75 \cdot 0.6} = 28.2 \text{ C.V.} = 20.7 \text{ kW}$$

Velocidad necesaria para zarpar el ancla del fondo:

$$\text{Velocidad} = \frac{\text{Potencia(CV)} \cdot 60 \cdot 75 \cdot \eta}{\text{Tracción(kg)}} = \frac{2.7 \cdot 60 \cdot 75 \cdot 0.6}{14922} = 3.75 \text{ m/min}$$

Dispondremos por comodidad de un molinete con tambores para estachas. En nuestro caso, vamos a disponer un molinete de anclas eléctrico, con tambores para el manejo de estachas.

Por la proximidad, y dado que son cálculos aproximados, colocaremos un molinete con la potencia 30 C.V.

En cuanto al **Escobén**, el diámetro mínimo será de 10 *diámetro de la cadena, por lo que el diámetro que debemos instalar será de 460 mm y redondearemos a 500 mm, coincidiendo este valor con el diámetro de la **Gatera**.

2. Equipos de salvamento:

Para la realización de este apartado, vamos a guiarnos por el reglamento SOLAS, concretamente por el tercer capítulo.

Este capítulo nos indica que el buque deberá contar con los siguientes equipos:

- Respondedor de radar a cada banda.
- 3 aparatos radiotelefónicos.
- Bengalas de socorro: Un mínimo de 12 cohetes lanzabengalas con paracaídas, estibados en el puente de navegación o cerca de este, tal como se indica en el SOLAS, Capítulo III, Regla 6-3.
- Un mínimo de 8 aros salvavidas colocados a las bandas con los datos del buque y puerto del mismo.
Nuestro buque contará con 14, 4 por banda, 4 en el castillo de proa y 2 en popa, debiendo uno de cada banda contar con 30 metros de cabo flotante, la mitad luces automáticas, y de los 6, 2 deberán contar con señales fumígenas.
- Contamos con una tripulación de 18 personas más 6 posibles de reserva, por lo que contaremos con 24 chalecos homologados. Además colocaremos en CC.MM 5 chalecos, 5 en el puente y 5 en el pañol próximo a la zona de rescate por si fueran necesarios en caso de rescate.
- En cuanto a balsas salvavidas, colocaremos una a cada banda con capacidad para el 150% de la tripulación, con lo que la capacidad de estas será tal que cada una pueda alojar a 36 tripulantes.
- Guiándonos por otros buques de la base de datos, vamos a colocar 4 balsas con capacidad para 20 personas cada una, en concreto balsas Viking 20 DKF.
- Dotaremos a cada miembro de la tripulación de un traje de supervivencia de su talla y homologado.



En cuanto a las balsas antes citadas:

12, 16, 20, 25, 35 DKF, Standard liferaft

12, 16, 20, 25, 35 DKF, Standard liferaft

	Approx. size of container in mm						Weights in kg	
	A	B	C	D	E	F	A Pack	B Pack
12 DKF	1295	500	740	665	710	550	136	109
16 DKF	1335	545	713	685	780	620	156	121
20 DKF	1335	545	713	685	780	620	181	127
25 DKF	1385	545	747	735	790	620	208	142
35 DKF	1470	690	845	810	855	620	-	216
35 DKF	1550	635	982	890	920	740	302	-

• **Embarcaciones auxiliares de trabajo y de rescate**

Una vez más hemos recurrido a la base de datos para conocer qué tipo de embarcaciones de apoyo y sistemas de carga y descarga de esos son habituales, llegando a la conclusión de que nuestro buque contará con dos embarcaciones tanto para salvamento y rescate como para tareas de anticontaminación.

Hemos elegido como referencia el buque Don Inda, por lo que las embarcaciones serán:

-Weedo 700 FRB.

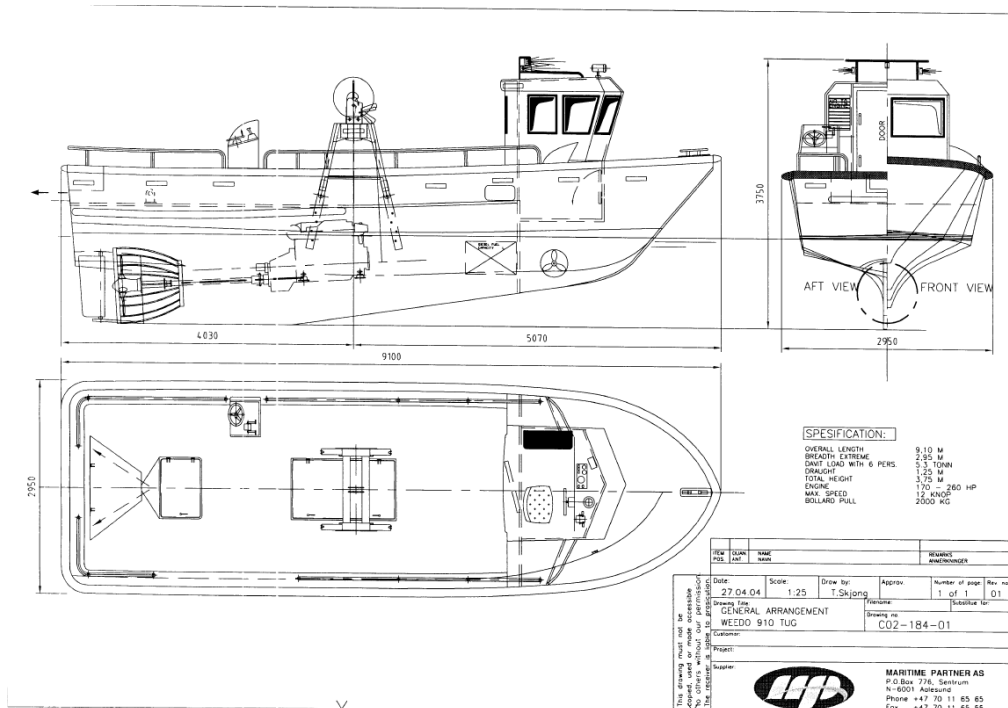
REV.	TEXT	DATE	DRN.
02	CONFORME, METODO ENF. V.S.A. METODO	15.07.04	TR

Length over all: 7270 m.m
 Length hull incl.fender: 6520 m.m
 Beam max: 2510 m.m
 Draught: 440 m.m

Scale:	02.12.03	Scale:	1:10	Drawn by:	T.Skjorup	Approved:		Number of pages:	1 of 1	Rev. no.:	03
Project:	GENERAL ARRANGEMENT	Project:	WEEDO 700 FRB/FR	Project:		Project:		Project:		Project:	
Project:		Project:		Project:		Project:		Project:		Project:	

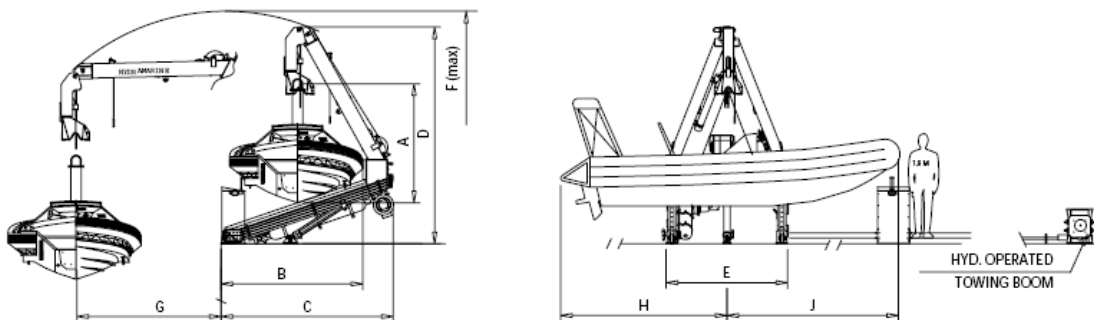
MARITIME PARTNER AB
 P.O.Box 776, Sierstern
 N-6001 Alesund
 Phone: +47 70 11 65 65
 Fax: +47 70 11 65 55

-Weedo 910 TUG.



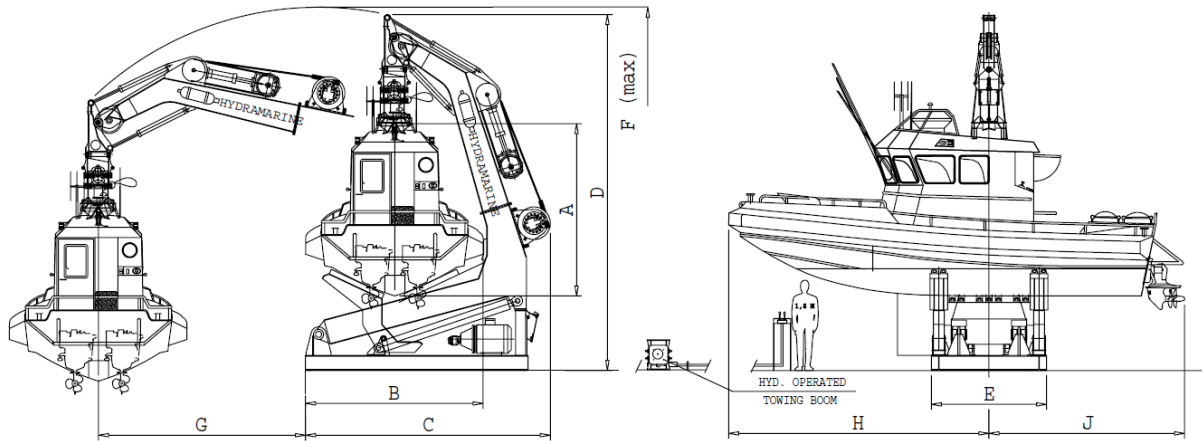
En cuanto a la carga y descarga de estas:

- Pescante HMD G25 con una capacidad de izado de 2.5 tns.



- Pescante HMD G60, teniendo esta una capacidad de izado de 6,7 tns.

Main dimensions



Type	A:	B:	C:	D:	E:	F:	G:	H:	J:
Standard	3400	3500	4890	7100	2300	7250	4000	Boat	Boat

All dimensions approximate and in mm.

Situaremos los monitores de los pescantes en un lugar cómodo y con buena visibilidad para facilitar las maniobras.

3. Servicio de Lucha Contra Incendios:

Dada la utilidad de nuestro buque, debemos incorporar dos tipos de sistemas, uno para actuar en caso de emergencia en nuestro propio buque, cumpliendo con el reglamento SOLAS capítulo II-2, y otro sistema antincendios exterior para prestar apoyo a otras embarcaciones que se encuentren en peligro.

Tomaremos también como referencia:

Normas UNE:

- Norma UNE-EN 23007-14 (Sistema de detección y alarma de incendios)
- Norma UNE-EN 671-1:21013 (Instalaciones fijas de lucha contra incendios)
- Norma UNE-EN 671-2:21013 (Instalaciones fijas de lucha contra incendios)
- Norma UNE-EN 23500:2012 (Sistemas de abastecimiento de agua contra incendios)
- Norma UNE-EN 12845:2005+2: 2010 (Sistemas fijos de lucha contra incendios))

- “Instalaciones de protección contra incendios”. De J. Ángel Fraguera Formoso

Contra Incendios Interior

En este primer apartado, vamos a definir el primero de los dos sistemas antes mencionados, aplicando el método de protección contra el fuego I.C regla 2.3.1.

Dicho esto, estaríamos aceptando que nuestros mamparos de subdivisión interior serán de clase B o C y que no tendríamos necesidad de colocar rociadores en la habitación, pero si sistemas de detección de fuego en pasillos, escaleras y vías de evacuación.

Dicho esto, procedemos ahora a definir los equipos de lucha activa:

- Conexión internacional a tierra capaz, vendrá dimensionada por el Código Internacional de Sistemas de Seguridad Contra Incendios, y deberá valer para emplear tanto a babor como a estribor.

Descripción	Dimensiones
Diámetro exterior	178 mm
Diámetro interior	64 mm
Diámetro del círculo de pernos	132 mm
Ranuras en las bridas	4 agujeros de 19 mm de diámetro espaciados de forma equidistante en el círculo de pernos del diámetro citado y prolongados por una ranura hasta la periferia de la brida
Espesor de las bridas	14,5 mm como mínimo
Pernos y tuercas	4 juegos de 16 mm de diámetro y 50 mm de longitud

- Bocas contra incendios

Siguiendo la normativa, debemos colocar un número de bocas de incendios que nos permita atacar el incendio con dos chorros de agua procedentes de distintas bocas, y procediendo uno de una manguera compuesta por una pieza, que sean capaces de llegar a lugares por los que pueda pasar la tripulación o la totalidad de las zonas de carga cuando están vacías.

Se estipula además una presión de 0.25 N/mm², pero vamos a incrementarla hasta 7 bar.

Tendremos en cuenta la norma UNE EN 671-2:2013 (Instalaciones fijas de lucha contra incendios. Sistemas equipados con mangueras), contando con un diámetro de unos 12 mm según SOLAS.

Tabla 2
Caudal mínimo y coeficiente K mínimo en función de la presión

Diámetro del orificio de la lanza-boquilla o diámetro equivalente, mm	Caudal mínimo Q l/min			Coeficiente K (véase la nota)
	P= 0,2 MPa	P=0,4 MPa	P=0,6 MPa	
9	66	92	112	46
10	78	110	135	55
11	93	131	162	68
12	100	140	171	72
13	120	170	208	85

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

$$Q_{\text{lanza}} = K \cdot \sqrt{P(\text{bar})} = 72 \cdot \sqrt{P(\text{bar})} = 190,50 \text{ l/min} = 11,5 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q_{\text{total}} = N \cdot Q_{\text{lanza}} = 2 * 190,50 = 381 \text{ l/min} = 23 \text{ m}^3/\text{h}$$

- Bombas contra incendios

De nuevo, cumpliendo con el reglamento, debemos colocar dos bombas de forma que el caudal total sobrepase un 1/3 más el caudal de cada bomba de sentinas en caso de tratarse de un buque de pasaje de las mismas características, sin superar en ningún caso los 180 m³/h, ni quedarse por debajo de un caudal de 25 m³/h cada una.

Las bombas serán centrífugas y una de las de sentinas deberá poder funcionar como antincendios.

En cuanto a los cálculos:

$$\text{Diámetro del colector achique} = 25 + 1.68 \cdot \sqrt{L(B + D)}$$

$$L = L_{pp}$$

$$B = \text{manga}$$

$$D = \text{puntal}$$

$$d = 25 + 1.68 \cdot \sqrt{69,334(18 + 8,25)} = 96,67 \text{ mm} = 0.097$$

$$\text{Capacidad bomba sentinas} = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot v \quad \text{m}^3/\text{s}$$

$$V = \text{velocidad del agua} = 7\text{m/s}$$

$$\text{Capacidad bomba sentinas} = \frac{\pi \cdot (97 \cdot 10^{-3})^2}{4} \cdot 7 = 0.0517 \text{ m}^3/\text{s} = 186,22 \text{ m}^3/\text{h}$$

Se realiza una primera aproximación con las bombas C.I:

$$\text{Capacidad total bombas C.I.} = (4/3) \text{ Capacidad bomba sentinas}$$

$$\text{Capacidad total bombas C.I} = 248,29 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\text{Capacidad unitaria bombas C.I.} = \text{Capacidad total bombas C.I.} / 2$$

$$\text{Capacidad unitaria bombas C.I} = 124,15 \text{ m}^3/\text{h}$$

Dispondremos de dos bombas idénticas con una presión capaz de entregar 7 bar para en cada boca teniendo en cuenta que habrá pérdidas de carga.

$$\text{Potencia de cada bomba (kW)} = \frac{Q(\text{m}^3/\text{h}) \cdot H(\text{mca}) \cdot \rho(\text{t}/\text{m}^3)}{264 \cdot \eta}$$

Q = caudal

H = presión descarga

ρ = densidad fluido

η = rendimiento = 0.6

$$\text{Potencia por bomba (kW)} = \frac{124,15(\text{m}^3/\text{h}) \cdot 70(\text{mca}) \cdot 1.025(\text{t}/\text{m}^3)}{264 \cdot 0.6} = 56,24 \text{ kW}$$

A continuación se calcularán las bombas una vez conocido el caudal y una potencia aproximada, determinando la presión nominal a la que trabajan las bombas empleando la norma UNE EN 1285:2005+A2:2010 (Sistemas fijos de lucha contra incendios. Diseño, instalación y mantenimiento) y el esquema que se presenta como Anexo en el que se muestran los distintos tramos de tuberías por cubiertas y el tramo de tubería vertical para calcular las pérdidas de carga por fricción a las que se expone la instalación del buque.

Según la norma UNE, se establecen las velocidades a cumplir:

- Velocidad en la aspiración = 1,8 m/s
- Velocidad en la cámara de máquinas = 2,5 m/s
- Velocidad en el resto de cubiertas a partir de la tubería vertical = 6 m/s

$$P_{descarga} = P_{nbombas} - P_{fricción} - P_{variación\ est} - P_{accesorios}$$

Según la norma UNE, las pérdidas por fricción en tubos no será inferior a la obtenida mediante la fórmula de Hazen Williams:

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

- L □□ Longitud equivalente del tubo y accesorios
- Q □□ Caudal que circula por el tubo
- C □□ Constante para el tipo de tubo
- D □□ Diámetro interior del tubo

Emplearemos la siguiente tabla para obtener el valor de la constante C:

Tabla 22 – Valores de C para diferentes tipos de tubo

Tipo de tubo	Valor de C
fundición gris	100
hierro dúctil	110
acero al carbono	120
acero galvanizado	120
cemento centrifugado	130
fundición gris revestida de cemento	130
acero inoxidable	140
cobre	140
fibra de vidrio reforzado	140

NOTA Esta lista no es exhaustiva.

$$Q [m^3/s] = A \cdot v [m/s] = \left(\frac{\pi}{4} \cdot d^2\right) \cdot v \rightarrow d = \sqrt{\frac{Q \cdot 4}{\pi \cdot v}}$$

Tramos de $Q = 0,034 \text{ m}^3/\text{s}$ y $v = 1,8 \text{ m/s}$ $d = 0,15 \text{ m}$

Tramos de $Q = 0,034 \text{ m}^3/\text{s}$ y $v = 2,5 \text{ m/s}$ $d = 0,13 \text{ m}$

Tramos de $Q = 0,034 \text{ m}^3/\text{s}$ y $v = 6,0 \text{ m/s}$ $d = 0,085 \text{ m}$

Pérdidas por fricción en tubería					
Zona del buque	$6,05 \cdot 10^5 \cdot Q^{1,85} / C^{1,85}$	L [m]	d [mm]	$d^{4,87}$	Pérdidas de carga
Vertical - Doble Fondo / CC. MM	12705794,95	1,27	150	39588079305	0,00
Horizontal - CC.MM / Aspiración	12705794,95	0,75	150	39588079305	0,00
Horizontal - Aspiración / CC.MM	12705794,95	0,44	130	19719873548	0,00
Vertical - CC.MM	12705794,95	3,35	130	19719873548	0,00
Horizontal - CC.MM.	12705794,95	5,07	130	19719873548	0,00
Vertical - CC.MM. / Habilitación	12705794,95	9,27	130	19719873548	0,01
Horizontal - Habilitación	12705794,95	0,50	85	2490406082	0,00
Vertical - Habilitación / Puente	12705794,95	0,50	85	2490406082	0,00
Horizontal - Puente	12705794,95	1,22	85	2490406082	0,01
Vertical - Puente / Superior Puente	12705794,95	3,53	85	2490406082	0,02
Horizontal - Superior Puente	12705794,95	2,06	85	2490406082	0,01
Vertical - Superior Puente / Monitor	12705794,95	28,90	85	2490406082	0,15
TOTAL					0,20

Pérdidas por variación de presión estática:

Según la norma UNE vamos a definir las pérdidas por variación de la presión estática según la siguiente fórmula, obteniendo los resultados recogidos por la tabla.

$$P = 0,098 \cdot h$$

Variación de presión estática		
Distancia vertical	h [m]	P [bar]
De CC. MM a C.B	12,87	1,26
De C.B a Habilitación	5,61	0,55
De Habilitación a Superior Puente	6,69	0,66
De Superior Puente a Monitor	1,25	0,12
TOTAL	26,42	2,59

Pérdidas de presión en accesorios:

Según la norma UNE, mediante la siguiente tabla podemos determinar la longitud equivalente de cada uno de los accesorios, y con esto, calcular las pérdidas en cada uno de ellos con la fórmula que se describe a continuación.

$$P [\text{bar}] = \frac{6,05 \cdot 10^5 \cdot L \cdot Q^{1,85}}{C^{1,85} \cdot d^{4,87}}$$

- L Longitud equivalente de accesorios [m].
- Q Caudal que circula por el tubo [litros/m].
- C Constante para el tipo de tubo.
- D Diámetro interior del tubo.

Accesorios y válvulas	Longitud equivalente de tubo recto de acero (C = 120) ^a										
	m										
	Diámetro nominal (mm)										
	20	25	32	40	50	65	80	100	150	200	250
Codo roscado 90° (normalizado)	0,76	0,77	1,0	1,2	1,5	1,9	2,4	3,0	4,3	5,7	7,4
90° Codo soldado (r/d = 1,5)	0,30	0,36	0,49	0,56	0,69	0,88	1,1	1,4	2,0	2,6	3,4
Codo roscado 45° (normalizado)	0,34	0,40	0,55	0,66	0,76	1,0	1,3	1,6	2,3	3,1	3,9
T roscada normal o cruz (con cambio de sentido del flujo)	1,3	1,5	2,1	2,4	2,9	3,8	4,8	6,1	8,6	11,0	14,0
Válvula de compuerta - inmediatamente	-	-	-	-	0,38	0,51	0,63	0,81	1,1	1,5	2,0
Válvula de alarma o retención (con clapeta)	-	-	-	-	2,4	3,2	3,9	5,1	7,2	9,4	12,0
Válvula de alarma o retención (con seta)	-	-	-	-	12,0	19,0	19,7	25,0	35,0	47,0	62,0
Válvula de mariposa	-	-	-	-	2,2	2,9	3,6	4,6	6,4	8,6	9,9
Válvula de esfera	-	-	-	-	16,0	21,0	26,0	34,0	48,0	64,0	84,0

^a Estas longitudes equivalentes se pueden convertir, en su caso, para tubos con diferentes valores C multiplicando por los siguientes factores:

C	100	110	120	130	140
Factor	0,714	0,85	1,00	1,16	1,33

Pérdidas en accesorios					
Vertical a CC.MM.	$6,05 \cdot 10^5 \cdot Q^{1,85} / C^{1,85}$	L [m]	d [mm]	$d^{4,87}$	Pérdidas de carga
Codo 90	2322613,79	4,30	150	39588079305	0,00
CC.MM.1	$6,05 \cdot 10^5 \cdot Q^{1,85} / C^{1,85}$	L [m]	d [mm]	$d^{4,87}$	Pérdidas de carga
Codo 90	2322613,79	3,78	130	19719873548	0,00
Codo 90	2322613,79	3,78	130	19719873548	0,00
Codo 90	2322613,79	3,78	130	19719873548	0,00
Codo 90	2322613,79	3,78	130	19719873548	0,00
T	2322613,79	8,00	130	19719873548	0,00
T	2322613,79	8,00	130	19719873548	0,00
T	2322613,79	3,00	130	19719873548	0,00
Válvula hidráulica	2322613,79	31,00	130	19719873548	0,00
Válvula mariposa	2322613,79	31,00	130	19719873548	0,00
Válvula retención con clapeta	2322613,79	1,00	130	19719873548	0,00
Válvula retención con clapeta	2322613,79	1,00	130	19719873548	0,00
Vertical en CC.MM.	$6,05 \cdot 10^5 \cdot Q^{1,85} / C^{1,85}$	L [m]	d [mm]	$d^{4,87}$	Pérdidas de carga
T	2322613,79	5,35	85	2490406082	0,00
CC.MM.2	$6,05 \cdot 10^5 \cdot Q^{1,85} / C^{1,85}$	L [m]	d [mm]	$d^{4,87}$	Pérdidas de carga
T	2322613,79	5,35	85	2490406082	0,00
Vertical hasta C.B	$6,05 \cdot 10^5 \cdot Q^{1,85} / C^{1,85}$	L [m]	d [mm]	$d^{4,87}$	Pérdidas de carga
T	2322613,79	5,35	85	2490406082	0,00
T	2322613,79	5,35	85	2490406082	0,00
T	2322613,79	5,35	85	2490406082	0,00
C.B	$6,05 \cdot 10^5 \cdot Q^{1,85} / C^{1,85}$	L [m]	d [mm]	$d^{4,87}$	Pérdidas de carga
T	2322613,79	5,35	85	2490406082	0,00
Vertical a techo habilitación	$6,05 \cdot 10^5 \cdot Q^{1,85} / C^{1,85}$	L [m]	d [mm]	$d^{4,87}$	Pérdidas de carga
T	2322613,79	5,35	85	2490406082	0,00
T	2322613,79	5,35	85	2490406082	0,00
Habilitación	$6,05 \cdot 10^5 \cdot Q^{1,85} / C^{1,85}$	L [m]	d [mm]	$d^{4,87}$	Pérdidas de carga
T	2322613,79	5,35	85	2490406082	0,00
Vertical a Superior puente	$6,05 \cdot 10^5 \cdot Q^{1,85} / C^{1,85}$	L [m]	d [mm]	$d^{4,87}$	Pérdidas de carga
Codo 90	2322613,79	2,60	85	2490406082	0,00
T	2322613,79	5,35	85	2490406082	0,00
Antena	$6,05 \cdot 10^5 \cdot Q^{1,85} / C^{1,85}$	L [m]	d [mm]	$d^{4,87}$	Pérdidas de carga
T	2322613,79	5,35	85	2490406082	0,00
Codo 90	2322613,79	2,60	85	2490406082	0,00
a monitor	$6,05 \cdot 10^5 \cdot Q^{1,85} / C^{1,85}$	L [m]	d [mm]	$d^{4,87}$	Pérdidas de carga
Válvula contra incendios	2322613,79	21,10	85	2490406082	0,02
TOTAL					0,09

Con todo esto ya estamos en condición de obtener la presión nominal de las bombas, que será por tanto de:

$$\text{Presión Nominal de las Bombas} = 7 + 0,2 + 2,59 + 0,09 \approx 9,88 \text{ bar}$$

Instalaremos dos bombas C.I. por lo que según esta segunda aproximación deberemos instalar bombas con las siguientes características:

$$\begin{aligned} Q_{\text{BOMBA CI}} &= 248,3/2 \text{ m}^3/\text{h} \\ P_{\text{BOMBA CI}} &= 9,88 \text{ bar} \\ \eta &= 0,6 \end{aligned}$$

Con estos valores obtendríamos dos bombas con una potencia de:

$$\text{Pot}_{\text{BOMBA CI}} = 80 \text{ KW}$$

Se puede comprobar que las bombas que habíamos calculado en una primera aproximación tienen una potencia menor, a pesar de esto, vamos a continuar los cálculos con el valor de 56,4 Kw por bomba ya que en el balance eléctrico hemos sobredimensionado los generadores para poder hacer frente a dichas pérdidas aumentando el valor total con un margen de seguridad. Por otro lado, los generadores en este caso todavía tendrán un margen extra.

Se presenta el esquema C.I. para el caso más desfavorable como Anexo I

- Colector contra incendios

Admitirá un caudal de 0.034 m³/s con una velocidad de 1,8 m/s.

$$\text{Caudal}(\text{m}^3 / \text{s}) = v(\text{m} / \text{s}) \cdot \frac{\pi \cdot d(\text{m})^2}{4}$$

$$\text{Diámetro colector} = \sqrt{\frac{140}{3600} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{4}{\pi}} = 0.150 \text{ m}$$

- Bomba de emergencia

Emplearemos una bomba similar a las demás en cuanto a características pero alojada en una zona no colindante a las demás ni a espacios de máquinas para evitar que el mismo problema afecte a todas las bombas.

- Mangueras y extintores portátiles

En espacios de máquinas dichas mangueras tendrán una longitud inferior a 15 m en espacios de máquinas e inferior a 20 m en cubiertas expuestas y demás espacios.

Habrá una por cada 30 m, una de respeto, y un mínimo de 5.

En cuanto a los extintores, tendremos un mínimo de 5 en espacios de control, espacios de servicios y espacios destinados al alojamiento de la tripulación.

El reglamento estipula que de ser recargables, debemos contar con cierto número de recargas, 10 para alojamiento y para la mitad de los demás, y en caso de no ser recargables, buscaremos la igualdad aumentando el número de extintores.

Tipos de extintores:

- Clase "A" → Fuegos de materiales sólidos. La combustión forma normalmente brasas.
- Clase "B" → Fuegos de líquidos o sólidos licuables.
- Clase "C" → Fuegos de gases.
- Clase "D" → Fuegos de metales.

Extintores de polvo ABC:

Adecuados para fuegos con brasas, fuegos de líquidos inflamables, fuegos de combustibles gaseosos o líquidos de bajo presión, fuegos de equipos en presencia de tensión eléctrica. Sin embargo, pueden originar daños en los equipos y máquinas. Se suelen situar en la zona de acomodación.

Extintores de polvo BC:

Pueden dañar los equipos y máquinas, son adecuados para fuegos de líquidos inflamables, fuegos combustibles gaseosos o líquidos bajo presión y fuego de equipos en presencia de tensión eléctrica. Se suelen instalar en el local de las hélices de proa y los servos y en la cámara de máquinas.

Extintores de CO₂:

Adecuados para zonas donde haya equipos susceptibles de ser dañados por conductores eléctricos.  ptimos para fuegos de líquidos inflamables y combustibles gaseosos confinados o de pequeño tamaño y fuego en presencia de tensión eléctrica. Se suelen colocar en cámara de máquinas, cabina de control, taller de maquinaria, local de las hélices de proa, local del aire acondicionado y el puente de navegación.

En función a esto, instalaremos los extintores conforme a la norma y a la localización en el buque.

- Sistema de inundación de CO₂

En espacios de máquinas contaremos con un sistema de CO₂, para poder dimensionar el equipo, lo primero es buscar el espacio de mayor volumen que queremos proteger, que serán los pa oles, cocina, gambuza y cámara de máquinas.

Una vez conocido este valor, sabremos que necesitamos un volumen de gas igual al 40% del volumen de dicho espacio.

Dicho esto, ya podemos calcular el volumen de gas necesario:

$$\text{ rea CCMM} = 341 \text{ m}^2$$

$$\text{Vol. CO}_2 = 0.4 \text{ Vol. Máquinas}$$

$$\text{Vol. CO}_2 = 0.4 \cdot (3414,7) = 644,5 \text{ m}^3$$

$$\text{Masa CO}_2 = 644,5 \text{ m}^3 / 0.56 \text{ m}^3/\text{kg} = 1151 \text{ kg}$$

Suponiendo que disponemos de botellas de 25 Kg:

$$\text{N}^\circ \text{ botellas CO}_2 = 1151 / 25 = 47 \text{ botellas}$$

Como norma en cuanto a la velocidad de descarga, el sistema deberá poder descargar el 85% de la carga de gas en 2 minutos.

Colocaremos dichas botellas en el pañol de proa, y dejaremos el doble del espacio necesario para depositar las botellas para tener libertad de movimiento entre ellas.

Diámetro botella = 350 mm

$$\text{Área botellas} = 47 \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4} = 47 \cdot \frac{\pi \cdot 0.35^2}{4} = 4,52 \text{ m}^2$$

$$\text{Área del local de CO}_2 = 2 \cdot 4,52 = 9,04 \text{ m}^2$$

Contra Incendios Exterior

Para este apartado, cabe destacar que son las sociedades de clasificación las encargadas de recoger en sus reglamentos los equipos obligatorios que debemos montar en los buques.

La sociedad de Clasificación también se encarga de dar a cada buque una categoría FiFi en función del número de equipos instalados contra incendios de carácter exterior, siendo las categorías del FiFi I al III.

Required characteristics	Service notations		
	fire-fighting ship 1	fire-fighting ship 2	fire-fighting ship 3
minimum number of water monitors	2	3	4
minimum discharge rate per monitor (m ³ /h)	1200	2400	1800
minimum number of fire-fighting pumps	1	2	2
minimum total pump capacity (m ³ /h) (1)	2400	7200	9600
length of throw of each monitor (m) (2) (4)	120	150	150
height of throw of each monitor (m) (3) (4)	45	70	70
(1) Where the water monitor pumps are also used for the self-protection water-spraying system, their capacity is to be sufficient to ensure the simultaneous operation of both systems at the required performances. (2) Measured horizontally from the monitor outlet to the mean impact area. (3) Measured vertically from the sea level, the mean impact area being at a distance of at least 70 m from the nearest part of the ship. (4) The length and height of throw are to be capable of being achieved with the required number of monitors operating simultaneously in the same direction.			

En nuestro caso vamos a instalar los equipos obligatorios por el FiFi I, ya que la principal tarea de nuestro buque no será ni el apoyo a plataformas petrolíferas ni la lucha contra incendios, a pesar de querer dotarlo con lo necesario para poder apoyar a buques en peligro.

Debemos instalar los siguientes equipos:

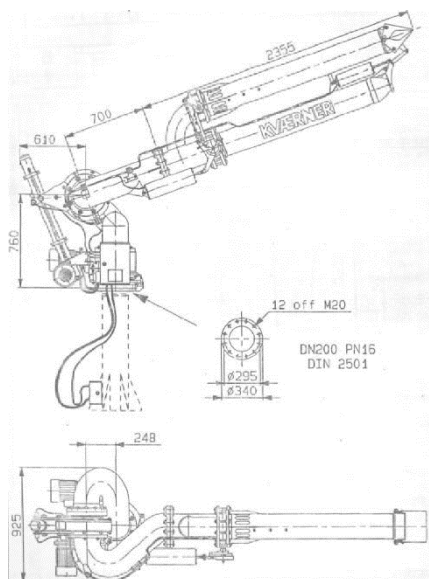
- 2 monitores de 1200 m³/h (alcance mínimo=120 m, altura del chorro mínima=45m) m.
- 1 bomba contra incendios
- Capacidad de bombas mínima = 2400 m³/h
- Autonomía = 24 h.
- 4 tomas de mangueras
- 4 equipos de bombero
- Equipos adicionales obligatorios

Monitores

Deberemos colocar dichos equipos lo más altos posible con el fin de facilitar la obtención de la altura mínima estipulada, por lo que vamos a colocarlos sobre el puente,

Dichos equipos contarán con un control manual y con un control a distancia para poder operarlos desde una posición segura.

Ahora ya estaríamos en condiciones de buscar en catálogos pero una vez más vamos a guiarnos por la experiencia de los buques de la base de datos, encontrando el modelo Kvaerner Eureka, ideal para buques que cuentan con tanques de espumógeno.



Capacidad: 1200 m³/h
 Presión de trabajo: 12.5 bar
 Accionamiento: electrohidráulico-manual
 Potencia: 3.4 kW

Al disponer de dos lanzas, podemos lanzar agua y espuma al mismo tiempo sin necesidad de realizar el mezclado antes.

El empleo de este sistema provocaría un descenso del caudal, pero en caso de usar solo agua ya estaríamos cumpliendo con lo estipulado por la FiFi I.

Bombas contra incendios

Siguiendo el reglamento, necesitaríamos una sola bomba exterior capaz de entregar 2400 m³/h.

Tras una breve documentación en los buques de la base de datos, llegamos a la conclusión de que el uso de esta bomba se realizaría a nulas o bajas velocidades, por lo que podríamos accionarla acoplándola a uno de los motores principales mediante engranajes, ya que las rpm de funcionamiento son mayores.

Para asegurar la presión antes citada de los monitores de 12,5 bares, vamos a suponer pérdidas de carga en torno a 2 m.c.a, por lo que la bomba deberá entregar 14,5 bares.

Por último antes de comenzar los cálculos, debemos citar que para este caudal vamos a suponer un rendimiento de 0,8 para la bomba.

$$\text{Potencia (kW)} = \frac{Q(m^3/h) \cdot H(mca) \cdot \rho(t/m^3)}{264 \cdot \eta}$$

$$\text{Potencia (KW)} = \frac{2400(m^3/h) \cdot 145(mca) \cdot 1.025(t/m^3)}{264 \cdot 0.8} = 1690 \text{ kW}$$

Bocas contra incendios

Colocaremos 4 estaciones por banda alimentadas por la bomba de los monitores (según el reglamento), y en cada una, su correspondiente boca, manguera y lanza capaz de emplear spray y jet al mismo tiempo.

En nuestro caso vamos a alimentarlas con las bombas del sistema de antincendios interior para enviar un caudal y una presión óptimos para el sistema y no demasiado elevados.

Equipos de bombero

Colocaremos 4 equipos cumpliendo con la equipación establecida por el SOLAS en los paños:

- Indumentaria protectora
- Botas de goma o material dieléctrico
- Casco rígido
- Linterna de mano
- Hacha
- Equipo respiratorio
- Cable de seguridad

Dichos elementos deben cumplir ciertas condiciones y podrán sustituirse por otros similares siempre que estén aprobados.

También debemos disponer de un compresor para cargar las botellas con un tiempo máximo de 30 minutos.

Las botellas deben otorgar a su portador de una autonomía de 30 minutos mínimos.

Tomas de mar y colectores

Vamos a dimensionar el colector y las tomas de mar para el uso de los monitores dado que será el caso más desfavorable.

Cumpliendo con la Sociedad de Clasificación, la velocidad en dicho elemento no debe exceder los 2 m/s.

Para los cálculos partimos de un caudal de 2400 m³/h:

$$\text{Caudal}(m^3 / s) = v(m / s) \cdot \frac{\pi \cdot d(m)^2}{4}$$

$$\text{Diámetro colector} = \sqrt{\frac{2400}{3600} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{4}{\pi}} = 0.651 \text{ m} = 660 \text{ mm}$$

Las tomas de mar tendrán este mismo diámetro.

Entre la bomba y los monitores, tendremos una velocidad máxima de 4 m/s y partiendo del caudal de los monitores podemos obtener el diámetro de las tuberías.

$$\text{Caudal}(m^3 / s) = v(m / s) \cdot \frac{\pi \cdot d(m)^2}{4}$$

$$\text{Diámetro tuberías} = \sqrt{\frac{1200}{3600} \cdot \frac{1}{4} \cdot \frac{4}{\pi}} = 0.326 \text{ m} = 330 \text{ mm}$$

Sistemas de Iluminación

En este apartado, el reglamento obliga a disponer de dos proyectores con un alcance de 250 m e iluminación mínima de 50 lux en un área de diámetro de 11 m.

Hemos elegido proyectores de arco de xenón de 350 W con control remoto.

4. Servicio de Lastre, Achique y Sentinas:

Comenzaremos este apartado diferenciando los equipos, puesto que el equipo de lastre aspira de las tomas de mar y a través de bombas envía el agua de lastre a los tanques de lastre, mientras que el equipo de sentinas aspira agua de los pocetes y sentinas y envía el fluido a tanques o a un sistema de limpieza de donde posteriormente si cumple lo establecido por el reglamento MARPOL sobre las partes por millón de moléculas contaminadas, regresara al agua del mar.

Servicio de Achique y Sentinas

Como mínimo, la Sociedad de Clasificación nos impone colocar equipos de achique con una boca de aspiración capaz de achicar con 5° de escora.

Colocaremos 2 bombas con un caudal acorde al del colector de sentinas que calcularemos según la Sociedad de Clasificación:

$$\text{Diámetro colector} = 25 + 1.68 \cdot \sqrt{L(B + D)}$$

$$L = L_{pp}$$

$$B = \text{manga}$$

$$D = \text{puntal}$$

$$d = 25 + 1.68 \cdot \sqrt{69,334(18 + 8,25)} = 96,67 \text{ mm} = 0.097 \text{ m}$$

$$\text{Capacidad bomba sentinas} = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot v \text{ m}^3/\text{s}$$

V = velocidad del agua = 2m/s para evitar ruidos y cavitación.

$$\text{Capacidad bomba sentinas} = \frac{\pi \cdot (97 \cdot 10^{-3})^2}{4} \cdot 2 = 0.0147 \text{ m}^3/\text{s} = 53,2 \text{ m}^3/\text{h}$$

Ahora calcularemos el caudal mínimo de la bomba según el reglamento:

$$\text{Caudal mínimo (m}^3/\text{h)} = 0.565 \cdot d_1^2$$

d_1 = diámetro interior del colector de sentinas

$$\text{Caudal mínimo (m}^3/\text{h)} = 0.565 \cdot d_1^2 = 0.565 \cdot 9,67^2 = 52,83 \text{ m}^3/\text{h}$$

El valor calculado anteriormente es mayor, por lo cual nos quedamos con 53,2 m³/h

Como ya hemos hecho en este cuaderno, vamos a calcular la potencia de las bombas suponiendo una presión de descarga de 2,5 bares y un rendimiento de 0,65 para bombas centrífugas y autoaspirates.

$$\text{Potencia (kW)} = \frac{Q(m^3/h) \cdot H(mca) \cdot \rho(t/m^3)}{264 \cdot \eta}$$

$$\text{Potencia (kW)} = \frac{53.83(m^3/h) \cdot 25(mca) \cdot 1.025(t/m^3)}{264 \cdot 0.65} = 8.04 \text{ kW}$$

Servicio de Lastre

Este servicio nos va a permitir mejorar las condiciones de navegación según convenga, jugando con la escora y asiento que pueda adquirir el buque.

Comenzaremos definiendo los tanques de lastre que llevamos a bordo:

Tanque	Volumen
BT-1P	41.97
BT-1S	41.97
BT-2P	90.15
BT-2S	90.15
BT-3P	47.24
BT-3S	47.24

Es cierto que podríamos inundar el pique de proa pero debido a que no se pide realizar las condiciones de carga, contaremos que no es necesario inundarlo.

En cuanto al tiempo, vamos a dimensionar el sistema de forma que nos permita llenar los tanques en un tiempo de 10 horas.

Por otro lado vamos a dimensionarlo de forma que una bomba llegue para entregar el caudal necesario y colocando otra de respeto.

$$\text{Caudal (m}^3\text{/h)} = \text{Volumen (m}^3\text{)} / \text{tiempo (h)}$$

$$\text{Caudal} = 358.71 / 10 = 35,87 = 36 \text{ m}^3\text{/h}$$

En cuanto a presión, rondaremos los 3 bares, y con este dato y un rendimiento de 0,6 para bombas aproximadamente, podremos calcular la potencia de cada bomba:

$$\text{Potencia (kW)} = \frac{Q(m^3/h) \cdot H(mca) \cdot \rho(t/m^3)}{264 \cdot \eta}$$

$$\text{Potencia (kW)} = \frac{36(m^3/h) \cdot 30(mca) \cdot 1.025(t/m^3)}{264 \cdot 0.6} = 6.98 \text{ kW} = 7 \text{ kW}$$

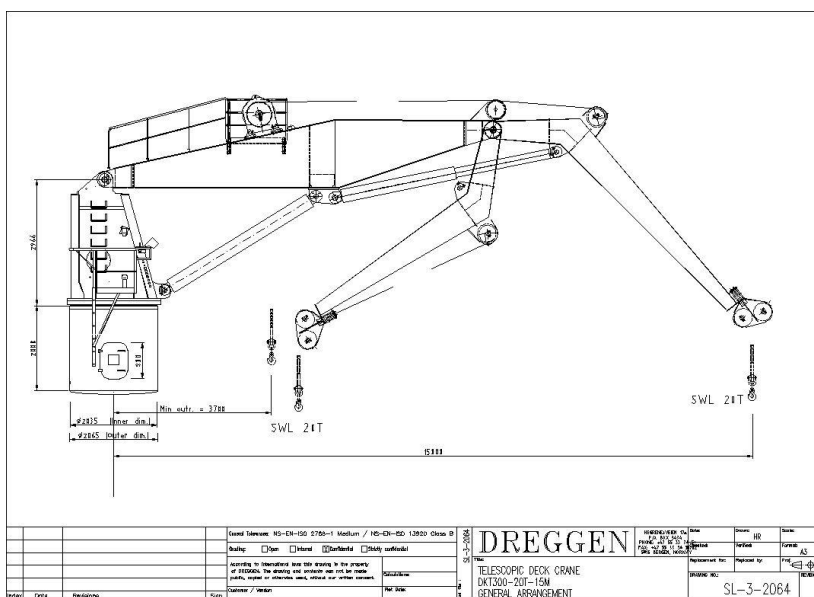
$$\text{Caudal}(m^3/s) = v(m/s) \cdot \frac{\pi \cdot d(m)^2}{4}$$

$$\text{Diámetro colectores} = \sqrt{\frac{36}{3600} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{4}{\pi}} = 0.079 \text{ m} = 80 \text{ mm}$$

5. Equipos de Carga y Descarga:

Vamos a guiarnos por el buque de salvamento Don Inda de nuevo, y como ya se pudo ver en el folleto adjunto como anexo en el primer cuaderno, colocaremos 2 grúas Dreggen con una capacidad de 20 tns y un alcance de 15 metros.

Se puede ver en la disposición general cuál será su situación en el buque, siendo esta zona la que nos va a permitir manejar cualquier carga por la zona de trabajo, así como la carga y descarga de containers en los que podremos tener guardado el material según el tipo de misión de deba realizar el buque, o simplemente manejar los aparejo para la lucha contra la contaminación.



Potencia (kW) = 77 kW



Buque Base empleando dichos equipos

6. Servicios de Navegación y Comunicaciones:

El buque a proyectar contará con paneles y consolas que nos permitan gobernar y controlar los sistemas instalados desde el puente de gobierno y un puesto de control.

Aplicaremos redundancia en elementos esenciales buscando siempre que el mismo fallo no afecte a los dos elementos para evitar perder los equipos esenciales.

Incorporaremos consolas en los cuatro frentes del buque a fin de mejorar las maniobras de remolque al poder ver con facilidad en todo momento aquello que estemos remolcando.

Colocaremos en la consola central aquellos equipos de navegación principales, salvo los controles de velocidad, timones y remolque que estarán en los cuatro frentes antes citados.

En el puente de gobierno tendremos como mínimo:

- Timón con indicador de posición.
- Regulador de revoluciones y paso del propulsor.
- Consola con joystick de control de las hélices transversales y thruster azimutal.
- Consola de control de máquinas, encontrándose en ella arranques, alarmas, estado... de toda la maquinaria propulsora y de las bombas y demás equipos.
- Controles de los elementos de remolque, chigre, winche, disparadores...
- Consola de control de los monitores contra incendios.
- Consola de alarmas incendio y actuadores del sistema contra incendios (CO₂ y agua).
- Consola de control de luces de navegación e iluminación exterior.

Equipos de Navegación

- Compás magistral magnético.
- Corredora electromagnética con todos sus equipos auxiliares.
- Ecosonda.
- Radar banda X y Radar banda S incorporando el sistema ARPA.
- Radiogoniómetro marino.
- Sistema digital de cartas marinas, con plotter comunicado con el radar.
- Giroscópica.
- Sistema de navegación DGPS.
- Sistema GPS portátil y estanco para embarcar en botes.
- Sirena neumática de señales.
- Piloto automático.
- Sistema receptor de cartas.

La DGMM nos indica material náutico que debemos instalar a mayores:

- Compás magnético de respeto.
- Alidada azimutal.
- Dos taxímetros en las bandas.
- Un sextante.
- Un cronómetro.
- Escandallo de mano con sondaleza de 50 m.
- Barómetro y termómetro.
- Reloj de bitácora.
- Compás de puntas, transportador y reglas.
- Prismáticos nocturnos y diurnos.
- Bocina de niebla manual.
- Juego de cartas náuticas, libro de faros y derrotero.
- Juego de banderas del C.I.S..
- Lámpara de señales.
- Banderas nacionales.

Equipos de Comunicaciones

Dichos equipos están recogidos por el SOLAS en función de la zona de operaciones del buque, siendo para nuestro caso la zona A3, comprendida en el ámbito de cobertura de un satélite geoestacionario de INMARSAT.

Comunicaciones Exteriores

Siguiendo el Capítulo IV parte C del SOLAS deberá disponer en el puente de los siguientes sistemas (duplicados):

- Radio de ondas métricas, que pueda transmitir y recibir:
 - por LSD a 156.525 MHz (canal 70)
 - por radiotelefonía a 156.300 MHz (canal 6), 156.650 MHz (canal 13) y a 156.800 MHz (canal 16).

-Con escucha permanente de LSD en el canal 70 de ondas métricas.
- Respondedor radar en la banda de 9 GHz (puede ser uno de los vistos en el apartado de equipos de salvamento).
- Radio de ondas hectométricas de escucha continua y emisión de señales de socorro en las bandas 2182 kHz. usando radiotelefonía y en 2187.5 kHz usando LSD.
- Receptor NAVTEX.
- Estación terrena de buque de INMARSAT, que reciba los informes sobre seguridad marítima, que transmita y reciba avisos de socorro y comunicaciones

generales usando telegrafía de impresión directa y que tenga servicio de escucha y emisión de alertas y llamadas prioritarias de socorro.

- Radiobaliza de localización de siniestros por satélite. Dado que el buque estará siempre bajo cobertura de INMARSAT, deberá emitir señales de socorro en la banda de estos satélites, que es 1.6 GHz. Deberá estar instalada en un lugar accesible, podrá accionarse manualmente, llevada a una balsa salvavidas o flotar libre si el buque se hunde, o podrá teleactivarse desde el puente.
- Al menos tres radioteléfonos de ondas métricas.

Comunicaciones Interiores

Según los Capítulos II-1 y III de SOLAS, instalaremos en las distintas zonas del buque:

- Debemos disponer dos medios independientes de comunicación entre puente y máquinas.
- Uno deberá ser un telégrafo de órdenes.
- Sistema de telefonía autogenerada.
- Se dispondrá un dispositivo de alarma para los maquinistas que se oiga en sus alojamientos.
- Sistema de telefonía autogenerada entre puente y todos los espacios públicos, puestos de control y otros puestos estratégicos.
- Sistema de megafonía con altavoces reversibles en zonas de trabajo, públicas y de habilitación.
- Sistema de alarmas con accionamientos en el puente, audible en todas las zonas del buque.

Posicionamiento Dinámico Clase DP 2

Dadas las tareas que va a desempeñar este buque, tanto recogida de residuos, aproximación a un buque para dar apoyo, trabajos submarinos... vamos a precisar, basándonos en los buques de la base de datos, de un Posicionamiento Dinámico de la clase DP2.

El sistema nos deberá garantizar un control automático de posición y rumbo para unas condiciones ambientales máximas especificadas.

- Equipos de medida/sensores:
 - 3 Giroscópicas
 - 2 Anemómetros
 - 2 MRU
 - 2 DGPS
 - 1 Fanbeam
- Equipos Hardware
 - Consolas de control con joystick además de la unidad portátil ya mencionada.
- UPS
 - 2 UPS
- Thrusters

7. Ventilación y Aire Acondicionado:

Se instalarán equipos en los espacios donde sean necesarios, colocando ventiladores que nos ofrezcan las renovaciones de aire necesarias en función del local o zona a tratar, precisando en los espacios más transitados de 3 renovaciones por hora, en el puente de 1 renovación por hora, y espacios poco transitados como camarotes o espacios de trabajo de 2 renovaciones por hora. Colocaremos además en el puente de gobierno y en la sala de control de máquinas un equipo de emergencia por si falla la ventilación.

Incluimos dentro de los equipos de aire acondicionado a los de calefacción ya que actualmente un mismo equipo podría realizar las dos funciones.

Para los cálculos, supondremos que:

- Temperatura exterior, verano $\rightarrow + 35^{\circ} \text{C}$
- Humedad relativa 60 %

- Temperatura interior, verano $\rightarrow + 25^{\circ} \text{C}$
- Humedad relativa 50 %

- Temperatura exterior, invierno $\rightarrow - 5^{\circ} \text{C}$
- Humedad relativa 80 %

- Temperatura interior, invierno $\rightarrow + 20^{\circ} \text{C}$
- Humedad relativa 50 %

- Temperatura agua de mar, verano $\rightarrow + 32^{\circ} \text{C}$

- Temperatura agua de mar, invierno $\rightarrow - 2^{\circ} \text{C}$

Instalaremos 3 centrales de aire acondicionado de unos 15 kW y una ventilación mediante ventiladores radiales de unos 6 kW basándonos en otros buques remolcadores.

8. Equipos de Fonda y Hotel:

Subdividiremos este apartado en los siguientes puntos:

- Servicios Sanitarios.
 - Planta de Tratamiento de Aguas Residuales.
 - Servicio de Agua Caliente.
 - Potabilizadora de Agua.
- Cocina y Gambuzas.
- Lavandería.
- Tratamiento de residuos.
- Cuarto de limpieza.

Servicios Sanitarios

Planta de Tratamiento de Aguas Residuales

Actualmente es el reglamento MARPOL el que prohíbe arrojar vertidos al mar del tipo residual, por lo que debemos tratarlas mediante la planta de tratamiento.

Observando datos de otros buques de la base de datos, vamos a utilizar la planta de la marca Facet, modelo 1000 M, diseñada para 34 personas de tripulación capaz de tratar unos 4.7 m³*día mediante un sistema aeróbico.

Dicha planta la colocaríamos en cámara de máquinas.

Para su uso, debemos disponer de un compresor de aire con presión de 7 bares y un caudal de 29 m³/h

Dicho esto, estamos en condición de calcular la potencia necesaria:

$$\begin{aligned}
 \text{Potencia (CV)} &= \left(\frac{k}{k-1} \right) \cdot \left(\frac{P_1(\text{bar}) \cdot \text{Caudal}(\text{m}^3 / \text{h})}{27} \right) \cdot \left[\left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{\left(\frac{k-1}{k} \right)} - 1 \right] \cdot \left(\frac{1}{\eta} \right) = \\
 &= \left(\frac{1.4}{1.4-1} \right) \cdot \left(\frac{1 \cdot 29}{27} \right) \cdot \left[\left(\frac{7}{1} \right)^{\left(\frac{1.4-1}{1.4} \right)} - 1 \right] \cdot \left(\frac{1}{0.65} \right) = 4.3 \text{ CV} = 3.2 \text{ kW}
 \end{aligned}$$

Por otro lado, suponiendo que nuestra planta fallase, almacenaríamos los residuos en dos tanques llamados, tanques de aguas negras y grises donde una vez llegados a puerto podríamos descargar con bombas de aguas oleosas.

Tanque de aguas negras/grises:

Según la norma ISO:

Las plantas de tratamiento de aguas negras deben cumplir los requisitos que figuran en la Publicación IMO MEPC.2 (VI).

Debido a que no hemos conseguido la publicación, vamos a guiarnos por Marpol, que nos indica que debemos disponer de un tanque capaz de almacenar las aguas sucias que podamos acumular.

Las aguas sucias, según MARPOL (en el Anexo IV, Regla 8), para poder ser descargadas del tanque, sin haber sido previamente desmenuzadas ni desinfectadas, deberá realizarse a una distancia mayor de 12 millas marinas de la costa. Éstas no se descargarán instantáneamente, sino a un régimen moderado, hallándose el buque en ruta, navegando a una velocidad no menor de 4 nudos. No obstante, podrán ser descargadas a una distancia superior a 4 millas marinas de la tierra más próxima si las aguas sucias han sido desmenuzadas y desinfectadas mediante un sistema homologado

Servicio de Agua Caliente

Para producir agua caliente durante la navegación, vamos a emplear la temperatura que lleva el agua de refrigeración una vez haya pasado por el motor principal mediante intercambiadores de calor.

En caso de estar en puerto, usaremos calentadores eléctricos capaces de entregar 50 l de agua por persona y día.

$$\text{Caudal (m}^3\text{/h)} = 24(\text{personas}) \cdot 50 \text{ (l/día)} \cdot \frac{1}{24 \cdot 1000} = 0.05 \text{ m}^3\text{/h}$$

Instalaremos tres calentadores de 2.5 kW capaces de producir 200 l en 4 horas.

$$\text{Caudal (m}^3\text{/h)} = 3 \cdot \frac{0.2}{4} = 0.15 \text{ m}^3\text{/h}$$

Con esto estaríamos sobredimensionando los valores, pero tendríamos agua caliente para otros fines en caso de ser necesario, como podría ser combatir la hipotermia de la tripulación de un buque el peligro.

Potabilizadora de Agua

El buque cuenta con tanques de agua potable con capacidad para toda la autonomía del mismo, pero hemos dispuesto de una planta potabilizadora capaz de suministrar la cantidad de agua potable diaria necesaria, estimando el consumo de 60 l por persona y día.

Estaríamos necesitando 1440 litros diarios, por lo que basándonos de nuevo en otros proyectos y buques de la base de datos, vemos que la planta potabilizadora de la marca Marnorte SC60 nos valdría ya que tiene capacidad para 1600 l diarios y con un consumo de 1.3 kW

Cocina y Gambuzas

En la disposición general del buque se puede apreciar cual será la situación de la cocina, que contará con:

- Cocina eléctrica y plancha.
- Lavavajillas.
- Extractor eléctrico.
- Horno.
- Microondas.
- Freidora.
- Fregadero.
- Estanterías y mesas de trabajo.

La cocina y la gambuza estarán comunicadas por comodidad.

La gambuza contará con una zona seca para conservas y productos que no precisen de frío, en cuanto al volumen ya fue ha sido definido con anterioridad, y este debe ser tal que nos permita almacenar el volumen de alimentos necesarios en función de la autonomía.

Instalaremos dos cámaras frigoríficas, una a 8 ° para vegetales y lácteos, y con un volumen inferior, y otra a -20° para carnes y pescados.

Lavandería

- 3 lavadoras.
- 1 Secadora.
- Dispositivos para tendido de ropa.
- Armarios para ropa de cama, toallas...

Tratamiento de residuos

En la disposición general se puede ver en la cubierta A los dos compartimentos dedicados a este fin, uno destinado a incinerar los residuos y otro que funcionara como almacén mientras el buque no regresa a puerto.

Cuarto de limpieza

De nuevo nos situamos en la cubierta A, hacia proa, en este cuarto almacenaremos todos los materiales necesarios para la limpieza tanto interior como exterior del buque.

9. Equipos Específicos del Buque:

En este apartado nos vamos a centrar en las dos operaciones primordiales que realizará este buque, siendo el remolque en alta mar, y la lucha contra la contaminación.

Equipos de Remolque

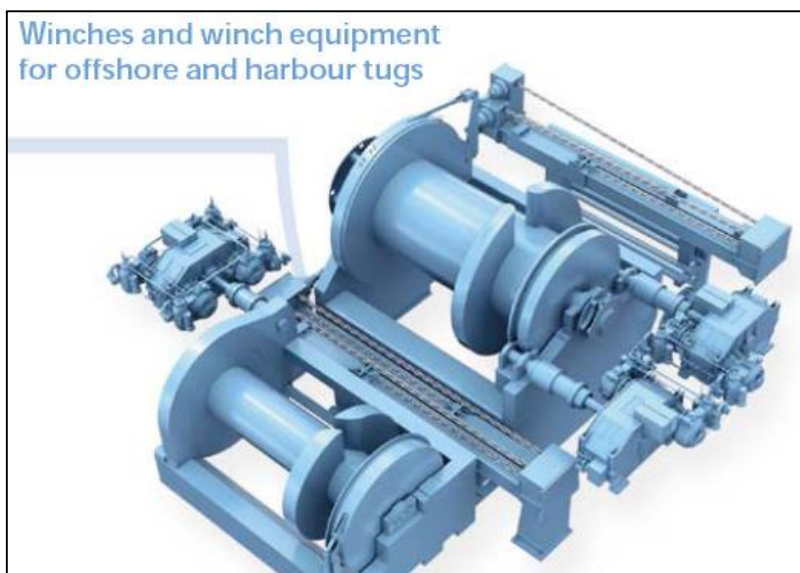
Cálculo de potencias = (tiro * velocidad) / (75 * 60 * rendimiento) * 0,734

*Los rendimientos empleados son del 0,7

- Maquinilla de remolque en cascada

Dotaremos al buque de una maquinilla de remolque en cascada basándonos en el buque Don Inda, de accionamiento hidráulico y 550 tons de retención al freno dinámico. Contará con capacidad para 1300 de cable de 78 mm.

El modelo de la mara Rauma Brattvaag SL285W/SL285W es el que vamos a elegir al igual que el buque antes citado.

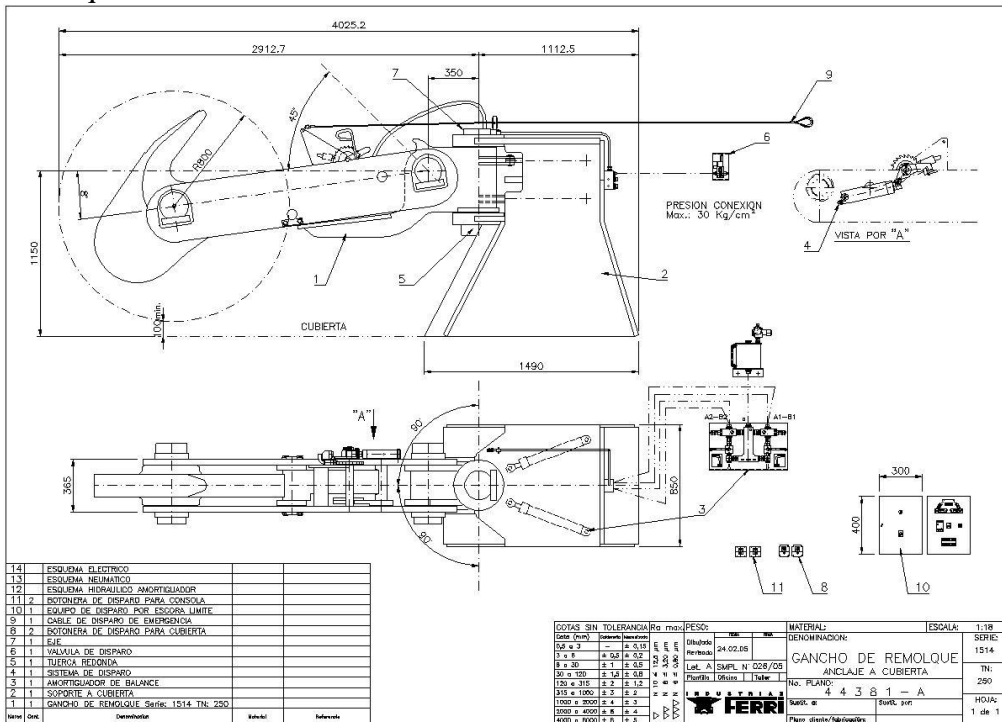


En cuanto a la potencia máxima, será de 358.8 kW

- Gancho de remolque

Instalaremos un gancho giratorio con disparador hidráulico de emergencia de 250 tons de carga de trabajo.

Se muestra a continuación el gancho instalado en el buque Don Inda, que cumple con nuestros requisitos.



- Accionamiento hidráulico

Compuesto por dos motores hidráulicos acoplados mediante una caja reductora.

- Arco de remolque
- Maquinilla de remolque de proa

Al igual que el buque Don Inda, elegimos el modelo de la marca Rauma Brattyaag TW 2500/950 H, con accionamiento hidráulico por dos motores hidráulicos acoplados por una reductora.

Tendrá capacidad de 95 tons de tiro, dando una potencia de 287.6 kW.

- Dos maquinillas de remolque

Maquinillas de remolque de accionamiento hidráulico y capacidad para 300 m de cable de 16 mm de diámetro, con un tiro de 10 tns y velocidad de 10 m/min.

La potencia sería de 43.25 kW por cada maquinilla.

- Dos cabrestantes en popa

Cabestrantes de tiro 10tons y velocidad 10 m/min.

La potencia de 43,35 kW por cada cabestrante.

Equipos de Lucha Contra la Contaminación

Otra de las labores del buque será la lucha contra la contaminación, para ello el buque realizará labores tanto de limpieza como de recogida de vertidos de hidrocarburos sea cual sea su procedencia.

En popa, el buque podrá cargar containers en los cuales pueden ir alojados los equipos según sea necesario.

Todos los residuos recogidos serán almacenados en los tanques de aguas sucias, tanto hidrocarburos u otros, por ello se han colocado en el buque 4 tanques destinados a este fin con un volumen total de 1080,55 m³.

- Capacidad de las bombas de descarga

Para llevar a cabo la descarga de dichos tanques colocaremos bombas sumergibles en los tanques, por lo que necesitaremos 4 bombas.

Tomando un rendimiento de 0,65, una densidad de 0,98 g/dm³ y una presión de 70 m.c.a. podremos calcular la potencia de cada bomba:

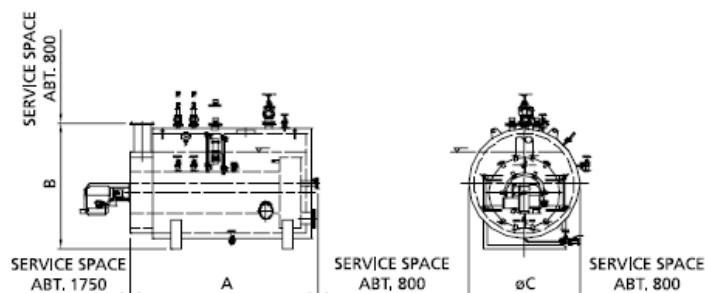
$$\text{Potencia} = (Q \times H \times \rho) / (264 \times \eta)$$

$$\text{Potencia (kW)} = 99.9 \text{ kW}$$

- Sistema de Calefacción en los tanques

Nos basaremos en recomendaciones de la IMO para la realización de este apartado.

Vamos a basarnos en otros buques similares, por lo que precisamos un calentador de unos 1306 kW, pero hemos referido tener una redundancia por lo que vamos a emplear 2 calentadores de 750 kW, dando un total de 1500 kW, lo cual además de la redundancia nos va a permitir su uso de forma independiente.



- Tanques de Dispersante

En el buque contaremos con dos tanques en los que almacenaremos aproximadamente 21 m³ de dispersante cuyo fin será el de facilitar la emulsión con el agua del hidrocarburo y acelerar la degradación.

- Equipos de cubierta de lucha anticontaminación

Colocaremos Brazos Flotantes de Kampers a cada banda del buque, y deberán poder colocarse de forma oblicua al avance del buque, estos brazos van a recoger los residuos de forma que podamos aspirarlos y enviarlos a los tanques antes citados mediante bombas portátiles.

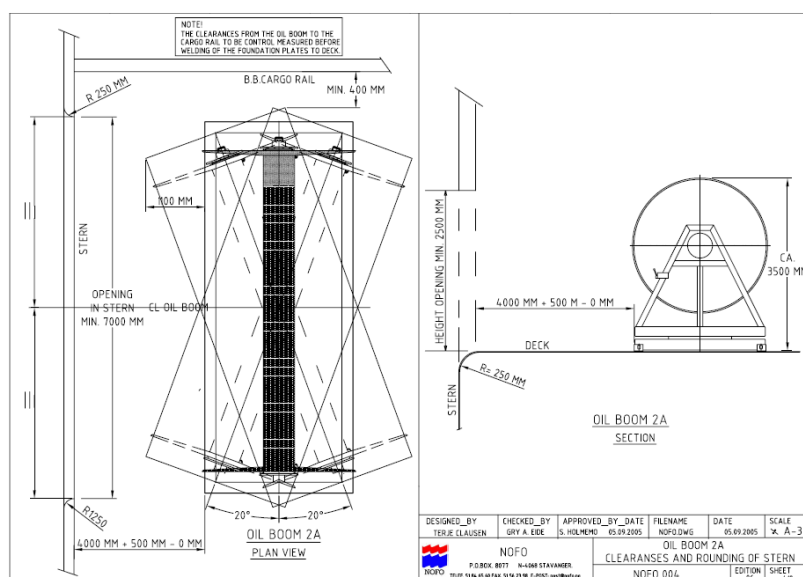
- 1 Skimmer

Equipo flotante dotado de bombas tanto para residuos de peso específico bajo o alto y viscosidad baja o alta.

- Barreras de contención en alta mar

Al igual que el buque Don Inda, contaremos con 300 m de barrea con francobordo de 1 m y calado de 2,2 m, auto inflables por compresor, con el fin de frenar los residuos, cercarlos o proteger una zona concreta.

Las llevaremos en enrolladas en carretes desde los cuales vamos a ir desplegándolas con ayuda de las embarcaciones de apoyo.



ANEXO I

ESQUEMA C.I.